



การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร

Oil lost per time analysis of traffic light clock



นายฤกษ์ฉัตร กาญจนรัตน์ รหัส 45380103

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์  
วันที่รับ..... 25 / พ.ค. 2553 / .....

เลขทะเบียน..... 15010020 C.2

เลขเรียกหนังสือ..... 2511ก

มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ 2549

ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2549



## ใบรับรองโครงการวิศวกรรม

หัวข้อโครงการ                      การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร  
ผู้ดำเนินโครงการ                    นายฤกษ์จักร                      กาญจนรัตน์ รหัส 45380103  
อาจารย์ที่ปรึกษา                      ดร.สมพร                      เรื่องสินชัชวานิช  
สาขาวิชา                              วิศวกรรมไฟฟ้า  
ภาควิชา                                  วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา                              2549

.....  
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์ อนุมัติให้โครงการฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะกรรมการสอบโครงการวิศวกรรม

  
.....ประธานกรรมการ  
(ดร.สมพร เรื่องสินชัชวานิช)

  
.....กรรมการ  
(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

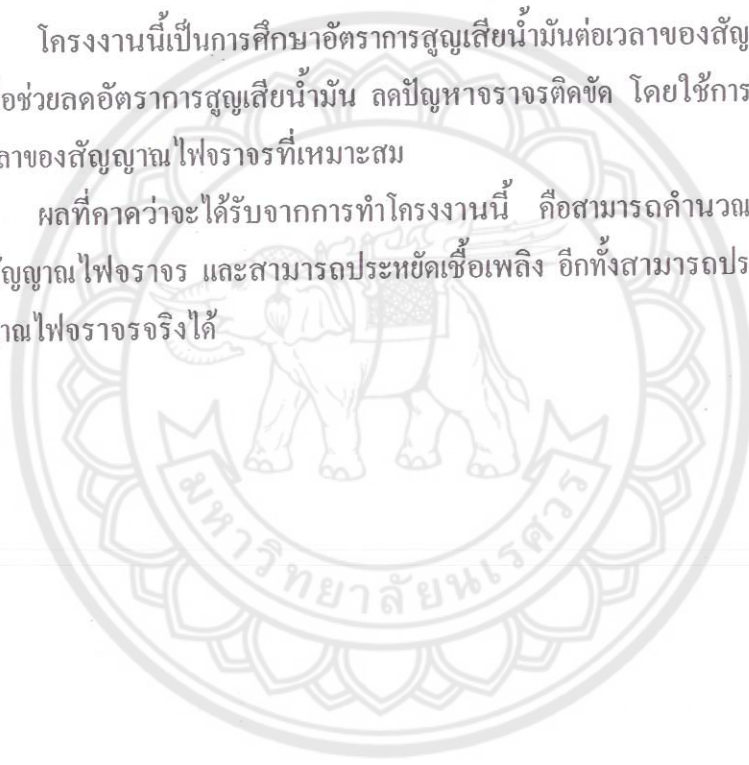
  
.....กรรมการ  
(อาจารย์ปิยคณีย์ ภาชนะพรรณ)

หัวข้อโครงการ	การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร	
ผู้ดำเนินโครงการ	นายฤกษ์ฉัตร	กาญจนรัตน์ รหัส 45380103
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมพร	เรืองสินชัยวานิช
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า	
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2549	

### บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการศึกษาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร ตามสภาพจริง เพื่อช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำมัน ลดปัญหาจราจรติดขัด โดยใช้การวิเคราะห์เชิงสถิติ เพื่อให้ระยะเวลาของสัญญาณไฟจราจรที่เหมาะสม

ผลที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงการนี้ คือสามารถคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร และสามารถประหยัดเชื้อเพลิง อีกทั้งสามารถประยุกต์ใช้กับการควบคุมสัญญาณไฟจราจรจริงได้



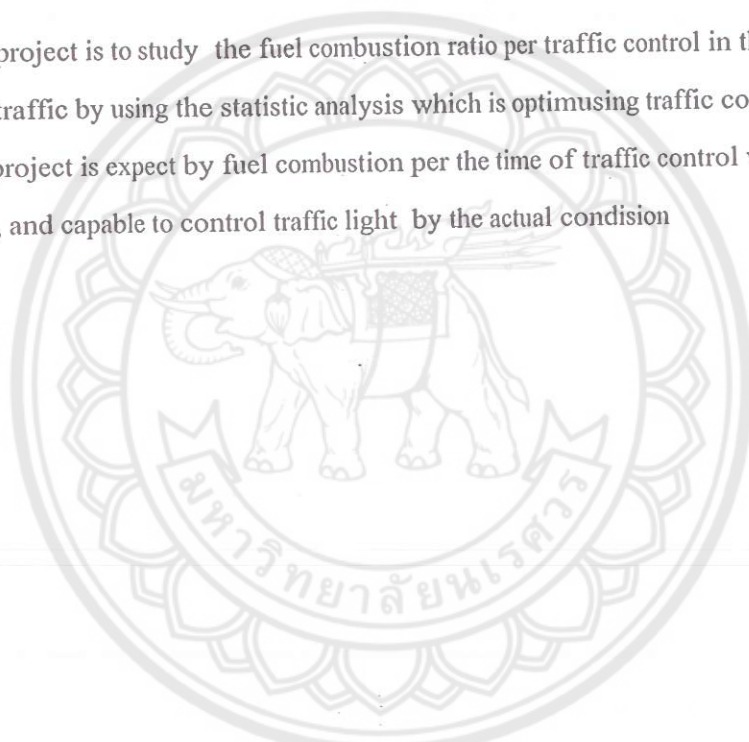
**Project title** Oil lost per time analysis of traffic light clock  
**Name** Mr.Rerkchat Karnjanarat ID. 45380103  
**Project advisor** Dr.Somporn Ruangsinchaiwanich  
**Major** Electrical Engineering  
**Department** Electrical and Computer Engineering  
**Academic year** 2006

.....

### Abstract

This project is to study the fuel combustion ratio per traffic control in the real condition for reducing traffic by using the statistic analysis which is optimusing traffic control

The project is expect by fuel combustion per the time of traffic control which is energy conversation , and capable to control traffic light by the actual condision





## กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิศวกรรม เรื่อง การวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร  
ที่สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้ความช่วยเหลือ  
ตลอดจนคำแนะนำต่างๆในการทำโครงการ คร.สมพร เรืองสินชัยวานิช และสุดท้ายต้อง  
ขอขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ อาจารย์ทุกท่านและเพื่อนๆ พี่ ๆทุกคนที่ยังไม่ได้เอ่ยนามที่ให้คำแนะนำ  
และให้การสนับสนุนผู้จัดทำโครงการให้สามารถทำโครงการชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี  
ขอขอบคุณทุกท่าน ที่มีส่วนช่วยทำให้โครงการนี้ประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดี

นายฤกษ์จักร กาญจนรัตน์



# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ .....	ง
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญรูป.....	ณ
<b>บทที่ 1 บทนำ</b>	
1.1 หลักการและเหตุผล.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบข่ายของโครงการ.....	1
1.4 กิจกรรมดำเนินการ.....	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 งบประมาณ.....	2
<b>บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี</b>	
2.1 ปัญหาของระบบสัญญาณไฟจราจร ห้าแยกโคกมะตูม.....	3
2.2 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงในห้าแยกโคกมะตูม.....	5
2.3 การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร.....	18
2.4 อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ.....	19
2.5 สมมุติฐาน (Hypothesis).....	21
2.6 ข้อผิดพลาดจากการสรุปผล (Type of Error).....	21
2.7 ช่วงของการยอมรับ (accept region) และ เขตวิกฤต (critical region).....	22
2.8 การทดสอบสมมุติฐาน(Hypothesis Testing).....	24
<b>บทที่ 3 การคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร</b>	
3.1 การวิเคราะห์หาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร.....	27
3.2 อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากข้อมูลจริง.....	29

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจรรยาจากการทดสอบสมมุติฐาน.....	31
<b>บทที่ 4 ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์</b>	
4.1 การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจรรยา.....	49
4.1.1 จุดประสงค์.....	49
4.1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์.....	49
4.1.3 ผลการวิเคราะห์.....	50
4.1.4 ผลจากการวิเคราะห์.....	95
<b>บทที่ 5 สรุป</b>	
5.1 สรุปผลการวิเคราะห์.....	96
5.2 ปัญหาที่พบ.....	96
5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป.....	96
เอกสารอ้างอิง.....	97
ภาคผนวก.....	98
ประวัติผู้เขียน โครงการงาน.....	99



# สารบัญตาราง

หน้า

## ตารางที่

2.1	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น.....	5
2.2	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.....	6
2.3	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น.....	7
2.4	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น. ....	8
2.5	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.....	9
2.6	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น. ....	10
2.7	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น. ....	11
2.8	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น. ....	12
2.9	ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น. ....	13
2.10	ตารางสรุปผลการตัดสินใจจากการทดสอบสมมุติฐาน.....	21
3.1	การคำนวณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	30
3.2	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกแรก 10 วินาที.....	41
3.3	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสอง 10 วินาที.....	41
3.4	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสาม 10 วินาที.....	41
3.5	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสี่ 10 วินาที.....	42
3.6	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกห้า 10 วินาที.....	42
3.7	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกแรก 13 วินาที.....	42
3.8	แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสอง 13 วินาที.....	43



## สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่	หน้า
3.9 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสาม 13 วินาที.....	43
3.10 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสี่ 13 วินาที.....	43
3.11 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกห้า 13 วินาที.....	44
3.12 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกแรก 14 วินาที.....	44
3.13 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสอง 14 วินาที.....	44
3.14 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสาม 14 วินาที.....	45
3.15 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสี่ 14 วินาที.....	45
3.16 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกห้า 14 วินาที.....	45
3.17 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกแรก 15 วินาที.....	46
3.18 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสอง 15 วินาที.....	46
3.19 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสาม 15 วินาที.....	46
3.20 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสี่ 15 วินาที.....	47
3.21 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกห้า 15 วินาที.....	47
3.22 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	48
4.1 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	50
4.2 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	51
4.3 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	55
4.4 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	56
4.5 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	60
4.6 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	61

## สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

### ตารางที่

4.7 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	65
4.8 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	66
4.9 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.....	70
4.10 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.....	71
4.11 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	75
4.12 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	76
4.13 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ข้อมูลจริง)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	80
4.14 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	81
4.15 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ข้อมูลจริง)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	85
4.16 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	86
4.17 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	90
4.18 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	91



# สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1	รูปแบบแผนผังระบบควบคุมสัญญาณจราจรตามสภาพจริง.....	4
2.2	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	14
2.3	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	14
2.4	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	15
2.5	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	15
2.6	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	16
2.7	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	16
2.8	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	17
2.9	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.....	17
2.10	กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงวันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....	18
3.1	รูปแบบแผนผังระบบควบคุมสัญญาณจราจรตามสภาพจริง.....	28
3.2	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	32
3.3	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	34
3.4	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	36
3.5	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	38
3.6	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	40
3.7	แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง $H_1: \mu \neq \mu_0$ .....	47
4.1	กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยก 1 แยกมอโน - เรือนแพ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.....	52











- 4.45 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรื่อนแพ-มอนอ 4/5/50 เวลา เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....93
- 4.46 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 แยกชอย010- พระองค์ดำ 4/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.....94



### 1.1 หลักการและเหตุผล

เนื่องจากการใช้รถบนท้องถนนเป็นจำนวนมากและเพิ่มขึ้นทุกปี จึงเป็นสาเหตุหนึ่งที่ทำให้เกิดการจราจรติดขัด ทำให้ระยะเวลาในการเดินทางเพิ่มขึ้นอีกทั้งยังทำให้เพิ่มปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงตามลำดับ และยังเป็นสาเหตุทำให้เกิดการจราจรติดขัด

ดังนั้นจึงมีความคิดที่จะจัดทำโครงการเกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานของเวลาในการปล่อยสัญญาณไฟแดงในแต่ละแยก โดยใช้ห้าแยกโคกมะตูม จ.พิษณุโลก เป็นต้นแบบในการวิเคราะห์ เพื่อนำค่าที่ได้มากำหนดเวลาในการสัญญาณไฟแดงในแต่ละแยก เพื่อประหยัดอัตราการใช้พลังงานเชื้อเพลิงในรถแต่ละคัน

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร
2. เพื่อประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละคัน
3. เพื่อนำผลการทดลองที่ได้มีนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

### 1.3 ขอบข่ายของโครงการ

โครงการนี้เป็นโครงการที่เกี่ยวกับการวิเคราะห์อัตราการใช้พลังงานของรถยนต์ต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร โดยการใช้หลักทางสถิติในการกำหนดระยะเวลาของสัญญาณแดงในแต่ละแยก โดยมีหัวข้อหลักที่จะศึกษาเพื่อวิเคราะห์ดังนี้

1. ศึกษาและเก็บข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงในแต่ละแยก แต่ละช่วงเวลา เพื่อใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจรตามสภาพจริง
2. ศึกษาข้อมูลและหลักการวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อใช้ในการควบคุมสัญญาณไฟจราจร



## 1.4 กิจกรรมดำเนินการ

ลำดับ	การดำเนินงาน	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	เขียนโครงการ Proposal	■					
2	รวบรวมข้อมูลและเอกสาร		■				
3	ศึกษาและออกแบบการวิเคราะห์			■			
4	รวบรวมผลสรุปการวิเคราะห์					■	
5	ปรับปรุงและแก้ไข					■	
6	จัดทำเอกสาร						■

## 1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร
2. สามารถประหยัดเชื้อเพลิงของรถยนต์แต่ละคัน
3. สามารถนำผลการวิเคราะห์ไปประยุกต์ใช้งานได้จริง

## 1.6 งบประมาณ

1. ค่าวัสดุสำนักงาน เป็นเงิน 300 บาท
2. ค่าวัสดุคอมพิวเตอร์ เป็นเงิน 200 บาท
3. ค่าถ่ายเอกสาร เป็นเงิน 200 บาท
4. ค่าวัสดุอื่นๆ เป็นเงิน 300 บาท

รวมเป็นเงินทั้งสิ้น 1,000 บาท (หนึ่งพันบาทถ้วน)

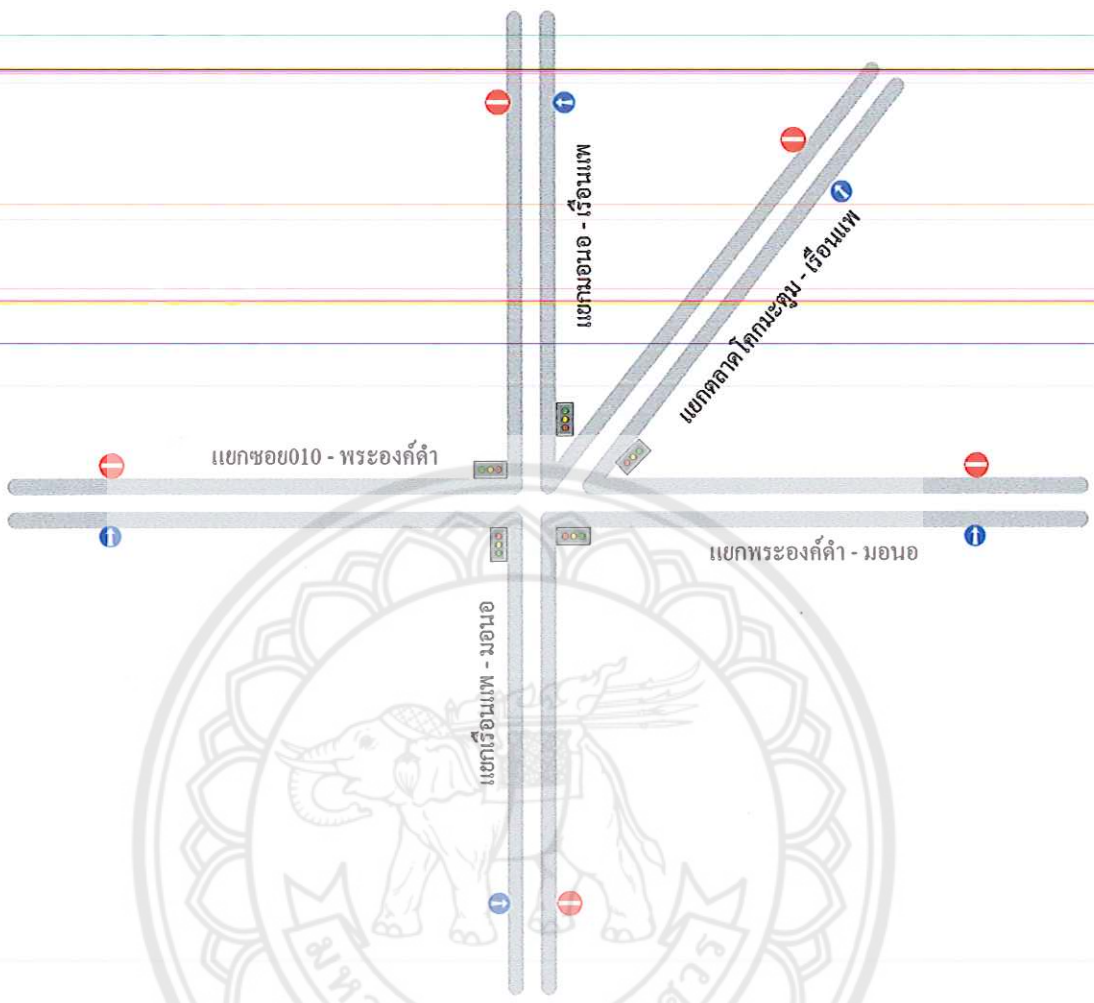
## บทที่ 2

### หลักการและทฤษฎี

#### 2.1 ปัญหาของระบบสัญญาณไฟจราจร ห้าแยกโคกมะตูม

เนื่องจากจำนวนรถในห้าแยกโคกมะตูมจะมีจำนวนรถในแต่ละแยกมีค่าความหนาแน่นของรถที่แตกต่างกัน ถ้าเป็นช่วงเวลา 07.30น. - 08.30น. ในแยกที่ 1 จะมีจำนวนรถหนาแน่นกว่าแยกอื่นๆ และถ้าเป็นตอนเย็นจำนวนรถในแยกที่ 3 จะมีความหนาแน่นกว่าแยกอื่นๆ ดังนั้นเราจึงได้สำรวจว่าจำนวนรถในแต่ละแยกจะมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน เนื่องจากความต้องการใช้เส้นทางในการเดินทางและช่วงเวลาในการปล่อยรถตามสัญญาณจราจรในห้าแยกโคกมะตูม จะตั้งเวลาไฟแดงในการปล่อยรถดังนี้

1. แยกมอนอ – เรือนแพ	188	วินาที
2. แยกตลาดโคกมะตูม – เรือนแพ	194	วินาที
3. แยกพระองค์ดำ – มอนอ	182	วินาที
4. แยกเรือนแพ – มอนอ	158	วินาที
5. แยกซอย010 – พระองค์ดำ	203	วินาที



รูปที่ 2.1 รูปแบบแผนผัง ระบบควบคุมสัญญาณจราจร ตามสภาพจริง

## 2.2 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดงในห้าแยกโลกมะตุ่ม

### ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	42	6	7	37	4
2	35	5	5	39	8
3	24	1	11	44	4
4	36	2	8	40	4
5	40	5	15	31	1
6	35	3	4	48	3
7	22	6	10	53	5
8	30	7	10	28	1
9	24	2	14	49	4
10	22	0	12	51	4
11	40	5	5	47	3
12	33	3	11	33	5
13	24	2	14	36	4
14	25	7	9	31	3
15	38	1	3	40	6
16	41	4	7	45	4
17	39	2	8	39	9



ตารางที่ 2.2 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	47	6	5	110	4
2	41	6	8	95	4
3	43	7	6	116	4
4	51	5	8	96	3
5	69	9	10	95	2
6	72	13	6	116	5
7	44	15	11	99	1
8	47	13	7	88	3
9	59	7	10	80	2
10	51	10	8	51	4
11	52	9	6	50	3
12	56	5	8	63	2
13	57	6	10	73	3
14	60	7	5	74	5
15	60	13	8	39	9
16	58	12	9	60	2
17	51	3	11	68	4

ตารางที่ 2.3 ข้อมูลจำนวนรถที่คิดสัญญาไฟแดง

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่คิดสัญญาไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	48	9	6	57	5
2	38	12	9	46	6
3	75	9	12	58	8
4	68	11	17	44	1
5	81	13	8	54	1
6	77	9	15	38	7
7	70	10	8	40	3
8	77	8	9	47	5
9	74	11	8	48	4
10	62	10	9	49	1
11	54	12	11	51	5
12	60	12	14	48	1
13	63	6	7	33	0
14	60	11	14	43	3
15	57	10	10	72	6
16	52	12	4	69	4
17	50	6	9	51	5

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	43	4	11	36	2
2	41	2	9	40	3
3	50	2	7	45	6
4	52	5	13	35	8
5	64	9	15	31	1
6	59	3	12	33	2
7	57	3	11	35	4
8	39	3	8	37	3
9	38	2	12	39	2
10	49	5	11	40	1
11	60	2	7	39	4
12	63	7	4	30	5
13	41	6	9	41	6
14	43	3	13	40	7
15	46	1	7	37	3
16	49	2	10	51	2
17	38	1	5	45	9



ตารางที่ 2.5 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	63	7	9	81	4
2	47	4	11	65	3
3	43	13	8	70	1
4	54	10	9	71	2
5	35	9	6	61	3
6	53	9	10	80	3
7	63	7	12	72	4
8	47	14	4	60	6
9	49	17	9	67	1
10	65	6	5	69	5
11	45	4	7	61	7
12	48	11	13	56	3
13	41	8	8	74	4
14	53	7	8	55	1
15	57	3	4	71	2
16	62	9	6	66	5
17	56	4	9	68	7

ตารางที่ 2.6 ข้อมูลจำนวนรถที่คิดสัญญาไฟแดง

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่คิดสัญญาไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	64	7	7	53	5
2	67	8	4	57	4
3	75	8	5	56	1
4	60	3	4	59	3
5	63	12	7	70	2
6	49	4	4	47	5
7	54	11	12	58	4
8	60	10	8	50	7
9	63	8	9	61	1
10	68	3	5	61	8
11	43	9	13	56	9
12	49	11	11	60	6
13	65	7	8	70	3
14	64	8	7	82	5
15	83	18	7	66	2
16	70	19	14	51	1
17	69	21	11	50	0

ตารางที่ 2.7 ข้อมูลจำนวนรถที่คิดสัญญาไฟแดง

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่คิดสัญญาไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	41	2	10	36	3
2	39	7	12	52	4
3	37	1	3	50	2
4	49	2	12	41	1
5	42	5	7	37	7
6	47	0	4	36	5
7	30	2	8	36	3
8	28	6	3	33	7
9	39	10	7	34	5
10	38	4	7	33	6
11	28	4	12	41	6
12	30	7	9	74	4
13	46	3	10	62	3
14	52	2	7	54	5
15	36	5	7	53	1
16	39	4	11	55	2
17	58	3	12	41	10



ตารางที่ 2.8 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

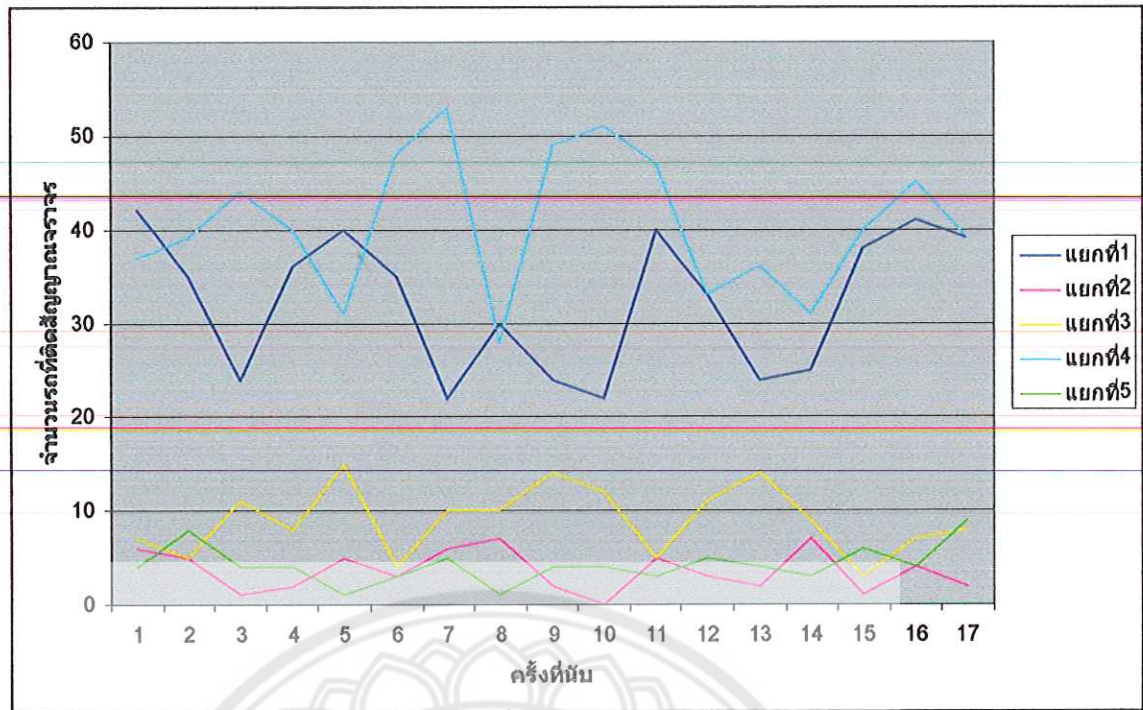
วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	58	9	8	70	8
2	37	6	7	66	4
3	20	9	6	55	3
4	50	14	3	55	3
5	60	7	5	69	4
6	51	10	5	72	4
7	71	10	5	62	3
8	61	7	12	55	2
9	62	5	7	56	1
10	73	8	8	60	0
11	59	7	11	48	9
12	60	5	6	66	3
13	48	3	4	62	3
14	70	5	9	46	4
15	67	0	6	61	1
16	71	5	4	58	3
17	73	5	9	55	6

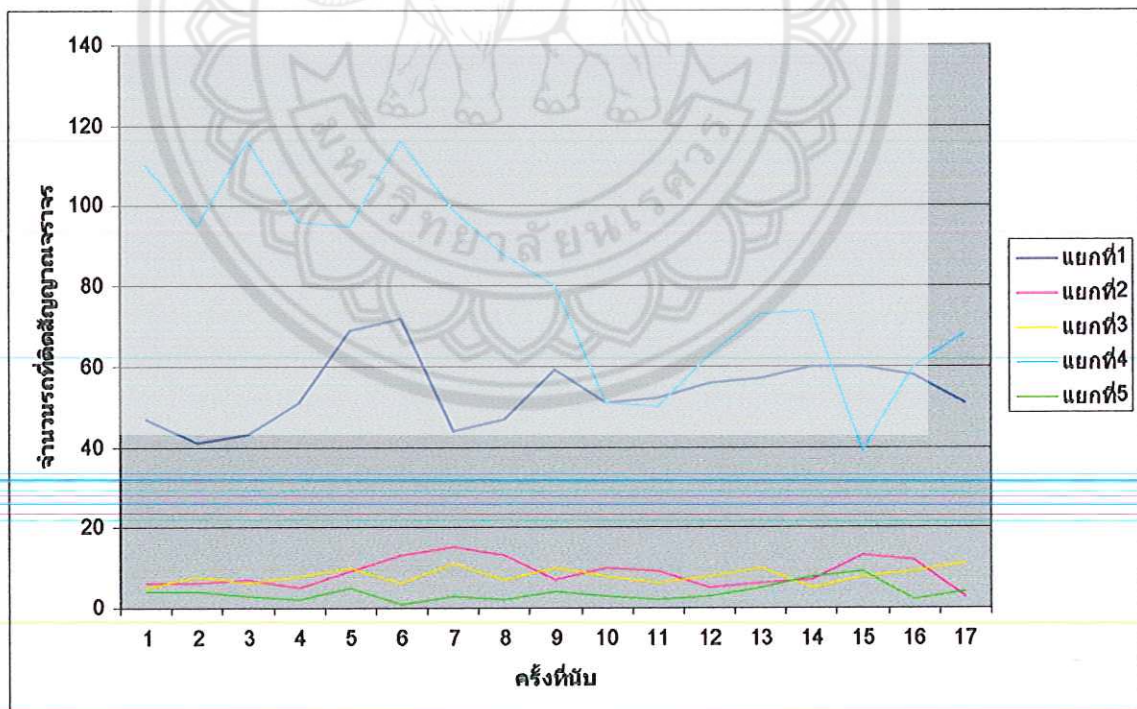
ตารางที่ 2.9 ข้อมูลจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น.

ครั้งที่	จำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจร(คัน)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	44	6	11	55	1
2	43	12	7	66	5
3	45	6	5	54	4
4	55	7	5	57	2
5	65	6	1	45	2
6	32	7	7	45	1
7	51	10	6	55	2
8	23	7	8	40	3
9	57	2	4	63	3
10	75	2	6	53	3
11	68	8	11	56	3
12	53	18	5	52	0
13	44	16	8	57	5
14	40	4	13	135	4
15	56	14	9	68	3
16	27	4	13	41	7
17	48	12	7	51	4

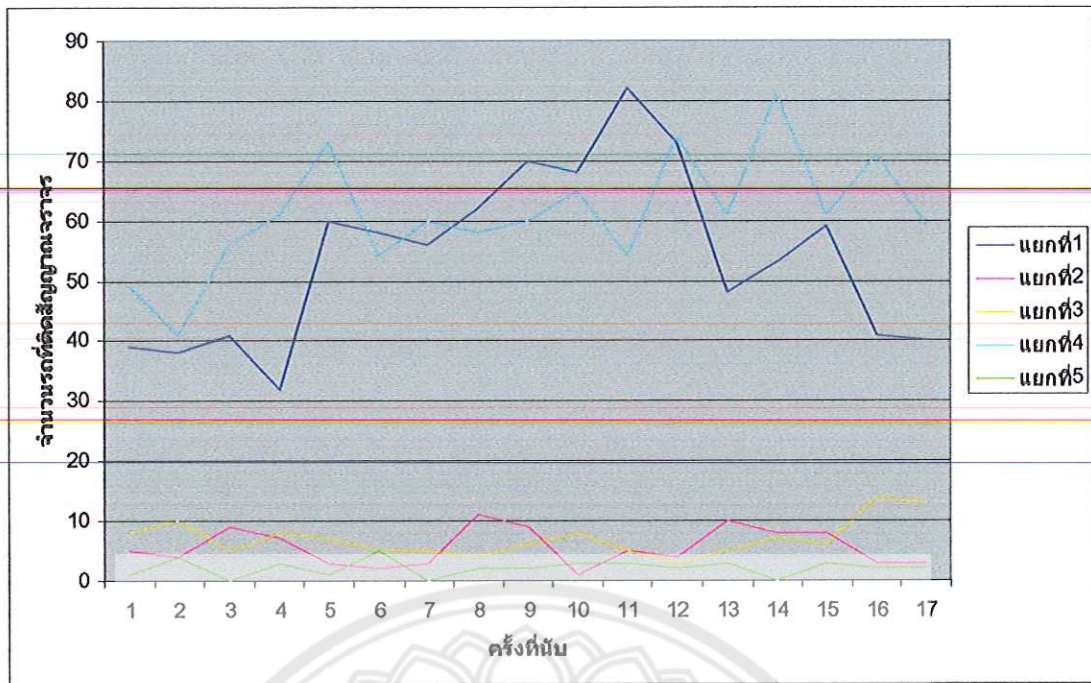


รูปที่ 2.2 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น.

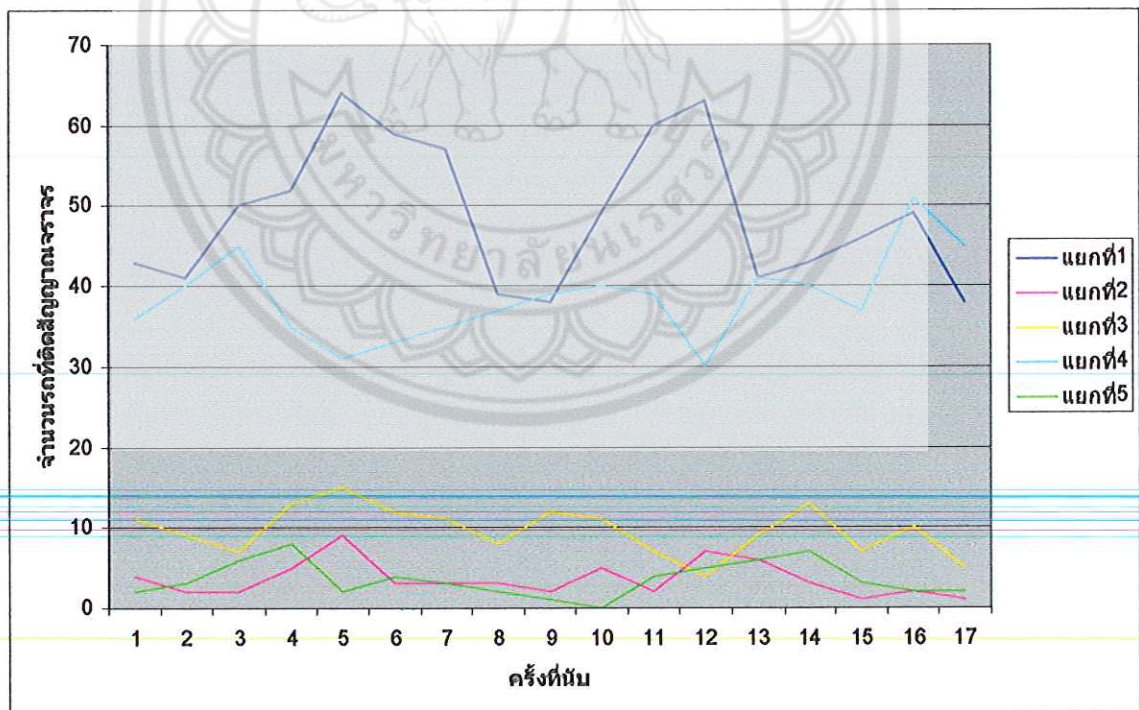


รูปที่ 2.3 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.

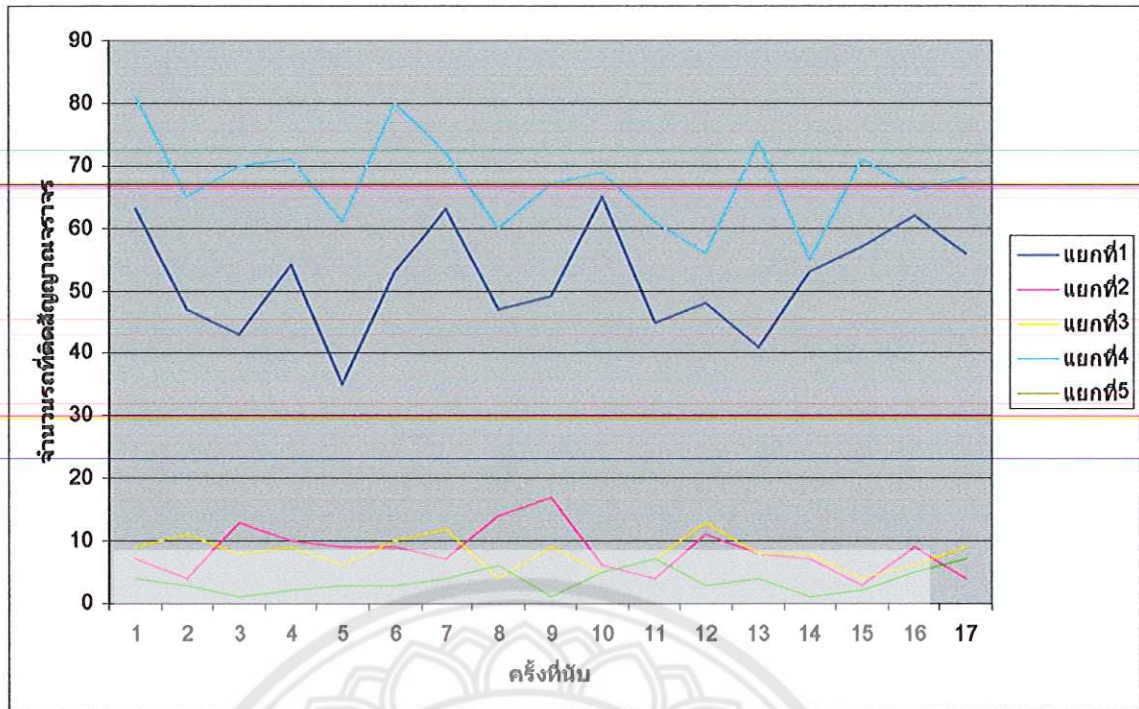




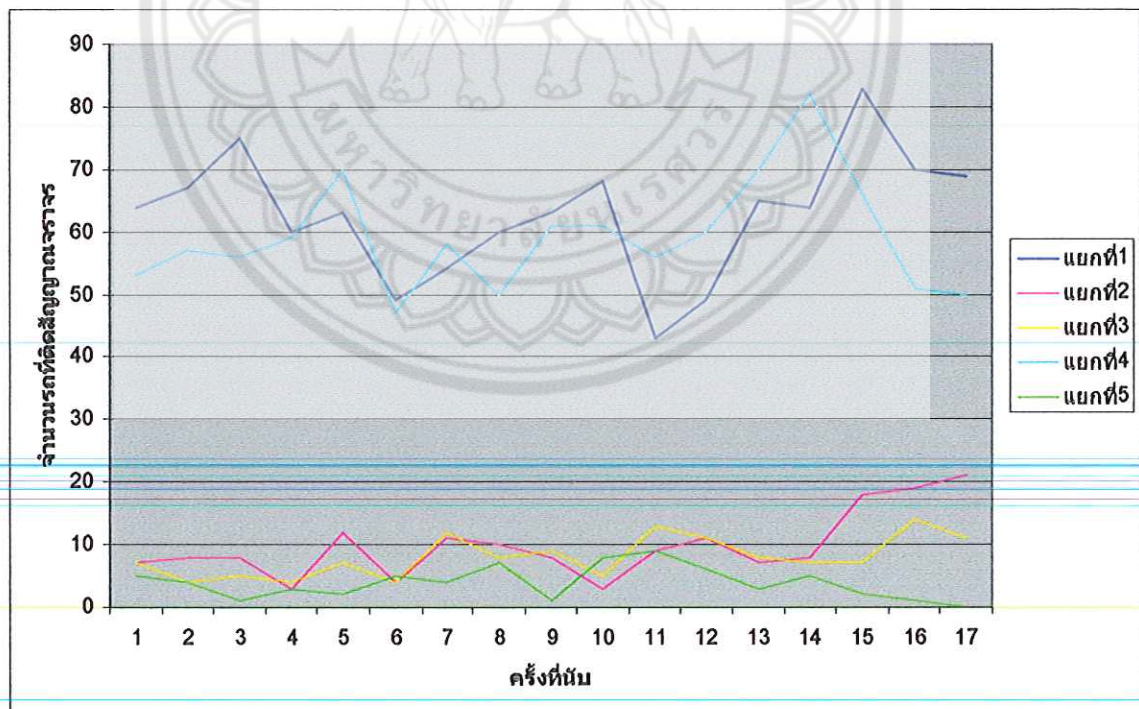
รูปที่ 2.4 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น.



รูปที่ 2.5 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. – 08.30 น.

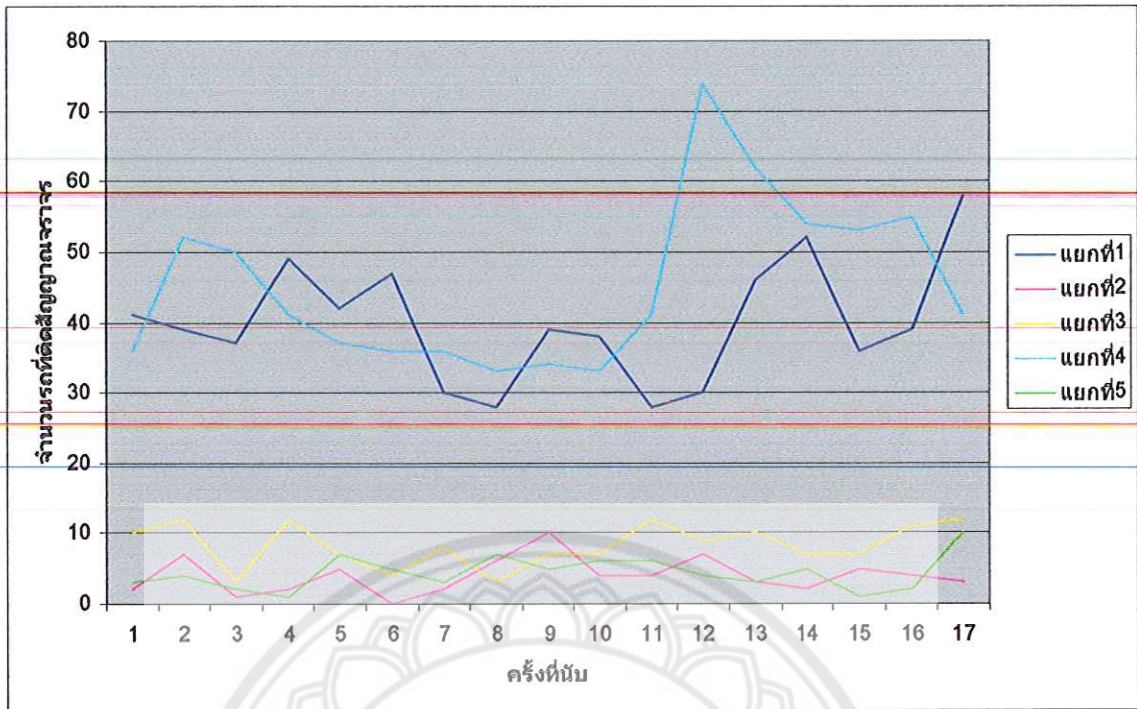


รูปที่ 2.6 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. – 12.30 น.

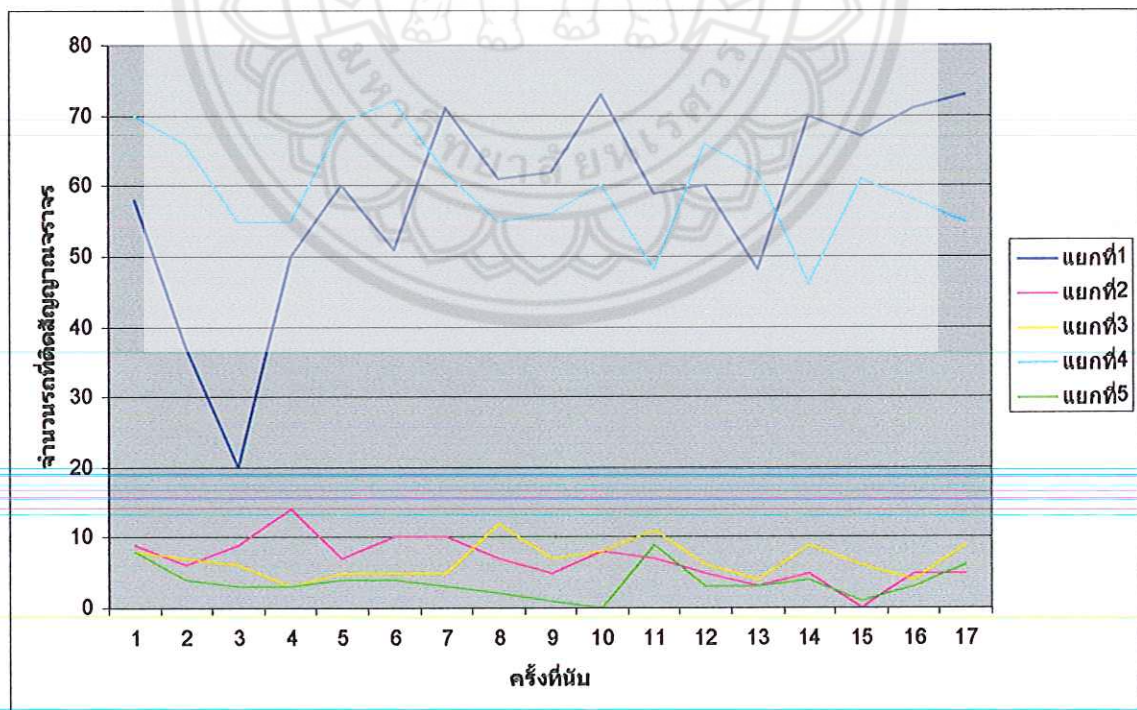


รูปที่ 2.7 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. – 17.30 น.



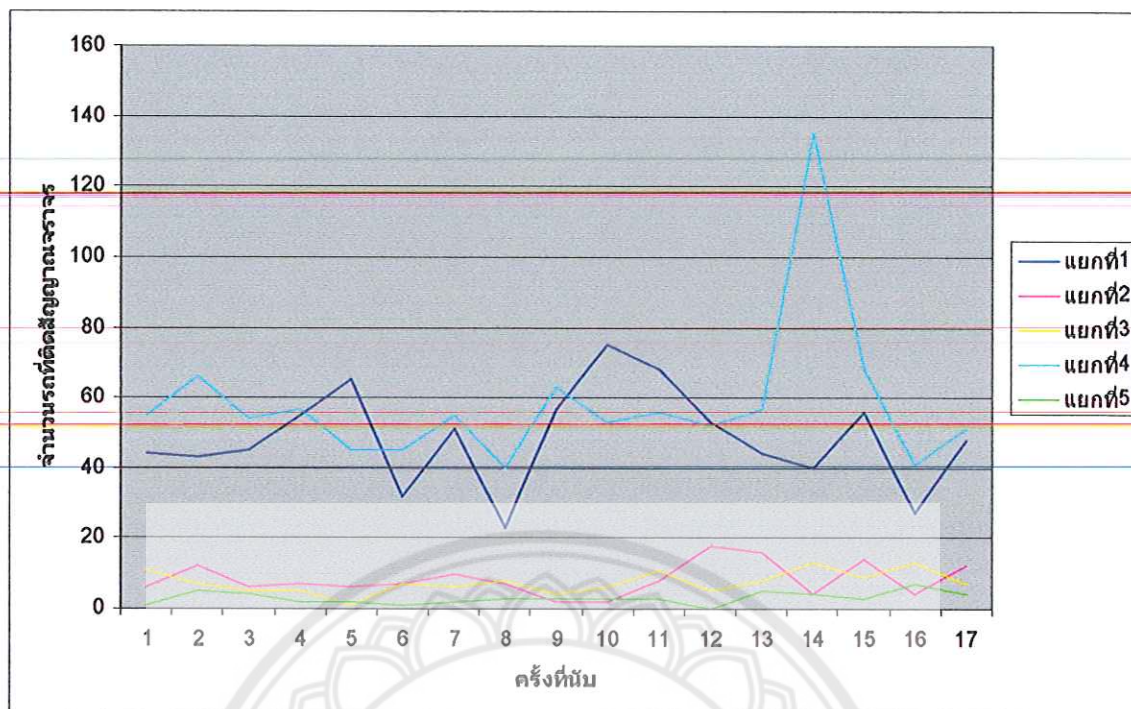


รูปที่ 2.8 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



รูปที่ 2.9 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง  
วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.





รูปที่ 2.10 กราฟแสดงจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟแดง

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

### 2.3 การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร

ในการวิเคราะห์จะแบ่งการวิเคราะห์ออกเป็นห้าแยกได้แก่ แยกมอโน - เรือนแพ , แยกตลาดโลก มะตูม - เรือนแพ , แยกพระองค์ดำ - มอโน , แยกเรือนแพ - มอโน , แยกซอย010 - พระองค์ดำ โดยการลดเวลาสัญญาณไฟแดงซึ่งจะทำให้ประหยัดน้ำมัน เพราะลดอัตราการสูญเสีย น้ำมันเนื่องจากการออกตัวของรถ อัตราการสูญเสีย น้ำมันของแต่ละแยกหาได้จาก

อัตราการสูญเสียน้ำมัน(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาท) × สัญญาไฟแดง(นาท)

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาท) × สัญญาไฟแดง (นาท) × จำนวนรถ(คัน)

## 2.4 อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ

รถขนาดเล็ก วิ่งเฉลี่ยนอกเมือง – ในเมือง(ทางไกล) โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย 80 กม./ชม.

เครื่องยนต์ขนาด 1.5 ลิตร

เครื่อง VTEC ใช้น้ำมันเฉลี่ย 15 กม./ลิตร

จะได้ว่า รถวิ่งในระยะทาง 80 กม. ใช้เวลาไปทั้งสิ้น 60 นาที  
 ถ้ารถวิ่งในระยะทาง 15 กม. จะใช้เวลาไปทั้งสิ้น  $\frac{60 \times 15}{80} = 11.25$  นาที

เครื่อง VTEC ใช้น้ำมันเฉลี่ย 11.25 นาที/ลิตร

เพราะฉะนั้นเครื่อง VTEC ใช้น้ำมันเฉลี่ย

$$\frac{1}{11.25} = 0.0888 \text{ ลิตร/นาที}$$

เครื่อง iDSI ใช้น้ำมันเฉลี่ย 15.2 กม./ลิตร

จะได้ว่า รถวิ่งในระยะทาง 80 กม. ใช้เวลาไปทั้งสิ้น 60 นาที  
 ถ้ารถวิ่งในระยะทาง 15.2 กม. จะใช้เวลาไปทั้งสิ้น  $\frac{60 \times 15.2}{80} = 11.4$  นาที

เครื่อง iDSI ใช้น้ำมันเฉลี่ย 11.4 นาที/ลิตร

เพราะฉะนั้นเครื่อง iDSI ใช้น้ำมันเฉลี่ย

$$\frac{1}{11.4} = 0.0877 \text{ ลิตร/นาที}$$

รถขนาดกลาง วิ่งเฉลี่ยนอกเมือง – ในเมือง(ทางไกล) โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย 61.87 กม./ชม.

เครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตร

ใช้น้ำมันเฉลี่ย 12.19 กม./ลิตร

จะได้ว่า รถวิ่งในระยะทาง 61.87 กม. ใช้เวลาไปทั้งสิ้น 60 นาที  
 ถ้ารถวิ่งในระยะทาง 12.19 กม. จะใช้เวลาไปทั้งสิ้น  $\frac{60 \times 12.19}{61.87} = 11.8216$  นาที

เครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตร ใช้น้ำมันเฉลี่ย 11.8216 นาที/ลิตร

เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตรใช้น้ำมันเฉลี่ย

$$\frac{1}{11.8216} = 0.0846 \text{ ลิตร / นาที}$$

เครื่องยนต์ขนาด 2.4 ลิตร

ใช้น้ำมันเฉลี่ย 12.22 กม./ลิตร

จะได้ว่า รถวิ่งในระยะทาง 61.87 กม. ใช้เวลาไปทั้งสิ้น 60 นาที

ถ้ารถวิ่งในระยะทาง 12.22 กม. จะใช้เวลาไปทั้งสิ้น  $\frac{60 \times 12.22}{61.87} = 11.8506$  นาที

เครื่องยนต์ขนาด 2.4 ลิตรใช้น้ำมันเฉลี่ย 11.8506 นาที / ลิตร

เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตรใช้น้ำมันเฉลี่ย

$$\frac{1}{11.8506} = 0.0844 \text{ ลิตร / นาที}$$

รถขนาดใหญ่(รถบรรทุก) วิ่งเฉลี่ยนอกเมือง – ในเมือง(ทางใกล้)

โดยใช้ความเร็วเฉลี่ย 59.87 กม./ชม.

เครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตร

ใช้น้ำมันเฉลี่ย 10.56 กม./ลิตร

จะได้ว่า รถวิ่งในระยะทาง 59.87 กม. ใช้เวลาไปทั้งสิ้น 60 นาที

ถ้ารถวิ่งในระยะทาง 10.56 กม. จะใช้เวลาไปทั้งสิ้น  $\frac{60 \times 10.56}{59.87} = 10.5829$  นาที

เครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตรใช้น้ำมันเฉลี่ย 10.5829 นาที / ลิตร

เพราะฉะนั้นเครื่องยนต์ขนาด 2.0 ลิตรใช้น้ำมันเฉลี่ย

$$\frac{1}{10.5829} = 0.0945 \text{ ลิตร / นาที}$$

จะได้ว่า

$$\begin{aligned} \text{อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที)} &= (0.0888 + 0.0877 + 0.0846 + 0.0844 + 0.0945) / 5 \\ &= 0.0880 \text{ ลิตร / นาที} \end{aligned}$$



## 2.5 สมมุติฐาน (Hypothesis)

สมมุติฐาน หมายถึง เกณฑ์หรือข้อตกลงที่ตั้งขึ้นเพื่อพิสูจน์ให้เกิดการยอมรับหรือการปฏิเสธ ซึ่งการยอมรับหรือการปฏิเสธจะเกิดจากผลของการสุ่มตัวอย่างและการทดสอบสมมุติฐานตามเกณฑ์ที่ตั้งขึ้นนั้น

การตั้งสมมุติฐาน จะประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ

1. สมมุติฐานหลัก (Null Hypothesis ;  $H_0$ ) เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเกี่ยวกับพารามิเตอร์ที่ทราบค่าที่แน่นอน มักจะเป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อต้องการปฏิเสธ เช่น

$$H_0 : \mu_1 = 20,000$$

2. สมมุติฐานรอง (Alternative Hypothesis ;  $H_1$ ) เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นขัดแย้งกับสมมุติฐานหลัก มักจะเป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นเพื่อต้องการการยอมรับ สมมุติฐานรองมี 2 ลักษณะคือ

2.1 สมมุติฐานรองแบบทางเดียว เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นโดยกำหนดทิศทาง เช่น

$$H_1 : \mu_1 < 20,000 \quad \text{หรือ} \quad H_1 : \mu_1 > 20,000$$

2.2 สมมุติฐานรองแบบสองทาง เป็นสมมุติฐานที่ตั้งขึ้นโดยไม่กำหนดทิศทาง เช่น

$$H_1 : \mu_1 \neq 20,000$$

## 2.6 ข้อผิดพลาดจากการสรุปผล (Type of Error)

จะเห็นได้ว่าการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธสมมุติฐาน ขึ้นอยู่กับข้อมูลของกลุ่มตัวอย่าง ทำให้การตัดสินใจไม่จำเป็นต้องถูกต้องทุกครั้งไปและหลาย ๆ ครั้งก็เกิดการตัดสินใจผิดพลาดเสมอ ๆ ดังตารางที่ 2.22

การตัดสินใจจากการทดสอบสมมุติฐาน	ข้อเท็จจริง	
	$H_0$ เป็นจริง	$H_0$ เป็นเท็จ
ยอมรับ $H_0$ (ปฏิเสธ $H_1$ )	ตัดสินใจถูกต้อง $(1 - \alpha)$	Type I error $\beta$
ยอมรับ $H_1$ (ปฏิเสธ $H_0$ )	Type II error $\alpha$	ตัดสินใจถูกต้อง $(1 - \beta)$

ตารางที่ 2.10 ตารางสรุปผลการตัดสินใจจากการทดสอบสมมุติฐาน

จากตารางที่ 2.10 จะเห็นได้ว่าโอกาสที่จะตัดสินใจผิดพลาดมีอยู่ 2 ทาง คือ

1. ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (Type I error) เกิดขึ้นเมื่อสมมุติฐานหลักที่เป็นจริงมีความน่าจะเป็นเท่ากับ  $\alpha$  ซึ่งเราเรียกว่าระดับนัยสำคัญ (level of significance) และที่เรียกว่านัยสำคัญ ก็เพราะค่าสถิติที่ได้จากตัวอย่างกับค่าตามสมมุติฐานมีมากกว่าที่จะเกิดโดยบังเอิญ หรือมากจนถือว่า มีนัยสำคัญ

2. ความคลาดเคลื่อนแบบที่ 2 (Type II error) เกิดขึ้นเมื่อสมมุติฐานหลักที่เป็นเท็จมีความน่าจะเป็นเท่ากับ  $\beta$

ในการทดสอบสมมุติฐาน จะพยายามป้องกันความคลาดเคลื่อนที่จะเกิดทั้งสองชนิด แต่วิธีการที่ยอมรับว่าดีในหมู่นักสถิติ คือ การกำหนดขนาดความน่าจะเป็นในการเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (กำหนด  $\alpha$ )

การกำหนดขนาดความน่าจะเป็นในการเกิดความคลาดเคลื่อนแบบที่ 1 (กำหนด  $\alpha$ ) นั้นขึ้นอยู่กับความเสียหายที่จะเกิดขึ้นเนื่องจากการปฏิเสธสมมุติฐานหลักที่เป็นจริง ถ้าความคลาดเคลื่อนก่อให้เกิดความเสียหายมากก็จะกำหนดระดับนัยสำคัญน้อย ๆ เช่น กำหนดไว้ที่ 0.01, 0.001, 0.005 เป็นต้น และถ้าความคลาดเคลื่อนก่อให้เกิดความเสียหายไม่มากก็จะกำหนดให้ระดับนัยสำคัญมากขึ้น เช่น กำหนดไว้ที่ 0.1, 0.5 เป็นต้น หรืออาจกล่าวได้ว่าการกำหนดระดับนัยสำคัญก็คือการกำหนดขนาดของความคลาดเคลื่อนว่าจะยอมให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้มากน้อยแค่ไหนนั่นเอง

## 2.7 ช่วงของการยอมรับ (accept region) และ เขตวิกฤต (critical region)

ในการทดสอบสมมุติฐานจะต้องมีการกำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) หรือระดับความเชื่อมั่น  $(1-\alpha)$  เพื่อเป็นขอบเขตให้เกิดการยอมรับและการปฏิเสธ นั่นหมายความว่า

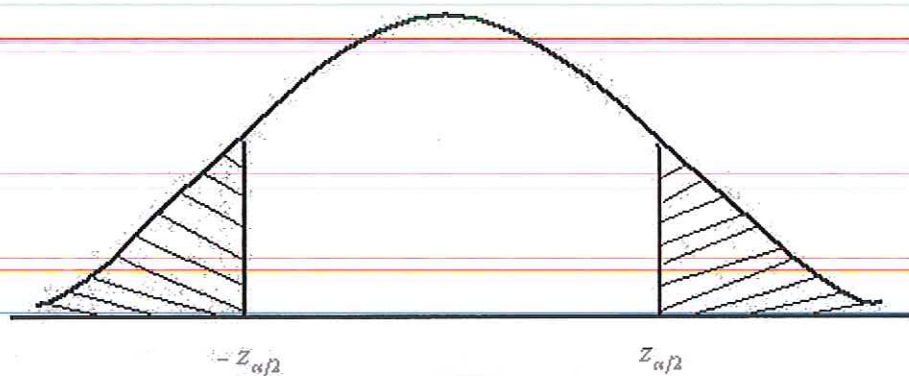
1. จะยอมรับ  $H_0$  เมื่อค่าตัวอย่าง (X) อยู่ในช่วงของการยอมรับ (accept region)
2. จะปฏิเสธ  $H_0$  เมื่อค่าตัวอย่าง (X) อยู่ในเขตวิกฤต (critical region)

ในการกำหนดช่วงของการยอมรับและเขตวิกฤต จะเริ่มจากการกำหนดระดับนัยสำคัญ ( $\alpha$ ) จากนั้นก็เปิดตารางเพื่อหาค่า Z สร้างเป็นเขตวิกฤตขึ้นมา เช่น กำหนดระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.05$

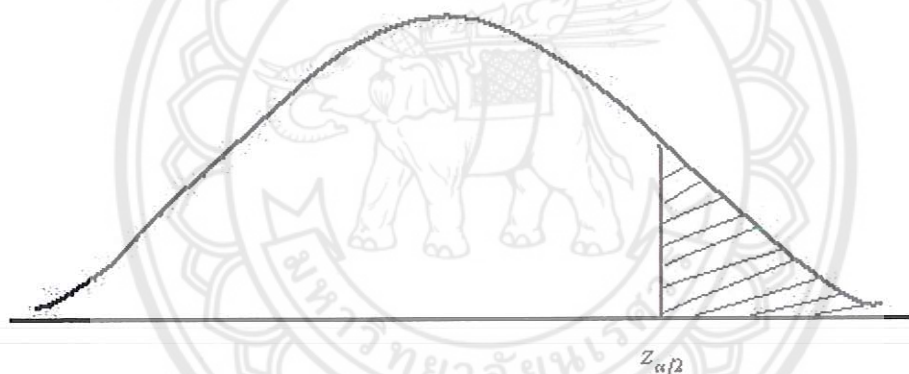
ถ้าเป็นสมมุติฐานสองทาง ( $H_1 : \mu \neq \mu_0$ ) ให้เปิดตารางหาค่า  $z_{\alpha/2}$  นั่นคือ  $z_{0.025}$  จะได้  $z = \pm 1.96$  จะได้เขตวิกฤตดังรูปที่ 2.2

ถ้าเป็นสมมุติฐานทางเดียว ( $H_1 : \mu > \mu_0$ ) ให้เปิดตารางหาค่า  $z_\alpha$  นั่นคือ  $z_{0.05}$  จะได้  $z = 1.645$  จะได้เขตวิกฤตดังรูปที่ 2.3

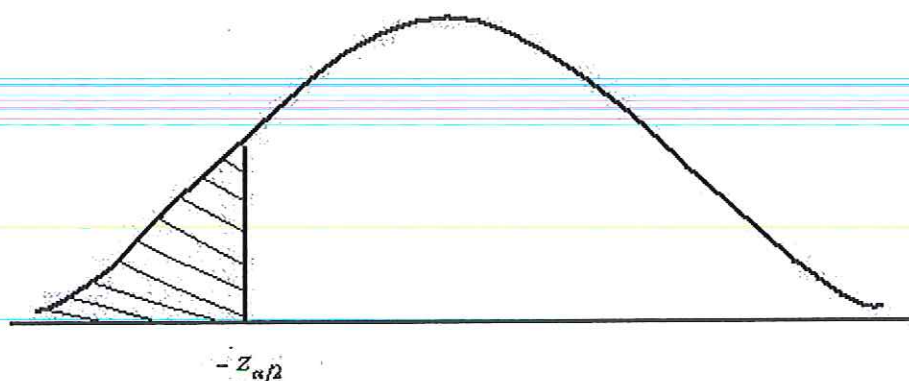
ถ้าเป็นสมมุติฐานทางเดียว ( $H_1 : \mu < \mu_0$ ) ให้เปิดตารางหาค่า  $z_\alpha$  นั่นคือ  $z_{0.05}$  จะได้  $z = -1.645$  จะได้เขตวิกฤตดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.2 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$



รูปที่ 2.3 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu > \mu_0$



รูปที่ 2.4 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu < \mu_0$



## 2.8 การทดสอบสมมุติฐาน(Hypothesis Testing)

ในการทดสอบสมมุติฐานมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก  $H_0 : \mu = \mu_0$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

กรณีทดสอบสองทาง  $H_1 : \mu \neq \mu_0$

กรณีทดสอบทางเดียวด้านบน  $H_1 : \mu > \mu_0$

กรณีทดสอบทางเดียวด้านล่าง  $H_1 : \mu < \mu_0$

3. กำหนดระดับนัยสำคัญ

4. กำหนดสถิติที่จะใช้ทดสอบสมมุติฐาน

4.1 การทดสอบค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง ( $\bar{x}$ )

4.1.1 กรณีรู้ค่า  $\sigma^2$   $Z = \frac{(\bar{x} - \mu)}{\sigma/\sqrt{n}}$  (2.1)

4.1.2 กรณีไม่รู้ค่า  $\sigma^2$   
 $-n > 30$   $Z = \frac{(\bar{x} - \mu)}{S/\sqrt{n}}$  (2.2)

$-n < 30$   $t = \frac{(\bar{x} - \mu)}{S/\sqrt{n}}$   $df = n - 1$  (2.3)

4.2 การทดสอบผลต่างค่าเฉลี่ยของตัวอย่าง

4.2.1 กรณีรู้ค่า  $\sigma_1^2$  และ  $\sigma_2^2$

$$Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(\sigma_1^2/n_1) + (\sigma_2^2/n_2)}} \quad (2.4)$$

4.2.2 กรณีไม่รู้ค่า  $\sigma_1^2$  และ  $\sigma_2^2$

$n > 30$   $Z = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)}} \quad (2.5)$

รับ  
พิจารณา  
2549

$$n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2 \quad t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}} \quad (2.6)$$

โดย

$$S_p^2 = \frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \quad (2.7)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 \quad (2.8)$$

$$n < 30 ; \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2 \quad t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{\sqrt{(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)}} \quad (2.9)$$

โดย

$$V = \frac{[(S_1^2/n_1) + (S_2^2/n_2)]^2}{[(S_1^2/n_1)^2/(n_1 - 1)] + [(S_2^2/n_2)^2/(n_2 - 1)]} \quad (2.10)$$

#### 4.3 การทดสอบสัดส่วนของตัวอย่าง (P)

##### 4.3.1 ประชากร 1 ชุด

$$Z = \frac{p - p}{\sqrt{pq/n}} \quad (2.11)$$

##### 4.3.2 ประชากร 2 ชุด

$$Z = \frac{(p_1 - p_2) - (q_1 - q_2)}{\sqrt{(p_1 q_1/n_1) + (p_2 q_2/n_2)}} \quad (2.12)$$

## 4.3 การทดสอบความเท่ากันของค่าเฉลี่ยเมื่อสังเกตเป็นคู่ ๆ

$$t = \frac{d - \mu_d}{S_d \sqrt{n}} \quad ; \quad df = n - 1 \quad (2.13)$$

## 4.4 การทดสอบค่าความแปรปรวน

$$\chi^2 = \frac{(n-1)S^2}{\sigma^2} \quad ; \quad \nu = n - 1 \quad (2.14)$$

## 4.5 การทดสอบอัตราส่วนของค่าความแปรปรวน

$$F = S_1^2 / S_2^2 \quad ; \quad \nu_1 = n_1 - 1, \nu_2 = n_2 - 1 \quad (2.15)$$

## 5. กำหนดเขตวิกฤตตามค่าสถิติที่ใช้และระดับนัยสำคัญ

1. ดูว่าใช้ค่าสถิติใด  $Z, t, F$  หรือ  $\chi^2$
2. ดูว่าเป็นสมมุติฐานที่ทาง
3. เขียนเขตวิกฤต

## 6. กำหนดค่าสถิติในข้อ 4

7. ทดสอบสมมุติฐานโดยนำค่า  $Z_{\text{กำหนด}}$  จากข้อ 6. ไปเปรียบเทียบกับเขตวิกฤตในข้อ 5.

- 7.1 ถ้า  $Z_{\text{กำหนด}}$  ตกอยู่ในเขตวิกฤตให้ปฏิเสธ  $H_0$  ยอมรับ  $H_1$
- 7.2 ถ้า  $Z_{\text{กำหนด}}$  ตกอยู่นอกเขตวิกฤตให้ยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$ .



### บทที่ 3

## การคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาไฟจราจร

ในการคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาไฟจราจรเราได้นำรูปแบบ ระบบ สัญญาจราจร ในห้าแยกโคกมะตูม จ.พิษณุโลก เป็นต้นแบบในการออกแบบการวิเคราะห์ แผนผัง ระบบควบคุมสัญญาจราจร เพื่อนำมาประยุกต์ในการสร้างโครงการ โดยมีขั้นตอนการออกแบบการวิเคราะห์ ดังนี้

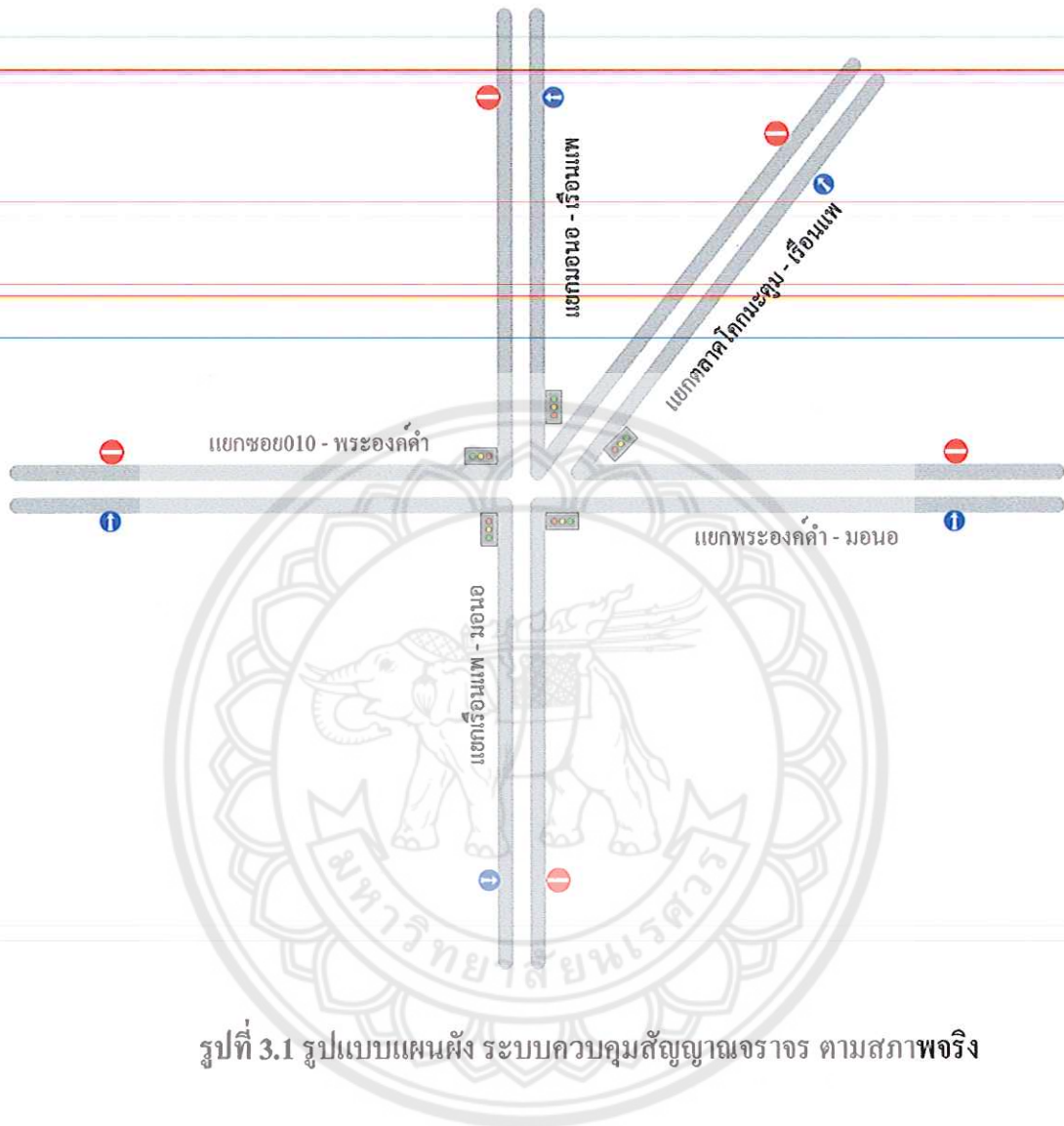
### 3.1 การวิเคราะห์หาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาไฟจราจร

ในการวิเคราะห์หาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาไฟจราจรนั้น จะใช้การวิเคราะห์ทาง สถิติการทดสอบสมมุติฐาน(Hypothesis Testing) โดยจะลดเวลาของสัญญาไฟแดงในแต่ละแยกลง เรื่อยๆ แล้วทดสอบสมมุติฐาน ว่าค่าที่ลดลงนั้นตกอยู่ในเขตวิกฤต ถ้าตกอยู่ในช่วงวิกฤตแล้วจะใช้ ไม่ได้และได้แบ่งออกเป็นห้าแยก ได้แก่ แยกมอโน - เรือนแพ , แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ , แยกพระองค์ดำ - มอโน , แยกเรือนแพ - มอโน , แยกซอย010 - พระองค์ดำ โดยการวิเคราะห์ดังนี้ โดยการตั้งการทดสอบสมมุติฐาน(Hypothesis Testing) และแทนในสมการ

$$\text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} = \text{อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาท)} \times \text{สัญญาไฟแดง (นาท)} \times \text{จำนวนรถ(คัน)} \quad (3.1)$$

สัญญาไฟแดง (นาท) ดังนี้

1. แยกมอโน - เรือนแพ	188	วินาที
2. แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ	194	วินาที
3. แยกพระองค์ดำ - มอโน	182	วินาที
4. แยกเรือนแพ - มอโน	158	วินาที
5. แยกซอย010 - พระองค์ดำ	203	วินาที



รูปที่ 3.1 รูปแบบแผนผัง ระบบควบคุมสัญญาณจราจร ตามสภาพจริง

### 3.2 อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากข้อมูลจริง

$$\text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} = \text{อัตราเฉลี่ยการใช้ น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที่)} \times \text{สัญญาณไฟแดง(นาที่)} \times \text{จำนวนรถ(คัน)}$$

#### ตัวอย่างที่ 3.2.1 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริง(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

แยกที่ 1 วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} &= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 188/60 \text{ นาที่} \times 46 \\ &= 11.580 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

แยกที่ 2 วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} &= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 194/60 \text{ นาที่} \times 46 \\ &= 1.7072 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

แยกที่ 3 วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} &= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 182/60 \text{ นาที่} \times 46 \\ &= 1.8685 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

แยกที่ 4 วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} &= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 158/60 \text{ นาที่} \times 46 \\ &= 8.574 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$

แยกที่ 5 วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

$$\begin{aligned} \text{อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร)} &= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 203/60 \text{ นาที่} \times 46 \\ &= 1.190 \text{ ลิตร} \end{aligned}$$



ตารางที่ 3.1 การคำนวณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(จากข้อมูลจริง)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.5808	1.7072	1.868533333	8.574133333	1.190933333
2	9.650666667	1.422666667	1.334666667	9.0376	2.381866667
3	6.6176	0.284533333	2.936266667	10.196266667	1.190933333
4	9.9264	0.569066667	2.135466667	9.269333333	1.190933333
5	11.02933333	1.422666667	4.004	7.183733333	0.297733333
6	9.650666667	0.8536	1.067733333	11.1232	0.8932
7	6.066133333	1.7072	2.669333333	12.281866667	1.488666667
8	8.272	1.991733333	2.669333333	6.488533333	0.297733333
9	6.6176	0.569066667	3.737066667	11.35493333	1.190933333
10	6.066133333	0	3.2032	11.8184	1.190933333
11	11.02933333	1.422666667	1.334666667	10.89146667	0.8932
12	9.0992	0.8536	2.936266667	7.6472	1.488666667
13	6.6176	0.569066667	3.737066667	8.3424	1.190933333
14	6.893333333	1.991733333	2.4024	7.183733333	0.8932
15	10.47786667	0.284533333	0.8008	9.269333333	1.7864
16	11.30506667	1.138133333	1.868533333	10.428	1.190933333
17	10.7536	0.569066667	2.135466667	9.0376	2.6796

### 3.3 อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมุติฐาน

ตัวอย่างที่ 3.3.2 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากการทดสอบสมมุติฐาน(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

โดยลดไฟแดงแยกที่ 1 มอนอ-เรือนแพ 5 วินาที

โดยกำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.5$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของทั้งสองเท่ากัน

	แดงเดิม	ลดแดงแยกแรก 5 วินาที
แยกที่ 1	188	183
แยกที่ 2	194	199
แยกที่ 3	182	187
แยกที่ 4	158	163
แยกที่ 5	203	208

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3. ระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = 0.5$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\bar{x}_1 = 185$$

$$\bar{x}_2 = 188$$

$$df = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$S_1 = 16.97056275$$

$$S_2 = 17.11724277$$

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

$$= \frac{(5 - 1)16.9705625^2 + (5 - 1)17.117277^2}{8}$$

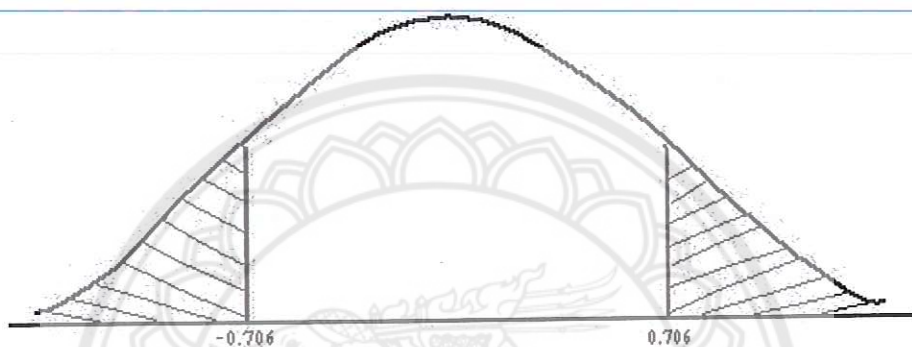
$$= 290.5$$

$$S_p = 17.04406055$$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}} \quad n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$= \frac{(185 - 188) + (5 - 5)}{17.0440655 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$t = -0.278303194$$



รูปที่ 3.2 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

ตกอยู่นอกเขตวิกฤตยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$

แสดงว่าการลดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 1 เรือนแพ - มอนอ 5 วินาที จะใช้แทนสัญญาณเดิมได้โดยไม่ทำให้ระบบเสียหาย

อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมติฐานแยกที่ 1

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที่) × สัญญาณไฟแดง (นาที่) × จำนวนรถ(คัน)

$$= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที่} \times 183/60 \text{ นาที่} \times 42$$

$$= 11.2728 \text{ ลิตร}$$



ตัวอย่างที่ 3.3.3 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากการทดสอบสมมุติฐาน(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

โดยลดไฟแดงแยกที่ 2 ตลาดโคกมะตูม – เรือนแพ 5 วินาที

โดยกำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.5$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของทั้งสองเท่ากัน

	แดงเดิม	ลดแดงแยกสาม 5 วินาที
แยกที่ 1	183	188
แยกที่ 2	199	194
แยกที่ 3	187	192
แยกที่ 4	163	168
แยกที่ 5	208	213

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3. ระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = 0.5$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\bar{x}_1 = 188 \quad \bar{x}_2 = 191$$

$$df = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$S_1 = 17.11724277 \quad S_2 = 16.0623784$$

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

$$= \frac{(5-1)17.11724^2 + (5-1)16.0623784^2}{8}$$

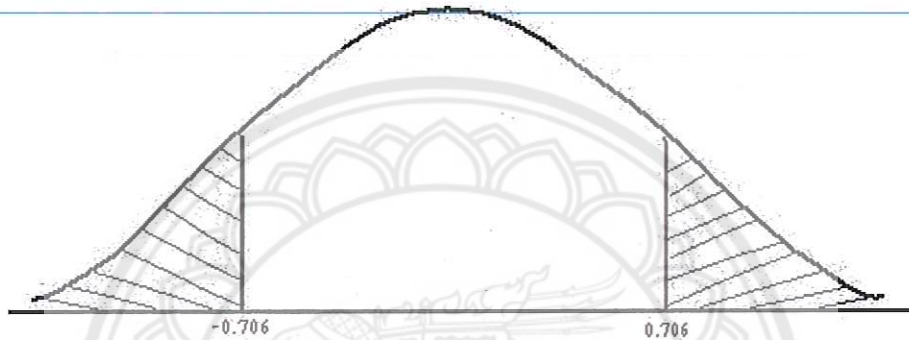
$$= 275.5$$

$$S_p = 16.59819267$$

$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}} \quad n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$= \frac{(188 - 119) + (5 - 5)}{16.59819267 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$t = -0.285779096$$



รูปที่ 3.3 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมุติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

ตกอยู่นอกเขตวิกฤตยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$

แสดงว่าการลดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 2 ตลาดโลกมะตุม - เรือนแพ 5 วินาที จะใช้แทนสัญญาณเดิมได้โดยไม่ทำให้ระบบเสียหาย

อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมุติฐานแยกที่ 2

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที) × สัญญาไฟ

แดง (นาที) × จำนวนรถ(คัน)

$$= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที} \times 194/60 \text{ นาที} \times 6$$

$$= 1.7072 \text{ ลิตร}$$

ตัวอย่างที่ 3.3.4 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากการทดสอบสมมุติฐาน(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

โดยลดไฟแดงแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 5 วินาที

โดยกำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.5$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของทั้งสองเท่ากัน

	แดงเดิม	ลดแดงแยกสาม 5 วินาที
แยกที่ 1	188	193
แยกที่ 2	194	199
แยกที่ 3	192	187
แยกที่ 4	168	173
แยกที่ 5	213	218

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3. ระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = 0.5$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\bar{x}_1 = 191 \quad \bar{x}_2 = 194$$

$$df = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$S_1^2 = 16.0623784 \quad S_2^2 = 16.52271164$$

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

$$= \frac{(5-1)16.0623784^2 + (5-1)16.52271164^2}{8}$$

$$= 265.5$$

$$S_p = 16.29417074$$

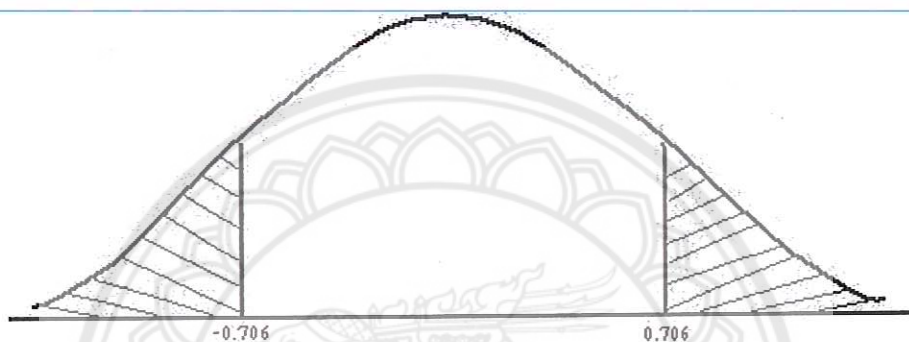


$$t = \frac{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2) - (\mu_1 - \mu_2)}{S_p \sqrt{(1/n_1) + (1/n_2)}}$$

$$n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$= \frac{(191 - 194) + (5 - 5)}{16.29417074 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$t = -0.291111255$$



รูปที่ 3.4 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

ตกอยู่นอกเขตวิกฤตยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$

แสดงว่าการลดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ- มอนอ 5 วินาที จะใช้แทนสัญญาณเดิมได้ โดยไม่ทำให้ระบบเสียหาย

อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมติฐานแยกที่ 3

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที) × สัญญาณไฟ

แดง (นาที) × จำนวนรถ(คัน)

$$= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที} \times 187/60 \text{ นาที} \times 7$$

$$= 1.919866667 \text{ ลิตร}$$

ตัวอย่างที่ 3.3.5 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากการทดสอบสมมุติฐาน(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

โดยลดไฟแรงแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 5 วินาที

โดยกำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.5$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของทั้งสองเท่ากัน

	แดงเดิม	ลดแรงแยกสาม 5 วินาที
แยกที่ 1	193	198
แยกที่ 2	199	204
แยกที่ 3	187	192
แยกที่ 4	173	168
แยกที่ 5	218	223

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3. ระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = 0.5$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\bar{x}_1 = 194 \quad \bar{x}_2 = 197$$

$$df = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$S_1 = 16.52271164 \quad S_2 = 19.94993734$$

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

$$= \frac{(5-1)16.522711^2 + (5-1)19.9499374^2}{8}$$

$$= 335.5$$

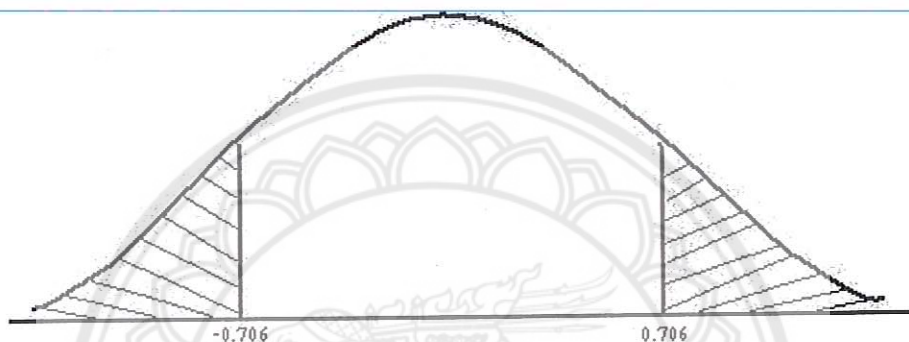
$$S_p = 18.31665908$$

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

$$n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$= \frac{(194 - 197) + (5 - 5)}{18.31665308 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$t = -0.258967341$$



รูปที่ 3.5 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

ตกอยู่นอกเขตวิกฤตยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$

แสดงว่าการลดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 5 วินาที จะใช้แทนสัญญาณเดิมได้

โดยไม่ทำให้ระบบเสียหาย

อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมติฐานแยกที่ 3

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที) × สัญญาณไฟ

แดง (นาที) × จำนวนรถ(คัน)

$$= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที} \times 168/60 \text{ นาที} \times 37$$

$$= 9.1168 \text{ ลิตร}$$



ตัวอย่างที่ 3.3.6 อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากการทดสอบสมมุติฐาน(ครั้งที่ 1)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

โดยรถไฟฟ้าแดงแยกที่ 5 แยกซอย 010 - พระองค์ดำ 5 วินาที

โดยกำหนดให้ ระดับนัยสำคัญ  $\alpha = 0.5$

ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ( $\sigma$ ) ของทั้งสองเท่ากัน

	แดงเดิม	ลดแดงแยกสาม 5 วินาที
แยกที่ 1	198	203
แยกที่ 2	204	209
แยกที่ 3	192	197
แยกที่ 4	168	173
แยกที่ 5	223	218

1. ตั้งสมมุติฐานหลัก

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

2. ตั้งสมมุติฐานรอง

$$H_1 : \mu_1 \neq \mu_2$$

3. ระดับนัยสำคัญ

$$\alpha = 0.5$$

$$df = n_1 + n_2 - 2$$

$$\bar{x}_1 = 197 \quad \bar{x}_2 = 200$$

$$df = 5 + 5 - 2 = 8$$

$$S_1^2 = 19.94993794 \quad S_2^2 = 16.97056275$$

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

$$= \frac{(5-1)19.94993794^2 + (5-1)16.97056275^2}{8}$$

$$= 343$$

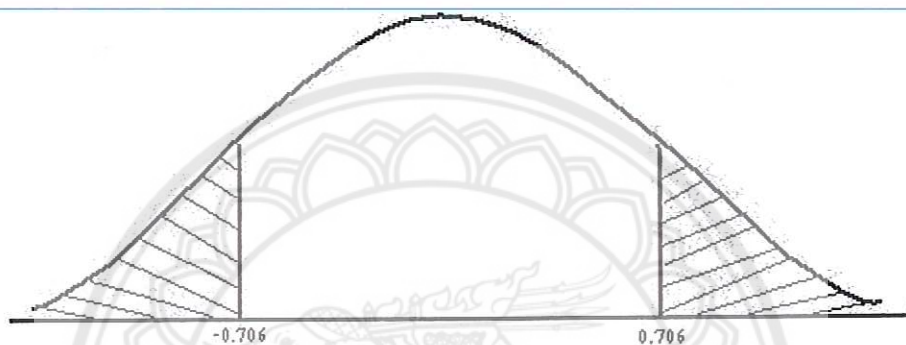
$$S_p = 18.52025918$$

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

$$n < 30 ; \sigma_1^2 = \sigma_2^2$$

$$= \frac{(197 - 200) + (5 - 5)}{18.52025918 \sqrt{(1/5) + (1/5)}}$$

$$t = -0.256120416$$



รูปที่ 3.6 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

ตกอยู่นอกเขตวิกฤตยอมรับ  $H_0$  ปฏิเสธ  $H_1$

แสดงว่าการลดสัญญาณไฟแดงแยกที่ 5 แยกซอย 010 - พระองค์ดำ 5 วินาที จะใช้แทนสัญญาณเดิมได้โดยไม่ทำให้ระบบเสียหาย

อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรจากการทดสอบสมมติฐานแยกที่ 3

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที)  $\times$  สัญญาณไฟ

แดง (นาที)  $\times$  จำนวนรถ(คัน)

$$= 0.0880 \text{ ลิตร/นาที} \times 218/60 \text{ นาที} \times 4$$

$$= 1.278933333 \text{ ลิตร}$$

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกแรก 10 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	203	193	200	206	313	17.69181
2	209	219	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	197	207	16.97056	18.38478	-0.53623	
4	173	183				
5	218	228				

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสอง 10 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	193	203	206	212	313	17.69181
2	219	209	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	207	217	18.38478	16.97056	-0.53623	
4	183	193				
5	228	238				

ตารางที่ 3.4 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสาม 10 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	203	213	212	218	303	17.4069
2	209	219	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	217	207	16.97056	17.83255	-0.545	
4	193	203				
5	238	248				



ตารางที่ 3.5 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสี่ 10 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	213	223	218	224	433	20.80865
2	219	229	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	207	217	17.83255	23.4094	-0.45591	
4	203	193				
5	248	258				

ตารางที่ 3.6 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกห้า 10 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	223	233	224	230	418	20.44505
2	229	239	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	217	227	23.4094	16.97056	-0.46402	
4	193	203				
5	258	248				

ตารางที่ 3.7 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกแรก 13 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	302	289	299	306.8	336.1	18.33303
2	308	321	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	296	309	16.97056	19.60102	-0.67271	
4	272	285				
5	317	330				

ตารางที่ 3.8 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสอง 13 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	289	302	306.8	314.6	359.5	18.96049
2	321	308	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	309	322	19.60102	18.29754	-0.65045	
4	285	298				
5	330	343				

ตารางที่ 3.9 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสาม 13 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	302	315	314.6	322.4	354.3	18.82286
2	308	321	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	322	309	18.29754	19.33391	-0.65521	
4	298	311				
5	343	356				

ตารางที่ 3.10 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสี่ 13 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	315	328	322.4	330.2	515.5	22.70463
2	321	334	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	309	322	19.33391	25.63591	-0.54319	
4	311	298				
5	356	369				

ตารางที่ 3.11 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกห้า 13 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	328	341	330.2	338	472.6	21.73937
2	334	347	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	322	335	25.63591	16.97056	-0.56731	
4	298	311				
5	369	356				

ตารางที่ 3.12 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกแรก 14 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	341	327	338	346.4	345.4	18.58494
2	347	361	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	335	349	16.97056	20.06988	-0.71464	
4	311	325				
5	356	370				

ตารางที่ 3.13 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาณไฟแดงแยกสอง 14 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	327	341	346.4	354.8	379	19.46792
2	361	347	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	349	363	20.06988	18.84675	-0.68223	
4	325	339				
5	370	384				



ตารางที่ 3.14 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสาม 14 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	341	355	354.8	363.2	376.2	19.39588
2	347	361	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	363	349	18.84675	19.92988	-0.68476	
4	339	353				
5	384	398				

ตารางที่ 3.15 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสี่ 14 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	355	369	363.2	371.6	547	23.38803
2	361	375	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	349	363	19.92988	26.39697	-0.56788	
4	353	339				
5	398	412				

ตารางที่ 3.16 แสดงค่าการทดสอบสมมุติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกห้า 14 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	369	383	371.6	380	492.4	22.19009
2	375	389	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	363	377	26.39697	16.97056	-0.59854	
4	339	353				
5	412	398				

ตารางที่ 3.17 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกแรก 15 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	383	368	380	389	355.5	18.85471
2	389	404	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	377	392	16.97056	20.56696	-0.75473	
4	353	368				
5	398	413				

ตารางที่ 3.18 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสอง 15 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	368	383	389	398	400.5	20.0125
2	404	389	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	392	407	20.56696	19.44222	-0.71107	
4	368	383				
5	413	428				

ตารางที่ 3.19 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสาม 15 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	383	398	398	407	400.5	20.0125
2	389	404	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	407	392	19.44222	20.56696	-0.71107	
4	383	398				
5	428	443				

ตารางที่ 3.20 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกสี่ 15 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	398	413	407	416	580.5	24.09357
2	404	419	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	392	407	20.56696	27.16616	-0.59062	
4	398	383				
5	443	458				

ตารางที่ 3.21 แสดงค่าการทดสอบสมมติฐาน โดยลดสัญญาไฟแดงแยกห้า 15 วินาที

แยก	แดงเดิม	แดงใหม่	$\bar{x}_1$	$\bar{x}_2$	$S_p^2$	$S_p$
1	413	428	416	425	513	22.6495
2	419	434	$S_1$	$S_2$	$t$	
3	407	422	27.16616	16.97056	-0.62828	
4	383	398				
5	458	443				



รูปที่ 3.7 แสดงเขตวิกฤตสำหรับสมมติฐานรองสองทาง  $H_1: \mu \neq \mu_0$

จากตารางที่ 3.12 จะเห็นได้ว่าค่า  $t$  ตกอยู่ในช่วงวิกฤต ซึ่งจะนำไปใช้แทนในสมการ (3.1) ไม่ได้ ซึ่งจะทำให้ระบบสัญญาไฟจราจรไม่สมดุล เพราะฉะนั้นจะลดสัญญาไฟจราจรได้แยกละไม่เกิน 13 วินาทีเท่านั้นจึงจะทำให้ระบบสมดุล



ตารางที่ 3.22 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.2728	1.7072	1.919866667	9.1168	1.278933333
2	9.394	1.422666667	1.371333333	9.6096	2.557866667
3	6.4416	0.284533333	3.016933333	10.8416	1.278933333
4	9.6624	0.569066667	2.194133333	9.856	1.278933333
5	10.736	1.422666667	4.114	7.6384	0.319733333
6	9.394	0.8536	1.097066667	11.8272	0.9592
7	5.9048	1.7072	2.742666667	13.0592	1.598666667
8	8.052	1.991733333	2.742666667	6.8992	0.319733333
9	6.4416	0.569066667	3.839733333	12.0736	1.278933333
10	5.9048	0	3.2912	12.5664	1.278933333
11	10.736	1.422666667	1.371333333	11.5808	0.9592
12	8.8572	0.8536	3.016933333	8.1312	1.598666667
13	6.4416	0.569066667	3.839733333	8.8704	1.278933333
14	6.71	1.991733333	2.4684	7.6384	0.9592
15	10.1992	0.284533333	0.8228	9.856	1.9184
16	11.0044	1.138133333	1.919866667	11.088	1.278933333
17	10.4676	0.569066667	2.194133333	9.6096	2.8776

## บทที่ 4

### ผลการทดลองและผลการวิเคราะห์

#### 4.1 การวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร

##### 4.1.1 จุดประสงค์

1. เพื่อวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร
2. เพื่อให้รู้ระยะเวลาระหว่างสัญญาณไฟจราจรต่อจำนวนรถเหมาะสม

##### 4.1.2 ขั้นตอนการวิเคราะห์

1. นำจำนวนรถที่ติดสัญญาณไฟจราจรและระยะเวลาของสัญญาณไฟแดงในแต่ละแยก  
ที่ไปเก็บข้อมูลมาแทนค่าในสมการ (3.1) เพื่อหาอัตราการสูญเสียน้ำมันจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก
2. ใช้การทดสอบสมมุติฐาน ทำการลดสัญญาณไฟจราจรในแต่ละแยก จนได้ระยะเวลา  
มากที่สุดที่จะใช้ลดสัญญาณจราจรในแต่ละแยก
3. นำระยะเวลาของสัญญาณไฟแดงในแต่ละแยกที่ทำการลดสัญญาณไฟจราจร จากการ  
ทดสอบสมมุติฐานแทนค่าในสมการ (3.1) เพื่อหาอัตราการสูญเสียน้ำมันจากการทดสอบสมมุติฐาน
4. วิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร จากข้อมูลจริงและจาก  
การทดสอบสมมุติฐาน
5. ทำการวิเคราะห์อย่างนี้จนครบห้าแยก พร้อมวิเคราะห์ไปเรื่อยๆจนครบข้อมูลที่เก็บจาก  
ห้าแยกโคกมะตูม

## 4.1.3 ผลการวิเคราะห์

## ตารางที่ 4.1 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.5808	1.7512	1.9712	9.388133333	1.308266667
2	9.650666667	1.459333333	1.408	9.8956	2.616533333
3	6.6176	0.291866667	3.0976	11.16426667	1.308266667
4	9.9264	0.583733333	2.2528	10.14933333	1.308266667
5	11.02933333	1.459333333	4.224	7.865733333	0.327066667
6	9.650666667	0.8756	1.1264	12.1792	0.9812
7	6.066133333	1.7512	2.816	13.44786667	1.635333333
8	8.272	2.043066667	2.816	7.104533333	0.327066667
9	6.6176	0.583733333	3.9424	12.43293333	1.308266667
10	6.066133333	0	3.3792	12.9404	1.308266667
11	11.02933333	1.459333333	1.408	11.92546667	0.9812
12	9.0992	0.8756	3.0976	8.3732	1.635333333
13	6.6176	0.583733333	3.9424	9.1344	1.308266667
14	6.893333333	2.043066667	2.5344	7.865733333	0.9812
15	10.47786667	0.291866667	0.8448	10.14933333	1.9624
16	11.30506667	1.167466667	1.9712	11.418	1.308266667
17	10.7536	0.583733333	2.2528	9.8956	2.9436

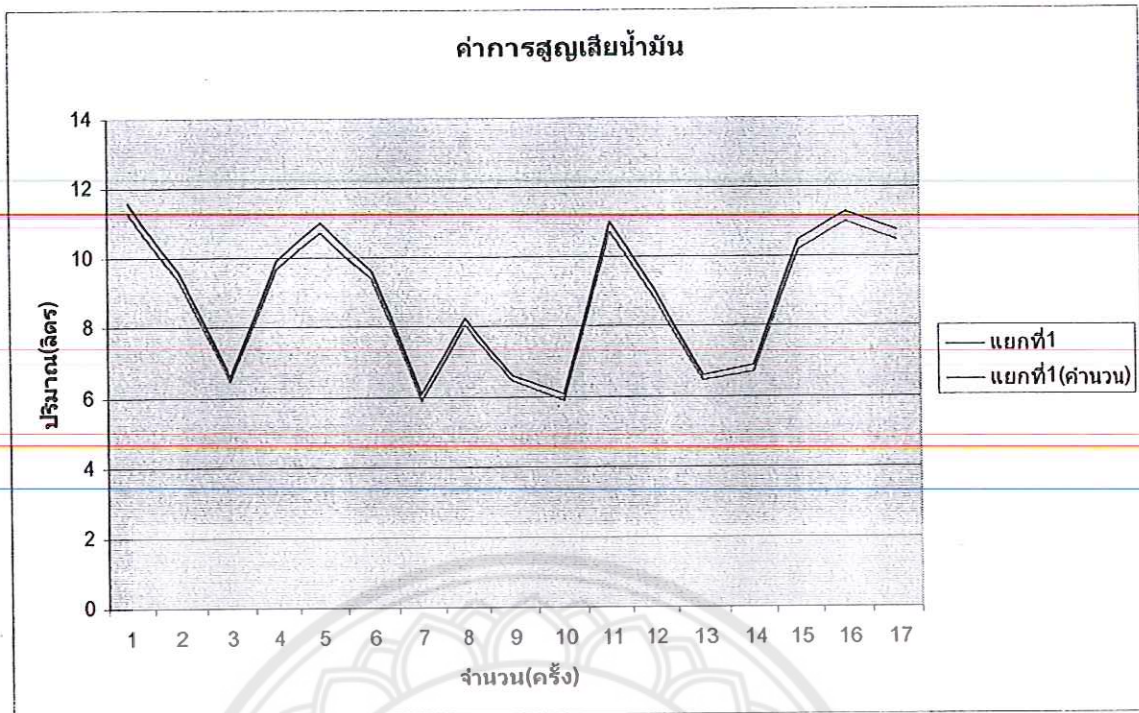


ตารางที่ 4.2 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

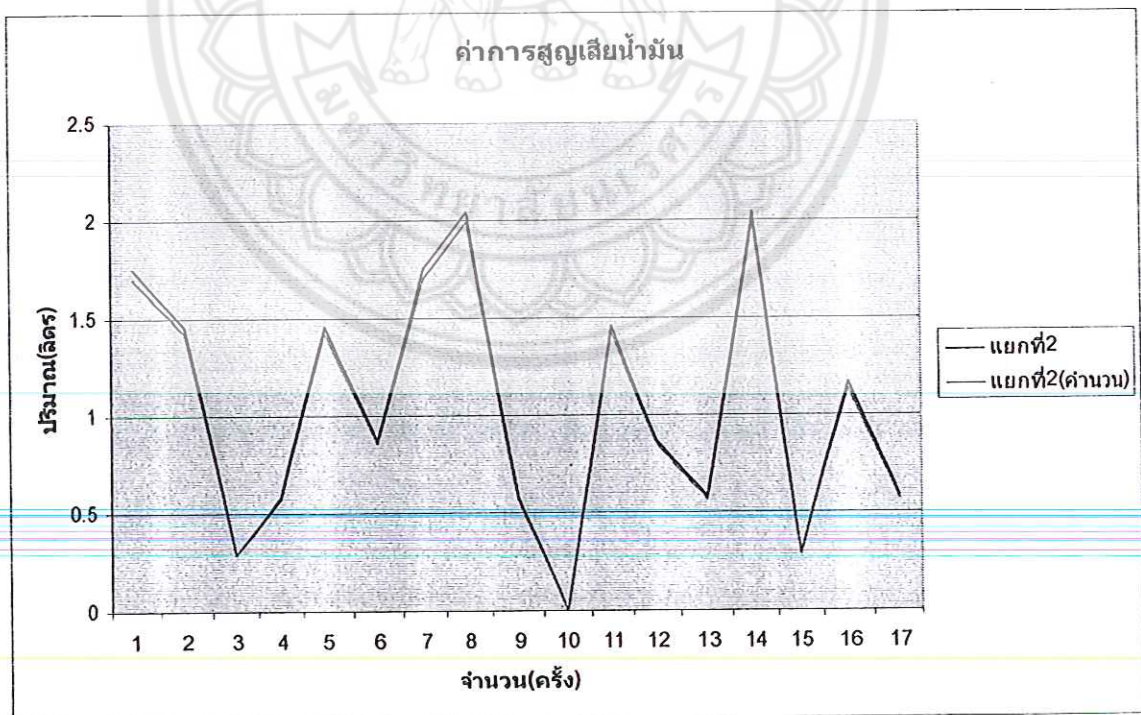
วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.2728	1.7072	1.919866667	9.1168	1.278933333
2	9.394	1.42266667	1.371333333	9.6096	2.557866667
3	6.4416	0.28453333	3.016933333	10.8416	1.278933333
4	9.6624	0.56906667	2.194133333	9.856	1.278933333
5	10.736	1.42266667	4.114	7.6384	0.319733333
6	9.394	0.8536	1.097066667	11.8272	0.9592
7	5.9048	1.7072	2.742666667	13.0592	1.598666667
8	8.052	1.99173333	2.742666667	6.8992	0.319733333
9	6.4416	0.56906667	3.839733333	12.0736	1.278933333
10	5.9048	0	3.2912	12.5664	1.278933333
11	10.736	1.42266667	1.371333333	11.5808	0.9592
12	8.8572	0.8536	3.016933333	8.1312	1.598666667
13	6.4416	0.56906667	3.839733333	8.8704	1.278933333
14	6.71	1.99173333	2.4684	7.6384	0.9592
15	10.1992	0.28453333	0.8228	9.856	1.9184
16	11.0044	1.13813333	1.919866667	11.088	1.278933333
17	10.4676	0.56906667	2.194133333	9.6096	2.8776

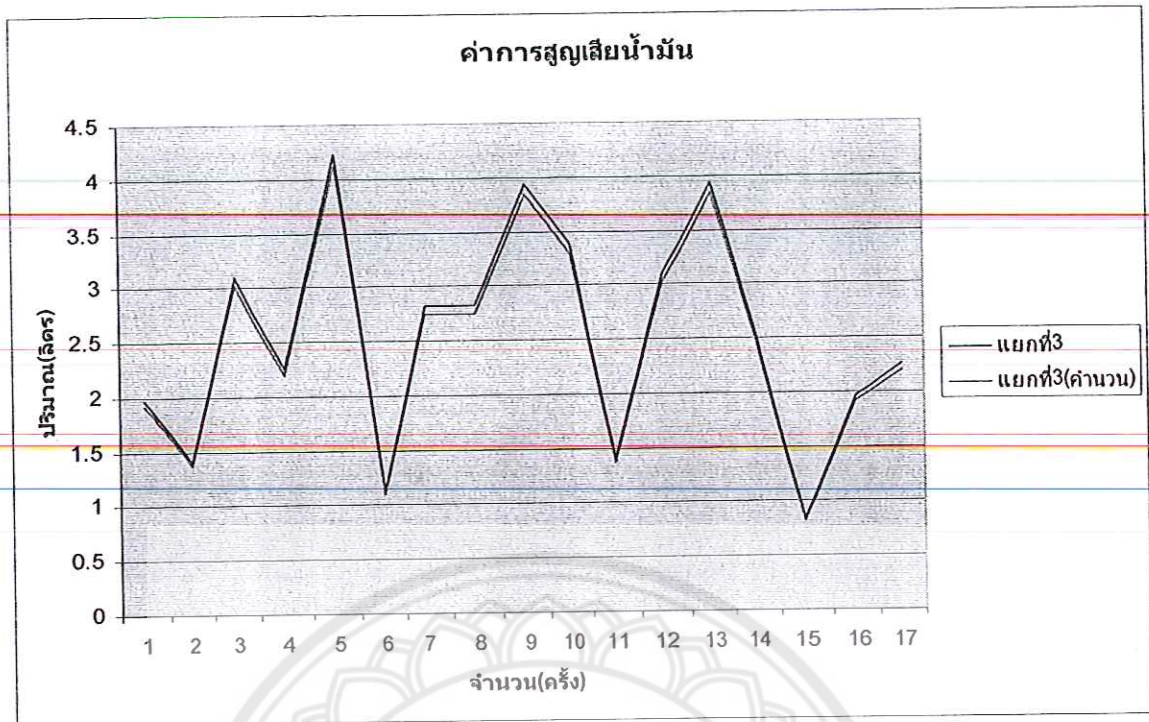


รูปที่ 4.1 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยก 1 แยกมอโน- เรือนแพ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

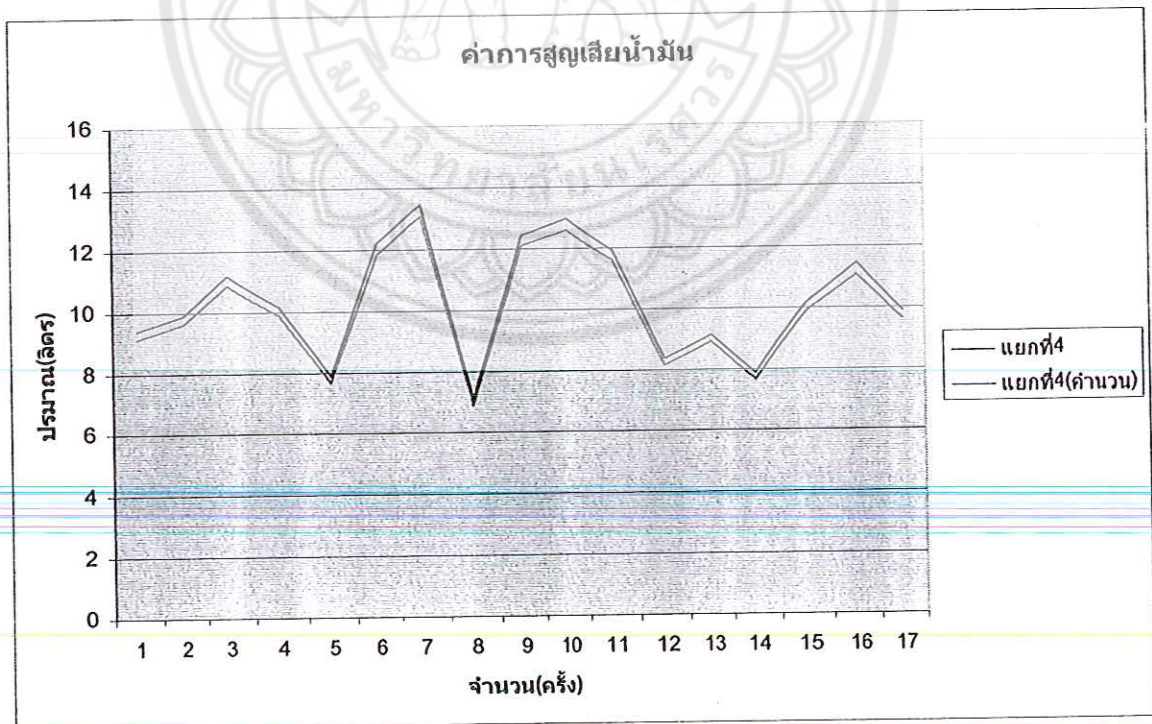


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม-เรือนแพ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



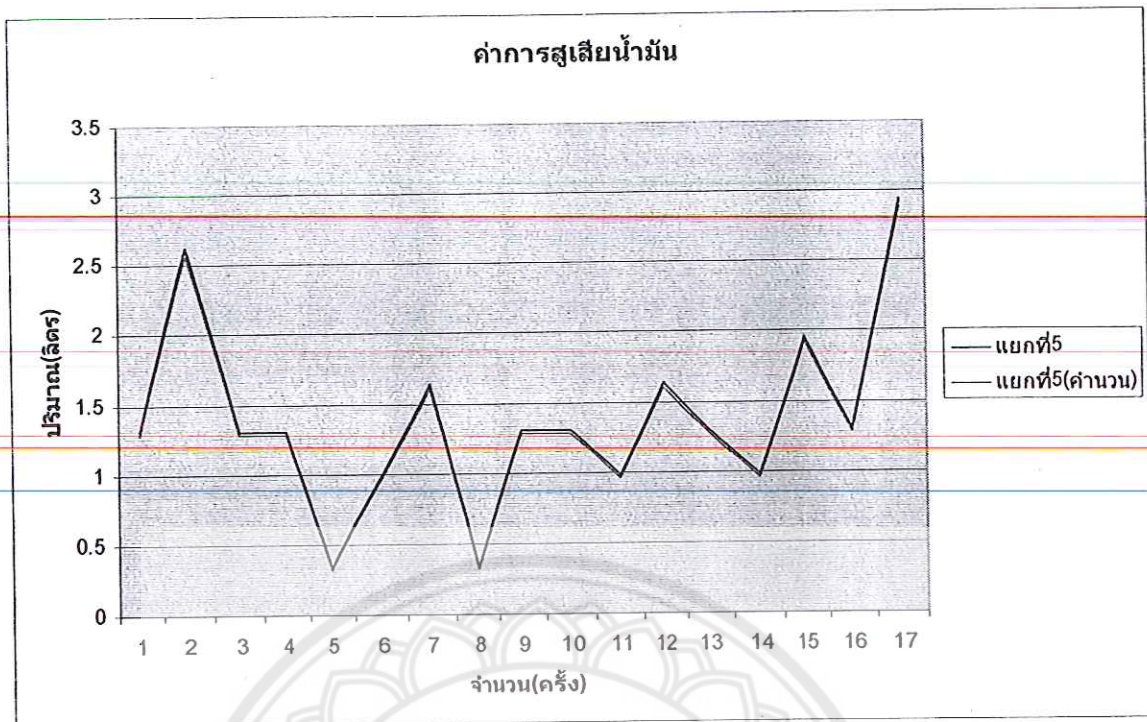


รูปที่ 4.3 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.





**รูปที่ 4.5** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
 สมมุติฐานของแยกที่ 5 แยกชอย010 – พระองค์ดำ 2/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

ตารางที่ 4.3 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	12.95946667	1.7512	1.408	27.91066667	1.308266667
2	11.30506667	1.7512	2.2528	24.10466667	1.308266667
3	11.85653333	2.043066667	1.6896	29.43306667	1.308266667
4	14.0624	1.459333333	2.2528	24.3584	0.9812
5	19.0256	2.6268	2.816	24.10466667	0.654133333
6	19.8528	3.794266667	1.6896	29.43306667	1.635333333
7	12.13226667	4.378	3.0976	25.1196	0.327066667
8	12.95946667	3.794266667	1.9712	22.32853333	0.9812
9	16.26826667	2.043066667	2.816	20.29866667	0.654133333
10	14.0624	2.918666667	2.2528	12.9404	1.308266667
11	14.33813333	2.6268	1.6896	12.68666667	0.9812
12	15.44106667	1.459333333	2.2528	15.9852	0.654133333
13	15.7168	1.7512	2.816	18.52253333	0.9812
14	16.544	2.043066667	1.408	18.77626667	1.635333333
15	16.544	3.794266667	2.2528	9.8956	2.9436
16	15.99253333	3.5024	2.5344	15.224	0.654133333
17	14.0624	0.8756	3.0976	17.25386667	1.308266667

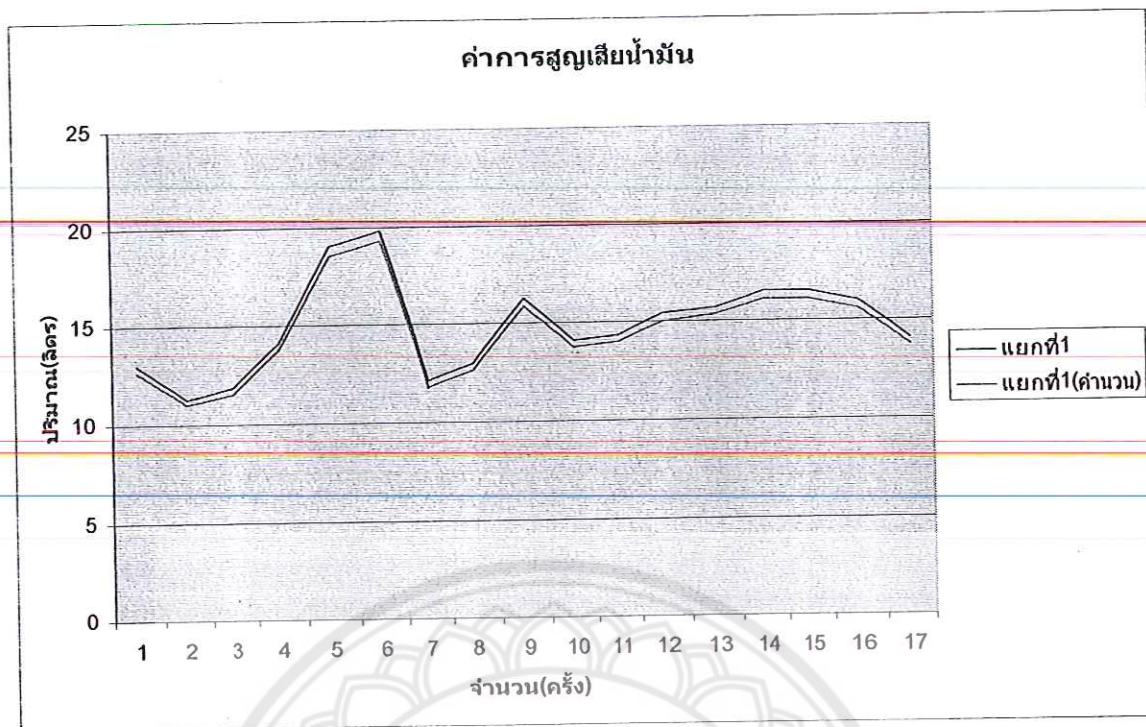
ตารางที่ 4.4 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

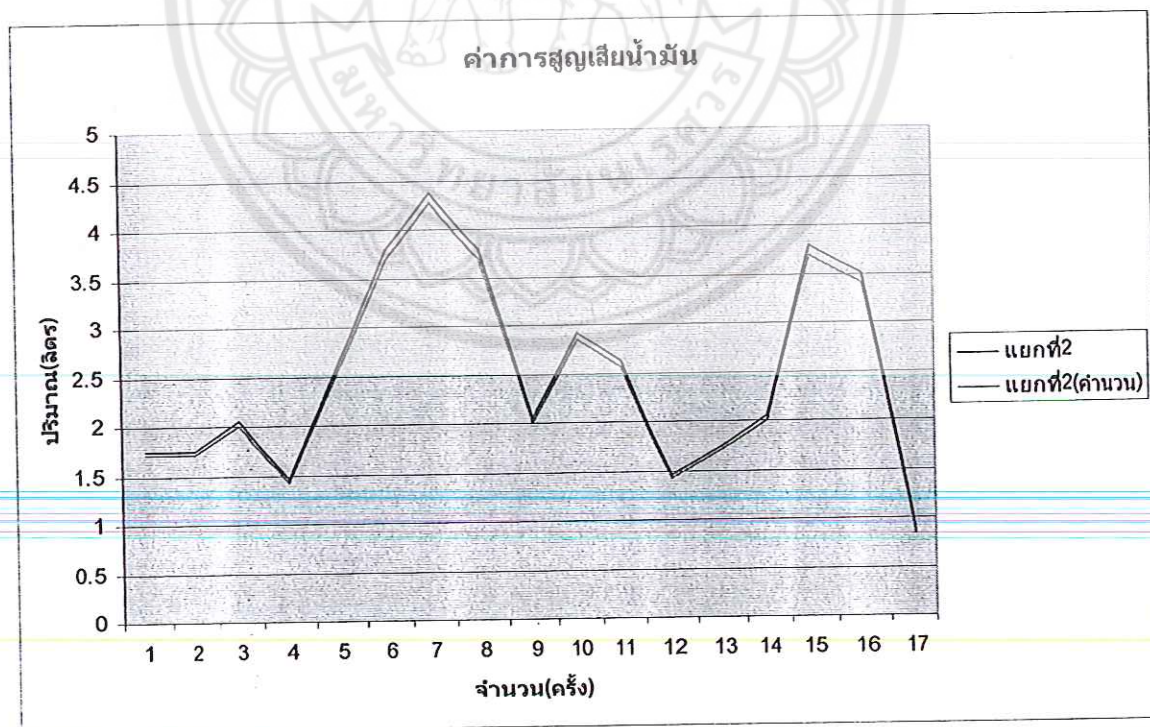
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	12.6148	1.7072	1.371333333	27.104	1.278933333
2	11.0044	1.7072	2.194133333	23.408	1.278933333
3	11.5412	1.99173333	1.6456	28.5824	0.9592
4	13.6884	1.42266667	2.194133333	23.6544	0.639466667
5	18.5196	2.5608	2.742666667	23.408	1.598666667
6	19.3248	3.69893333	1.6456	28.5824	0.319733333
7	11.8096	4.268	3.016933333	24.3936	0.9592
8	12.6148	3.69893333	1.919866667	21.6832	0.639466667
9	15.8356	1.99173333	2.742666667	19.712	1.278933333
10	13.6884	2.84533333	2.194133333	12.5664	0.9592
11	13.9568	2.5608	1.6456	12.32	0.639466667
12	15.0304	1.42266667	2.194133333	15.5232	0.9592
13	15.2988	1.7072	2.742666667	17.9872	1.598666667
14	16.104	1.99173333	1.371333333	18.2336	2.557866667
15	16.104	3.69893333	2.194133333	9.6096	2.8776
16	15.5672	3.4144	2.4684	14.784	0.639466667
17	13.6884	0.8536	3.016933333	16.7552	1.278933333



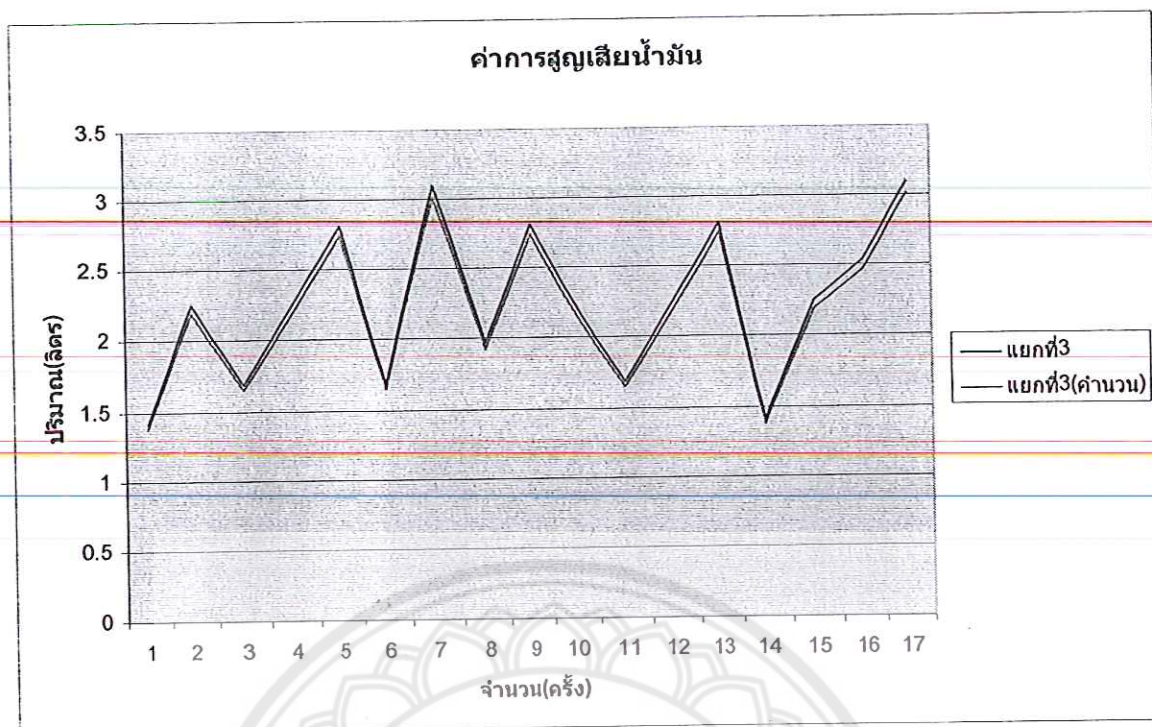


รูปที่ 4.6 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 1 แยกมอนอ - เรือนแพ 2/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

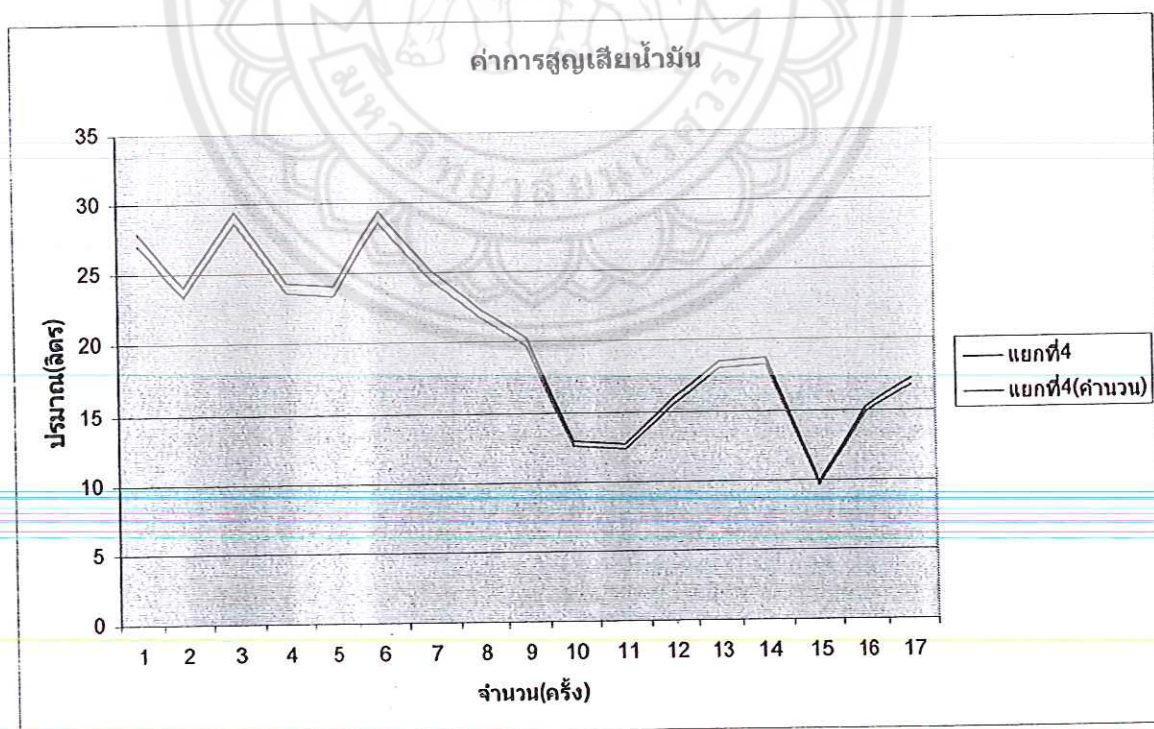


รูปที่ 4.7 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาด โลกมะตุม - เรือนแพ 2/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

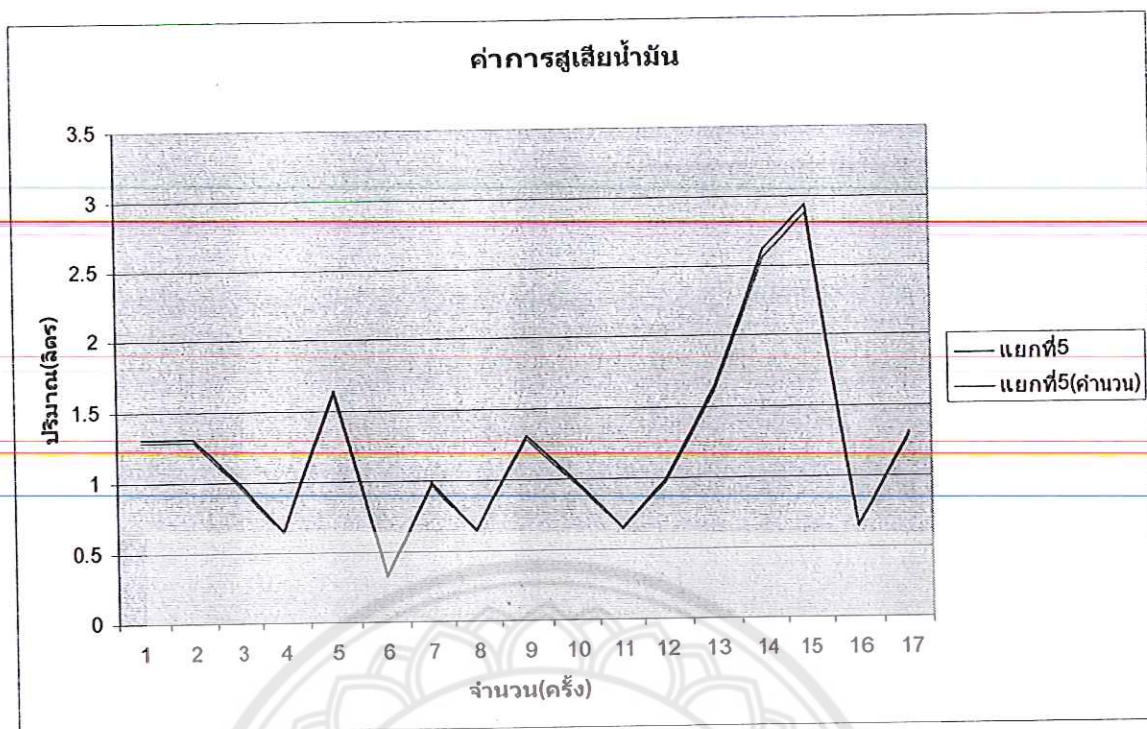




รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 2/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือแพ - มอนอ 2/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมติฐานของแยกที่ 5 แยกชอย010 – พระองค์ดำ 2/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



ตารางที่ 4.5 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(จากข้อมูลจริง)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	13.2352	2.6268	1.6896	14.4628	1.635333333
2	10.47786667	3.5024	2.5344	11.67173333	1.9624
3	20.68	2.6268	3.3792	14.71653333	2.616533333
4	18.74986667	3.210533333	4.7872	11.16426667	0.327066667
5	22.3344	3.794266667	2.2528	13.7016	0.327066667
6	21.23146667	2.6268	4.224	9.641866667	2.289466667
7	19.30133333	2.918666667	2.2528	10.14933333	0.9812
8	21.23146667	2.334933333	2.5344	11.92546667	1.635333333
9	20.40426667	3.210533333	2.2528	12.1792	1.308266667
10	17.09546667	2.918666667	2.5344	12.43293333	0.327066667
11	14.8896	3.5024	3.0976	12.9404	1.635333333
12	16.544	3.5024	3.9424	12.1792	0.327066667
13	17.3712	1.7512	1.9712	8.3732	0
14	16.544	3.210533333	3.9424	10.91053333	0.9812
15	15.7168	2.918666667	2.816	18.2688	1.9624
16	14.33813333	3.5024	1.1264	17.5076	1.308266667
17	13.78666667	1.7512	2.5344	12.9404	1.635333333

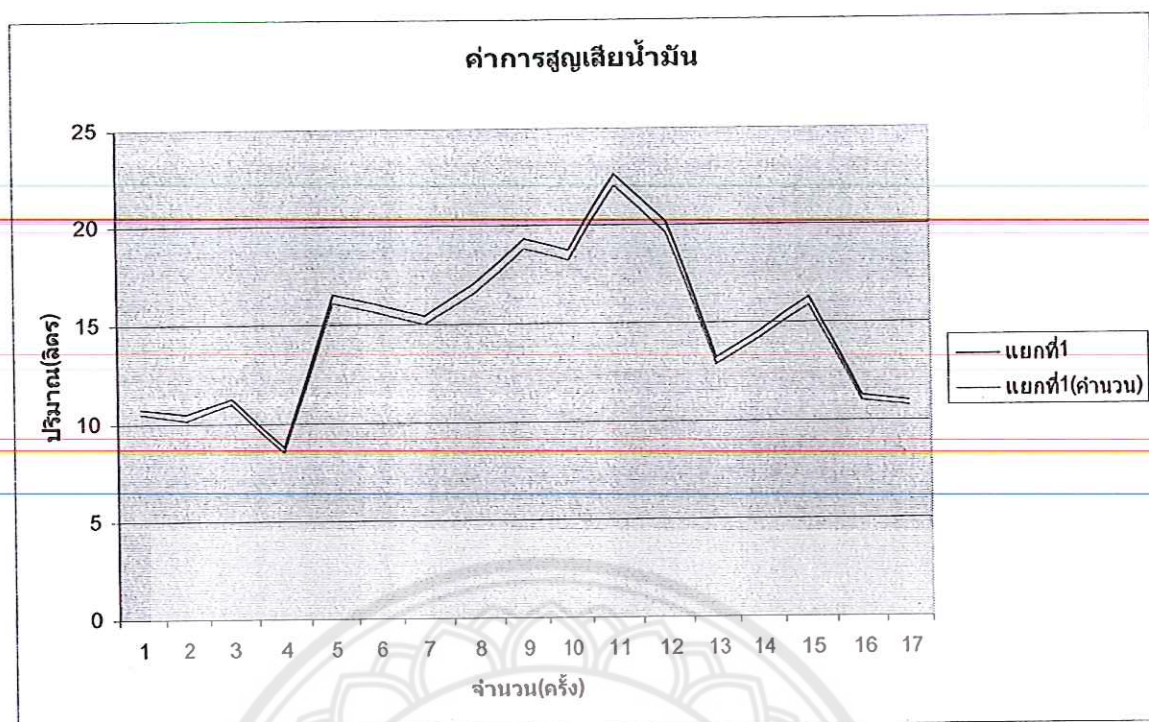
ตารางที่ 4.6 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

วันพุธที่ 2 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

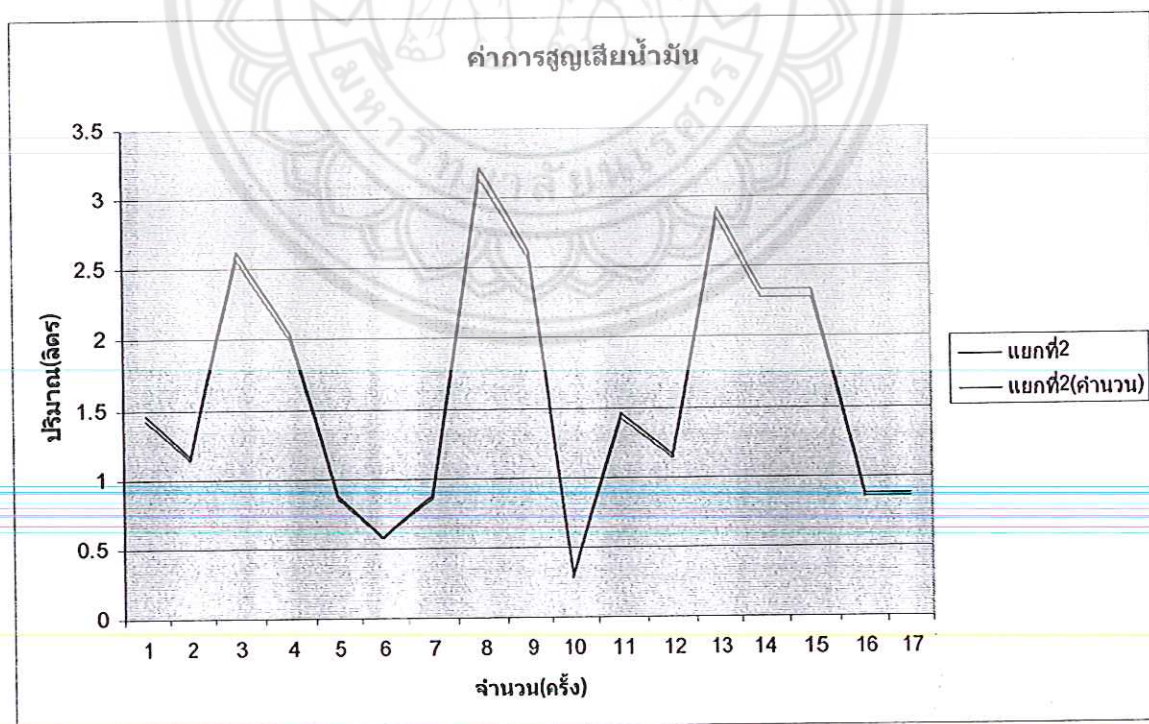
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	10.4676	1.42266667	2.194133333	12.0736	0.319733333
2	10.1992	1.13813333	2.742666667	10.1024	1.278933333
3	11.0044	2.5608	1.371333333	13.7984	0
4	8.5888	1.99173333	2.194133333	15.0304	0.9592
5	16.104	0.8536	1.919866667	17.9872	0.319733333
6	15.5672	0.56906667	1.371333333	13.3056	1.598666667
7	15.0304	0.8536	1.371333333	14.784	0
8	16.6408	3.12986667	1.097066667	14.2912	0.639466667
9	18.788	2.5608	1.6456	14.784	0.639466667
10	18.2512	0.28453333	2.194133333	16.016	0.9592
11	22.0088	1.42266667	1.371333333	13.3056	0.9592
12	19.5932	1.13813333	0.8228	18.2336	0.639466667
13	12.8832	2.84533333	1.371333333	15.0304	0.9592
14	14.2252	2.27626667	1.919866667	19.9584	0
15	15.8356	2.27626667	1.6456	15.0304	0.9592
16	11.0044	0.8536	3.839733333	17.4944	0.639466667
17	10.736	0.8536	3.565466667	14.5376	0.639466667



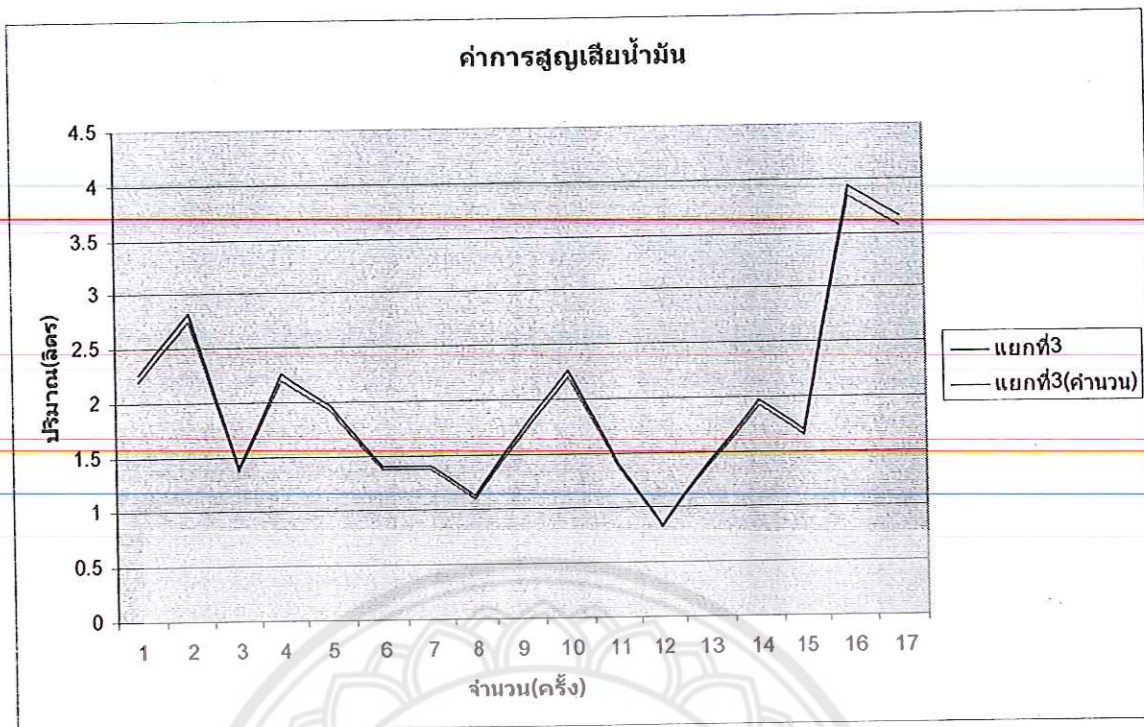


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 1 แยกมอโน - เรือนแพ 2/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

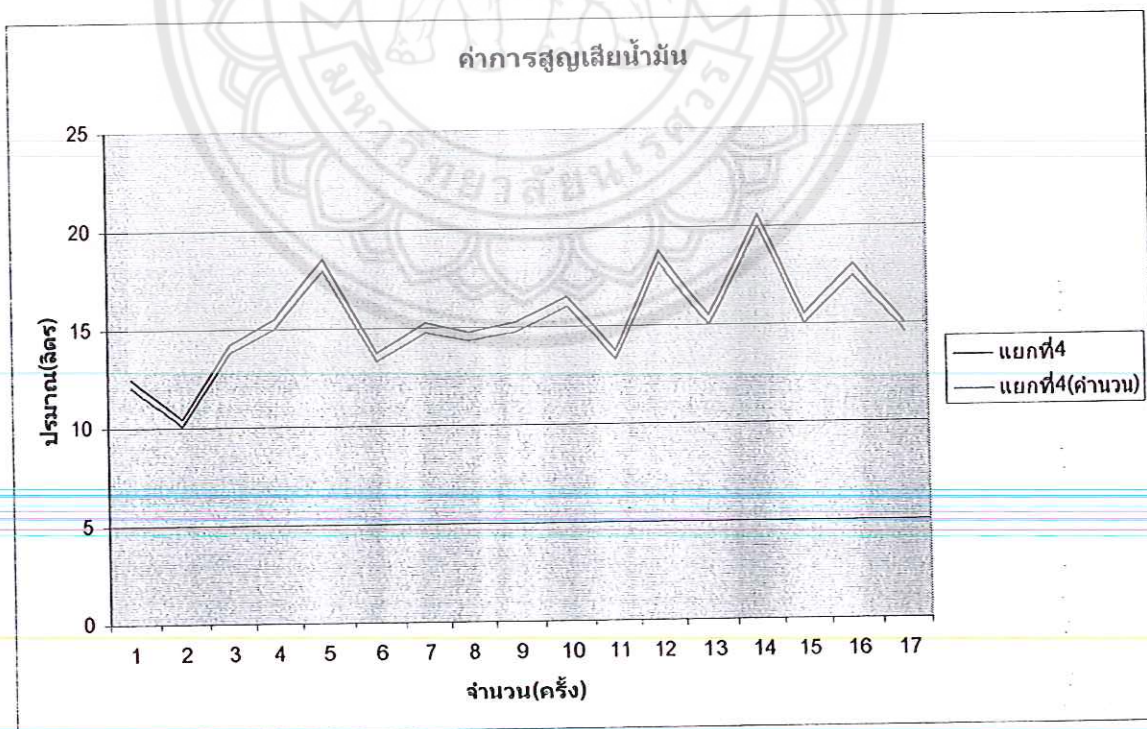


รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ 2/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

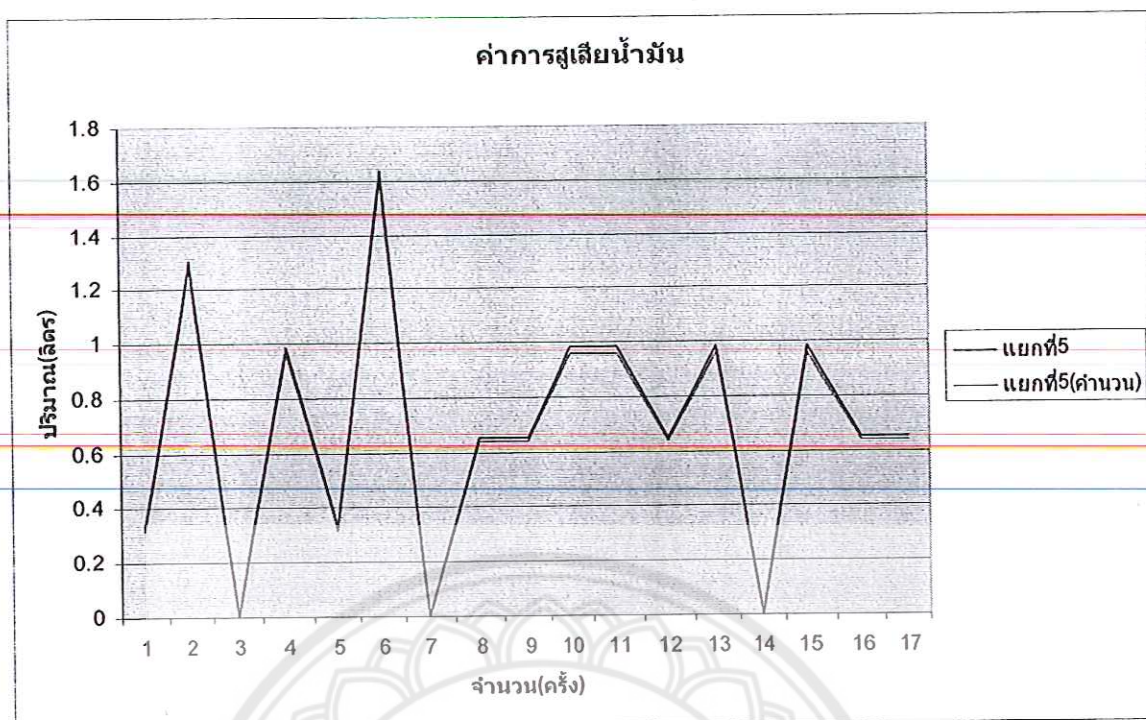




รูปที่ 4.13 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 2/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



รูปที่ 4.14 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือแพ - มอนอ 2/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



**รูปที่ 4.15** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย010 - พระองค์ดำ 2/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



ตารางที่ 4.7 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(จากข้อมูลจริง)

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.85653333	1.167466667	3.0976	9.1344	0.654133333
2	11.30506667	0.583733333	2.5344	10.14933333	0.9812
3	13.78666667	0.583733333	1.9712	11.418	1.9624
4	14.33813333	1.459333333	3.6608	8.880666667	2.616533333
5	17.64693333	2.6268	4.224	7.865733333	0.327066667
6	16.26826667	0.8756	3.3792	8.3732	0.654133333
7	15.7168	0.8756	3.0976	8.880666667	1.308266667
8	10.7536	0.8756	2.2528	9.388133333	0.9812
9	10.47786667	0.583733333	3.3792	9.8956	0.654133333
10	13.51093333	1.459333333	3.0976	10.14933333	0.327066667
11	16.544	0.583733333	1.9712	9.8956	1.308266667
12	17.3712	2.043066667	1.1264	7.612	1.635333333
13	11.30506667	1.7512	2.5344	10.40306667	1.9624
14	11.85653333	0.8756	3.6608	10.14933333	2.289466667
15	12.68373333	0.291866667	1.9712	9.388133333	0.9812
16	13.51093333	0.583733333	2.816	12.9404	0.654133333
17	10.47786667	0.291866667	1.408	11.418	2.9436

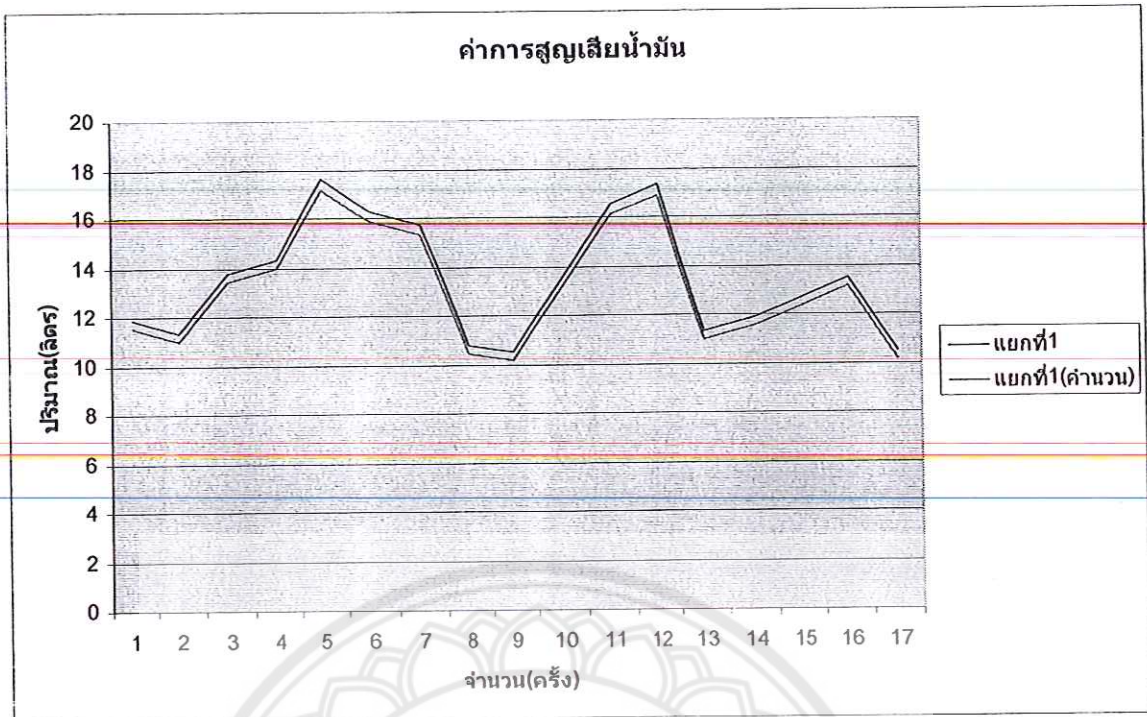


ตารางที่ 4.8 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

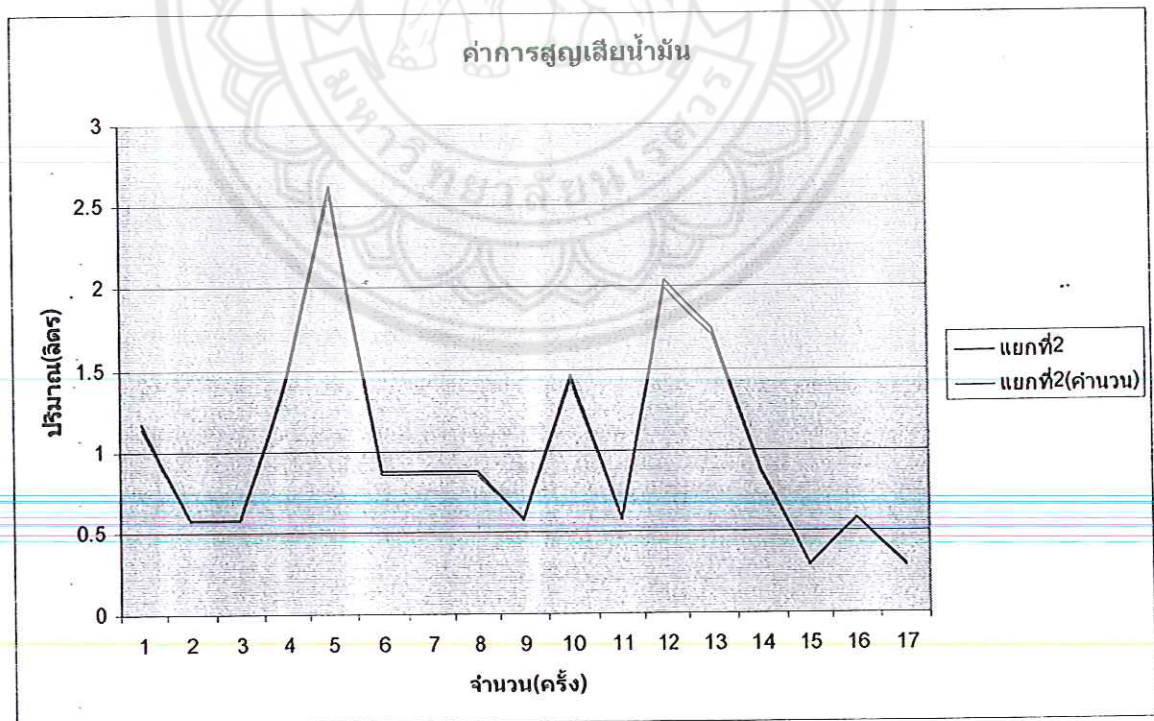
วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.5412	1.13813333	3.016933333	8.8704	0.639466667
2	11.0044	0.56906667	2.4684	9.856	0.9592
3	13.42	0.56906667	1.919866667	11.088	1.9184
4	13.9568	1.42266667	3.565466667	8.624	2.557866667
5	17.1776	2.5608	4.114	7.6384	0.639466667
6	15.8356	0.8536	3.2912	8.1312	1.278933333
7	15.2988	0.8536	3.016933333	8.624	0.9592
8	10.4676	0.8536	2.194133333	9.1168	0.639466667
9	10.1992	0.56906667	3.2912	9.6096	0.319733333
10	13.1516	1.42266667	3.016933333	9.856	0
11	16.104	0.56906667	1.919866667	9.6096	1.278933333
12	16.9092	1.99173333	1.097066667	7.392	1.598666667
13	11.0044	1.7072	2.4684	10.1024	1.9184
14	11.5412	0.8536	3.565466667	9.856	2.238133333
15	12.3464	0.28453333	1.919866667	9.1168	0.9592
16	13.1516	0.56906667	2.742666667	12.5664	0.639466667
17	10.1992	0.28453333	1.371333333	11.088	0.639466667

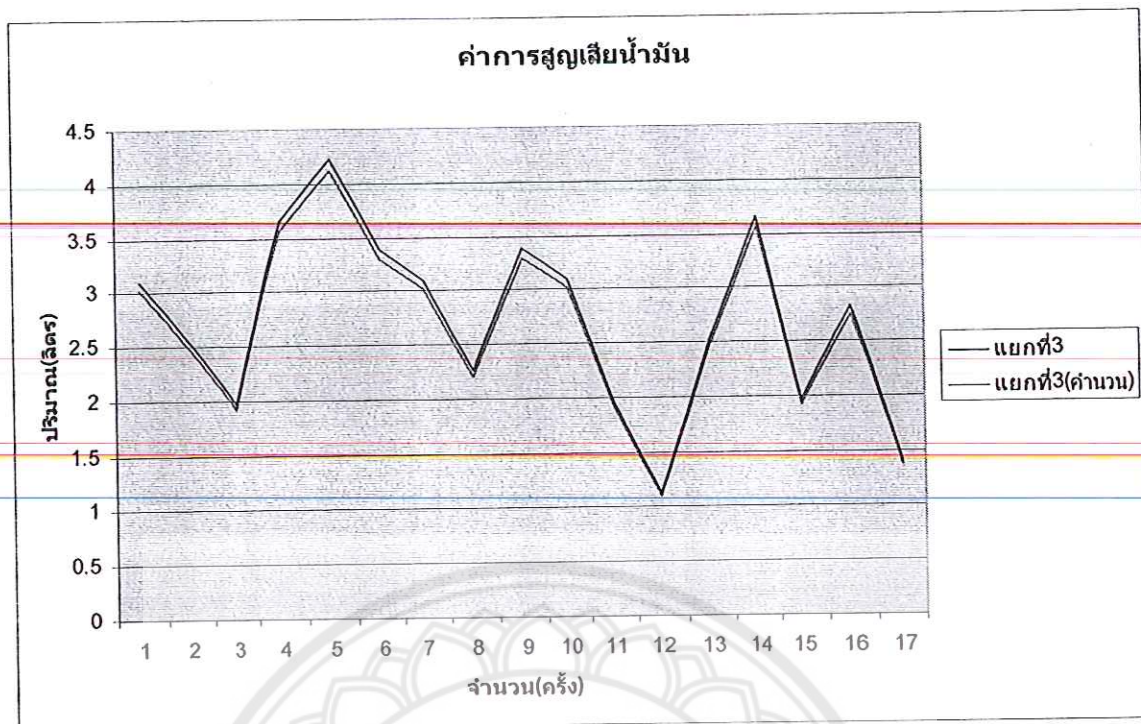


รูปที่ 4.16 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 1 แยกมอนอ - เรือนแพ 3/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

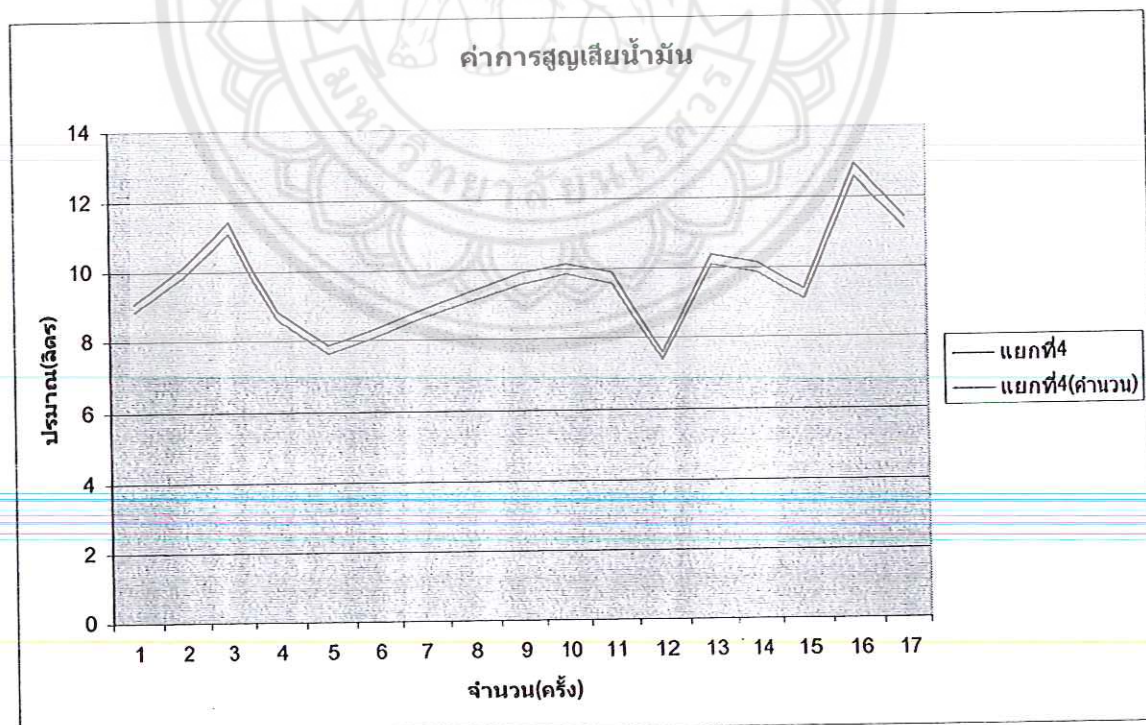


รูปที่ 4.17 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ 3/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



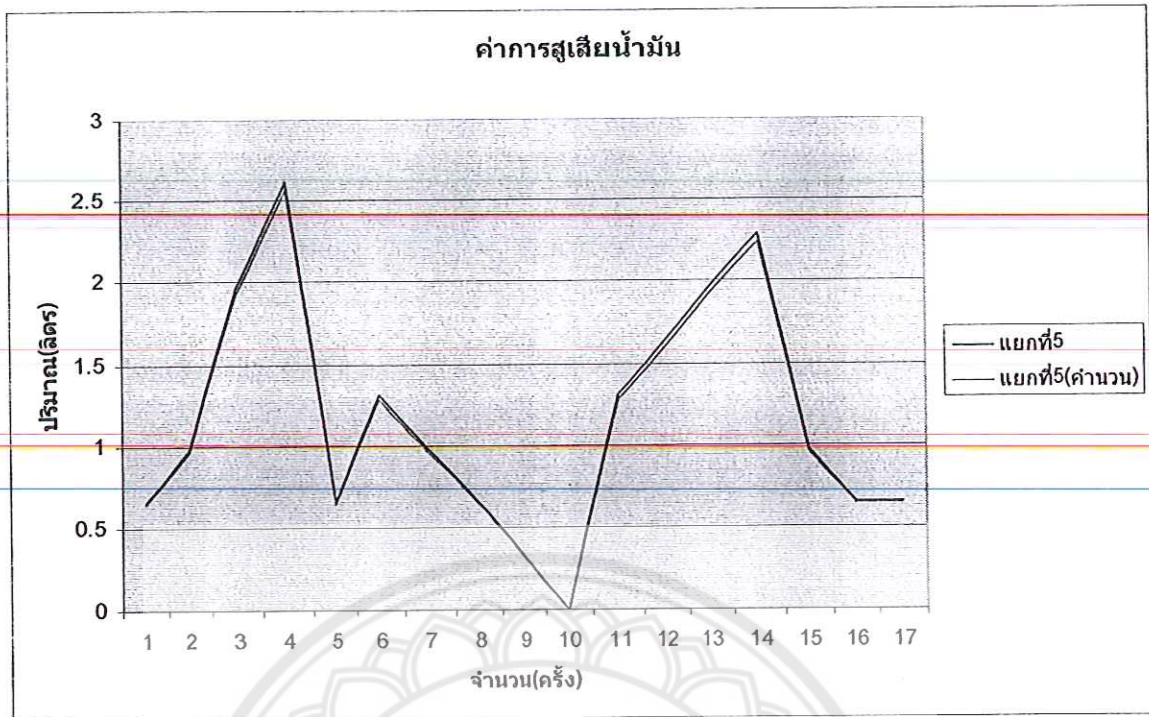


รูปที่ 4.18 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ-มอนอ 3/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ-มอนอ 3/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.





**รูปที่ 4.20** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย010-พระองค์ดำ 3/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

ตารางที่ 4.9 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	17.3712	2.043066667	2.5344	20.5524	1.308266667
2	12.959466667	1.167466667	3.0976	16.492666667	0.9812
3	11.856533333	3.794266667	2.2528	17.761333333	0.327066667
4	14.8896	2.918666667	2.5344	18.015066667	0.654133333
5	9.650666667	2.6268	1.6896	15.477733333	0.9812
6	14.613866667	2.6268	2.816	20.298666667	0.9812
7	17.3712	2.043066667	3.3792	18.2688	1.308266667
8	12.959466667	4.086133333	1.1264	15.224	1.9624
9	13.510933333	4.961733333	2.5344	17.000133333	0.327066667
10	17.922666667	1.7512	1.408	17.5076	1.635333333
11	12.408	1.167466667	1.9712	15.477733333	2.289466667
12	13.2352	3.210533333	3.6608	14.209066667	0.9812
13	11.305066667	2.334933333	2.2528	18.776266667	1.308266667
14	14.613866667	2.043066667	2.2528	13.955333333	0.327066667
15	15.7168	0.8756	1.1264	18.015066667	0.654133333
16	17.095466667	2.6268	1.6896	16.7464	1.635333333
17	15.441066667	1.167466667	2.5344	17.253866667	2.289466667

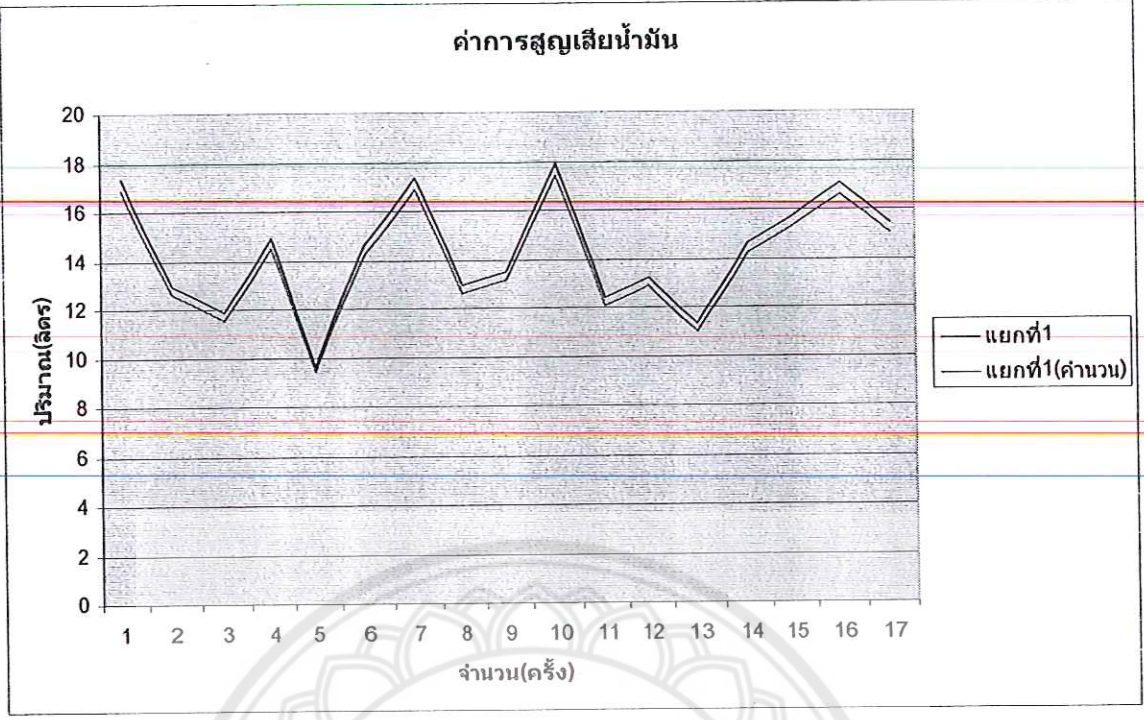
ตารางที่ 4.10 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.

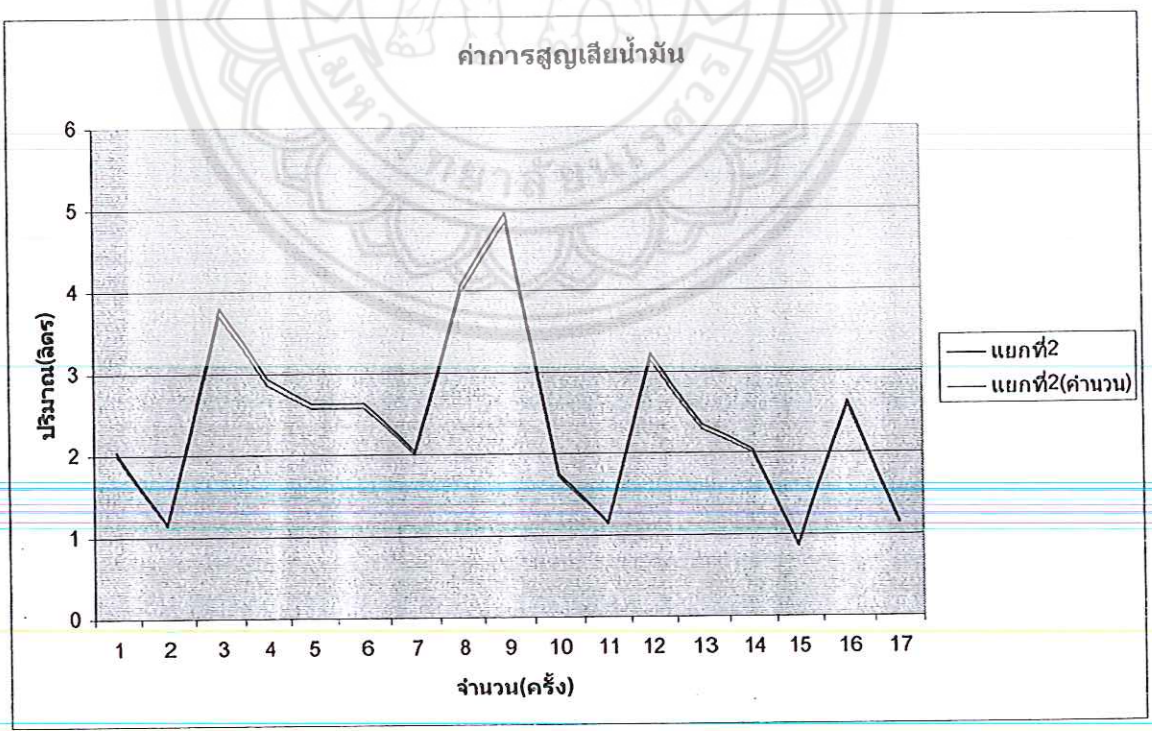
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	16.9092	1.99173333	2.4684	19.9584	1.27893333
2	12.6148	1.13813333	3.01693333	16.016	0.9592
3	11.5412	3.69893333	2.19413333	17.248	0.31973333
4	14.4936	2.84533333	2.4684	17.4944	0.63946667
5	9.394	2.5608	1.6456	15.0304	0.9592
6	14.2252	2.5608	2.74266667	19.712	0.9592
7	16.9092	1.99173333	3.2912	17.7408	1.27893333
8	12.6148	3.98346667	1.09706667	14.784	1.9184
9	13.1516	4.83706667	2.4684	16.5088	0.31973333
10	17.446	1.7072	1.37133333	17.0016	1.59866667
11	12.078	1.13813333	1.91986667	15.0304	2.23813333
12	12.8832	3.12986667	3.56546667	13.7984	0.9592
13	11.0044	2.27626667	2.19413333	18.2336	1.27893333
14	14.2252	1.99173333	2.19413333	13.552	0.31973333
15	15.2988	0.8536	1.09706667	17.4944	0.63946667
16	16.6408	2.5608	1.6456	16.2624	1.59866667
17	15.0304	1.13813333	2.4684	16.7552	2.23813333



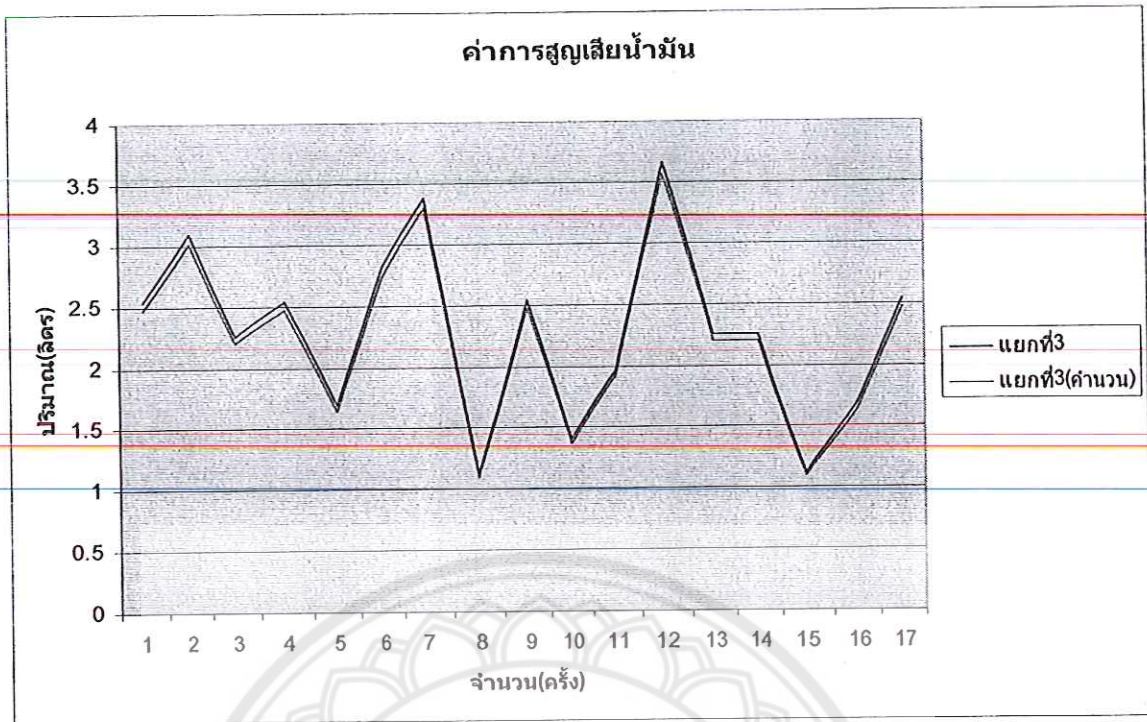


รูปที่ 4.21 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 1 แยกมอโน - เรือนแพ 3/5/50 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.

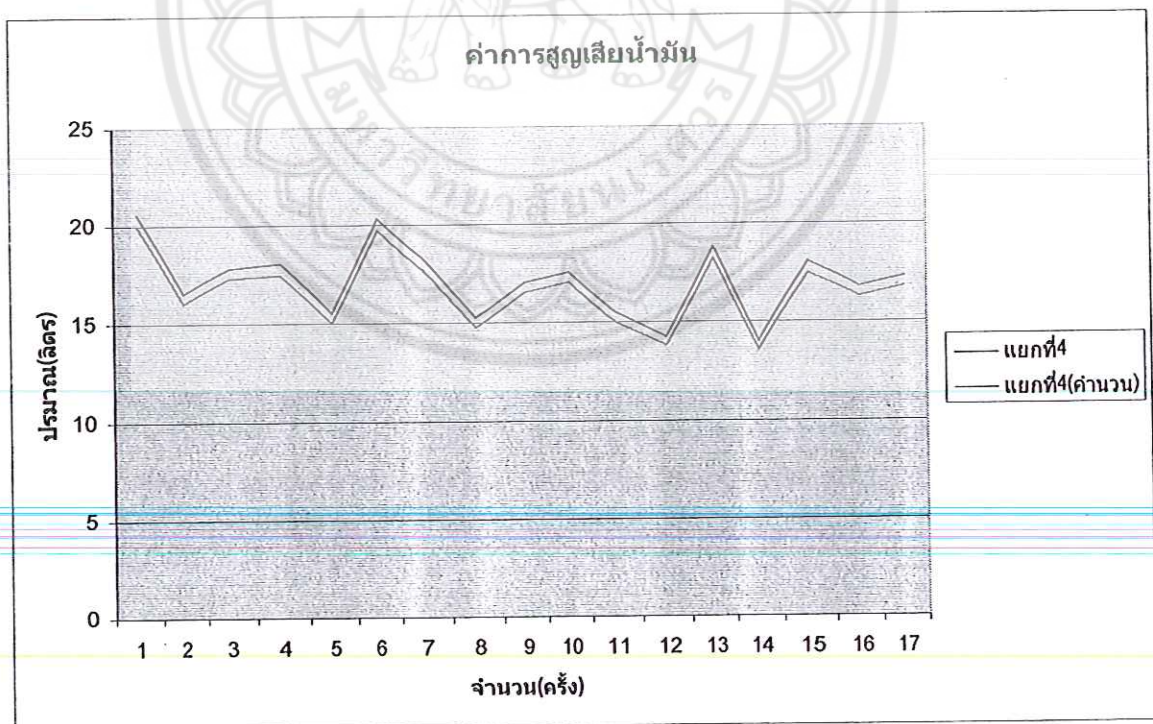


รูปที่ 4.22 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ 3/5/50 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.

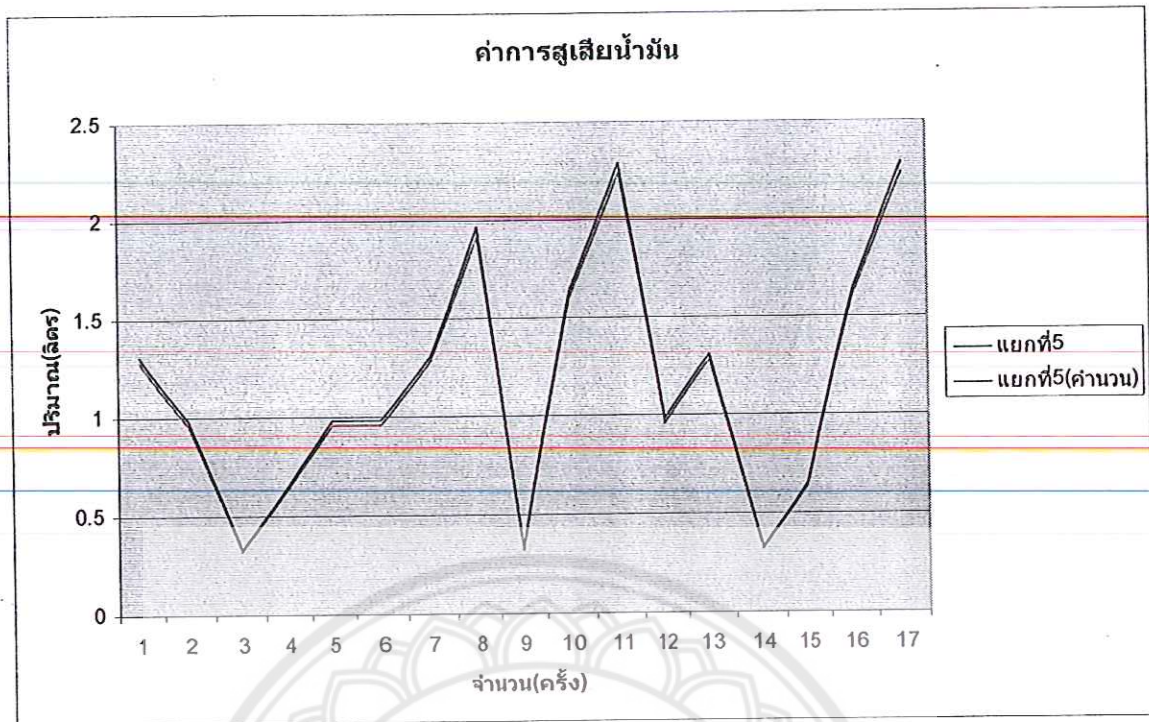




**รูปที่ 4.23** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 3/5/50 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.



**รูปที่ 4.24** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 3/5/50 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.



**รูปที่ 4.25** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย 010 - พระองค์ดำ 3/5/50 เวลา 011.30 น. - 12.30 น.



ตารางที่ 4.11 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	17.64693333	2.043066667	1.9712	13.44786667	1.635333333
2	18.47413333	2.334933333	1.1264	14.4628	1.308266667
3	20.68	2.334933333	1.408	14.20906667	0.327066667
4	16.544	0.8756	1.1264	14.97026667	0.9812
5	17.3712	3.5024	1.9712	17.76133333	0.654133333
6	13.51093333	1.167466667	1.1264	11.92546667	1.635333333
7	14.8896	3.210533333	3.3792	14.71653333	1.308266667
8	16.544	2.918666667	2.2528	12.68666667	2.289466667
9	17.3712	2.334933333	2.5344	15.47773333	0.327066667
10	18.74986667	0.8756	1.408	15.47773333	2.616533333
11	11.85653333	2.6268	3.6608	14.20906667	2.9436
12	13.51093333	3.210533333	3.0976	15.224	1.9624
13	17.92266667	2.043066667	2.2528	17.76133333	0.9812
14	17.64693333	2.334933333	1.9712	20.80613333	1.635333333
15	22.88586667	5.2536	1.9712	16.7464	0.654133333
16	19.30133333	5.545466667	3.9424	12.9404	0.327066667
17	19.0256	6.1292	3.0976	12.68666667	0

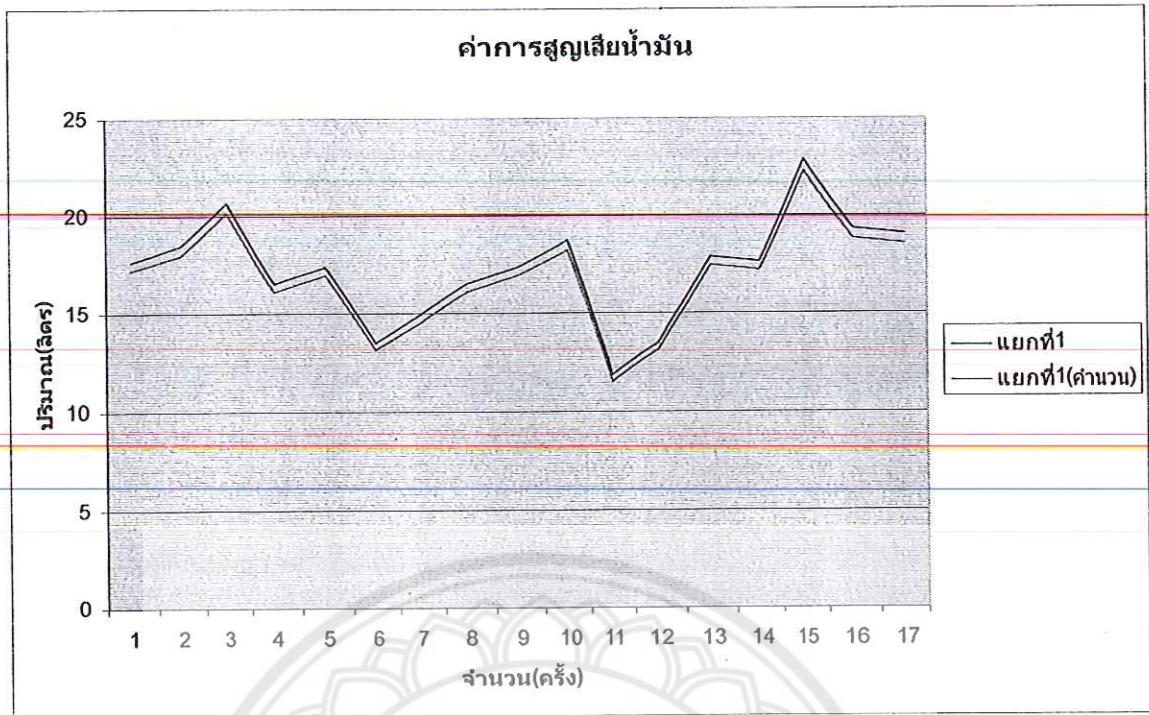
ตารางที่ 4.12 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

วันพฤหัสบดีที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

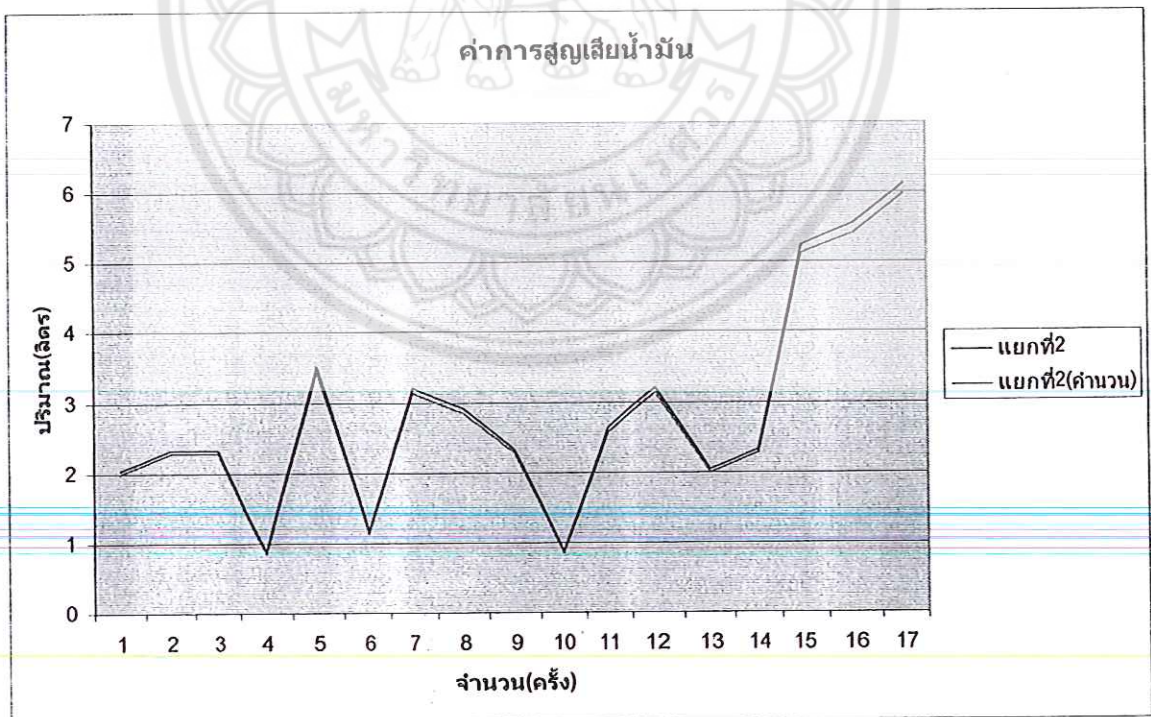
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	17.1776	1.99173333	1.919866667	13.0592	1.598666667
2	17.9828	2.27626667	1.097066667	14.0448	1.278933333
3	20.13	2.27626667	1.371333333	13.7984	0.319733333
4	16.104	0.8536	1.097066667	14.5376	0.9592
5	16.9092	3.4144	1.919866667	17.248	0.639466667
6	13.1516	1.13813333	1.097066667	11.5808	1.598666667
7	14.4936	3.12986667	3.2912	14.2912	1.278933333
8	16.104	2.84533333	2.194133333	12.32	2.238133333
9	16.9092	2.27626667	2.4684	15.0304	0.319733333
10	18.2512	0.8536	1.371333333	15.0304	2.557866667
11	11.5412	2.5608	3.565466667	13.7984	2.8776
12	13.1516	3.12986667	3.016933333	14.784	1.9184
13	17.446	1.99173333	2.194133333	17.248	0.9592
14	17.1776	2.27626667	1.919866667	20.2048	1.598666667
15	22.2772	5.1216	1.919866667	16.2624	0.639466667
16	18.788	5.40613333	3.839733333	12.5664	0.319733333
17	18.5196	5.9752	3.016933333	12.32	0



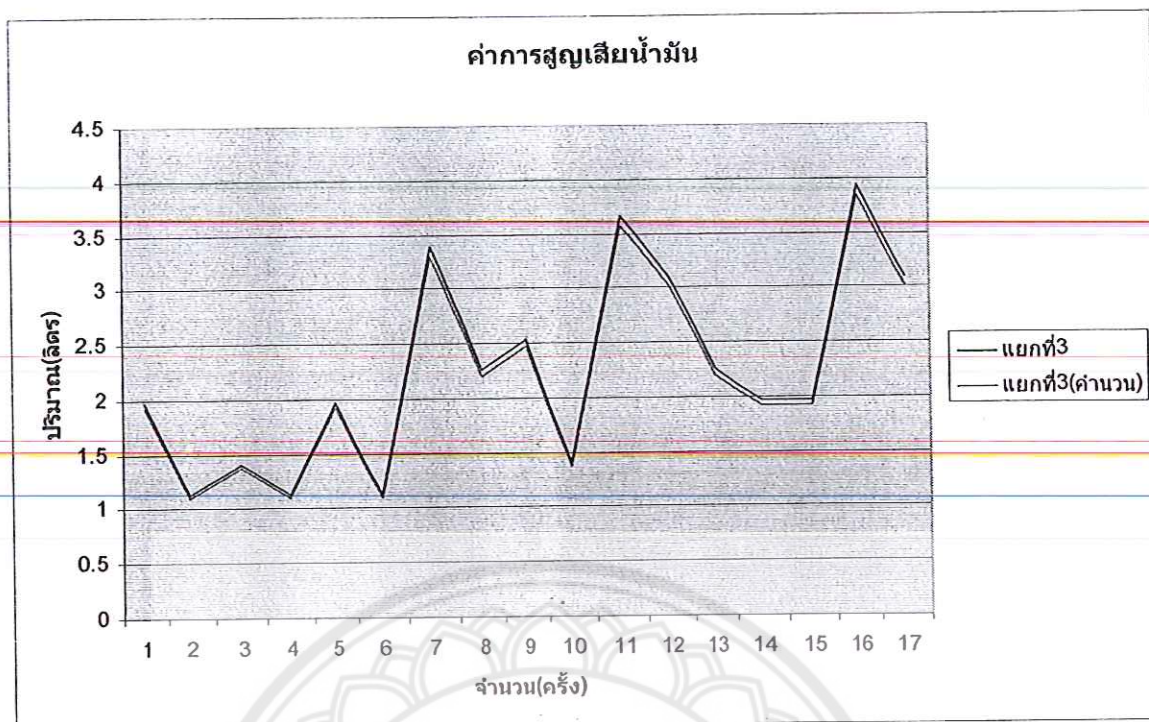


รูปที่ 4.26 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 1 แยกมอโน – เรือนแพ 3/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

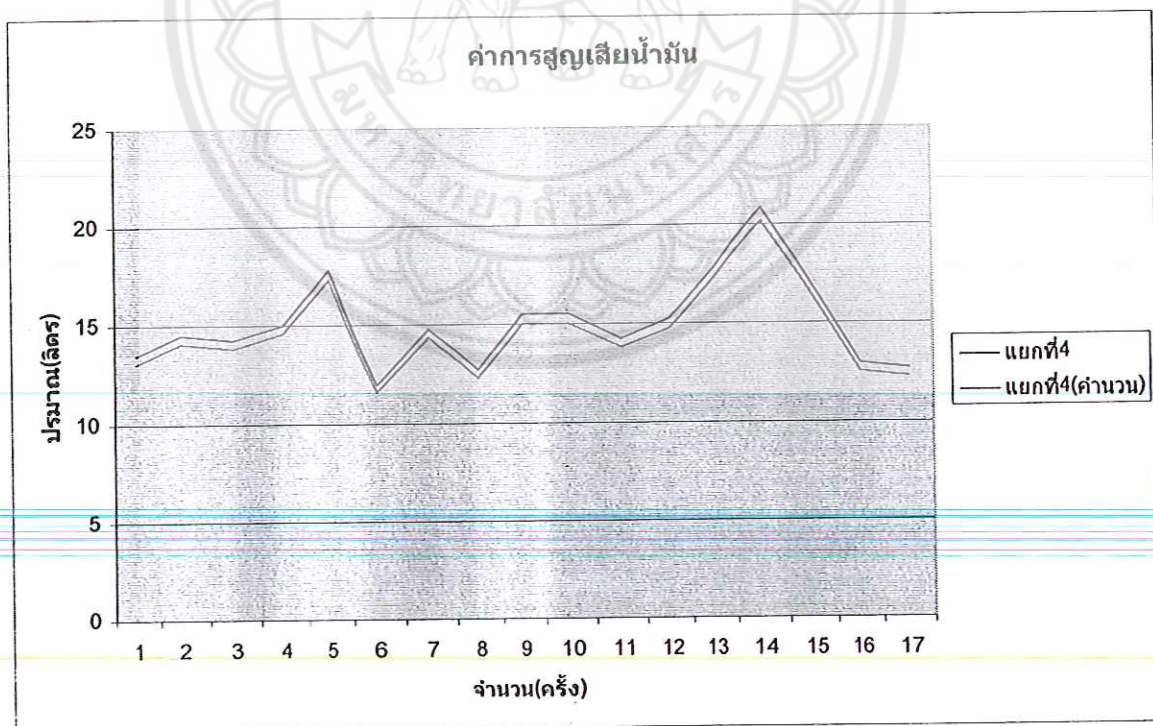


รูปที่ 4.27 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาด โคนมะตูม – เรือนแพ 3/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

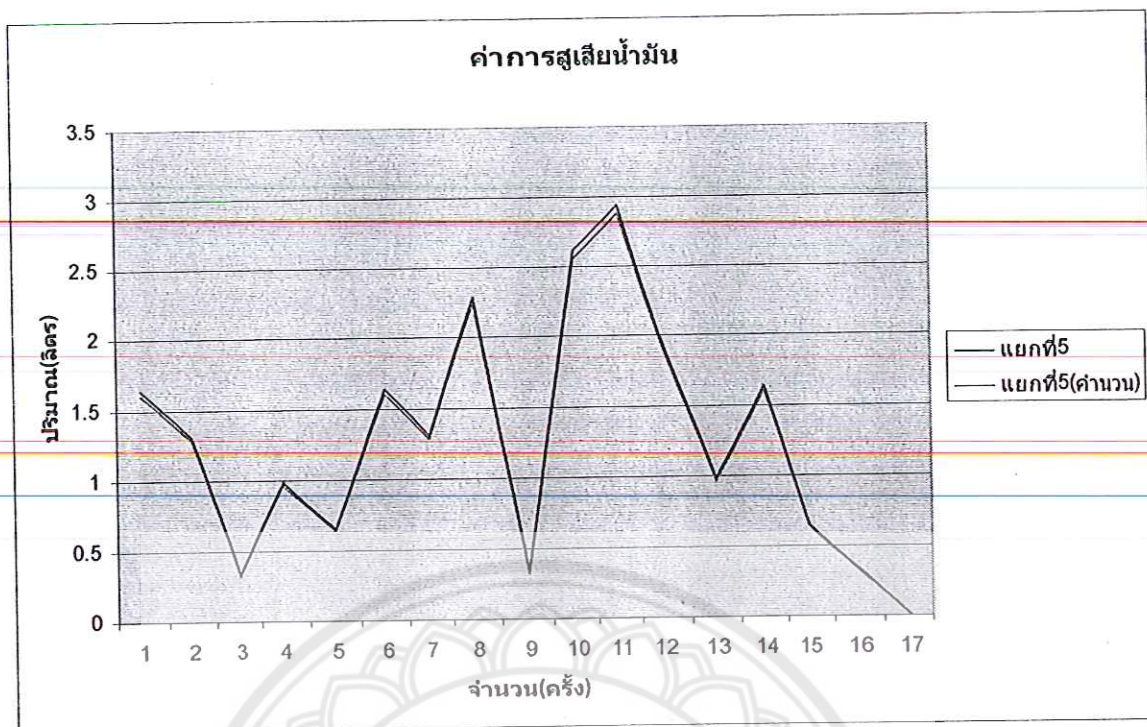




**รูปที่ 4.28** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบสมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 3/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



**รูปที่ 4.29** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบสมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 3/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



**รูปที่ 4.30** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย 010 – พระองค์ดำ 3/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



ตารางที่ 4.13 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ข้อมูลจริง)

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.30506667	0.583733333	2.816	9.1344	0.9812
2	10.7536	2.043066667	3.3792	13.19413333	1.308266667
3	10.20213333	0.291866667	0.8448	12.68666667	0.654133333
4	13.51093333	0.583733333	3.3792	10.40306667	0.327066667
5	11.5808	1.459333333	1.9712	9.388133333	2.289466667
6	12.95946667	0	1.1264	9.1344	1.635333333
7	8.272	0.583733333	2.2528	9.1344	0.9812
8	7.720533333	1.7512	0.8448	8.3732	2.289466667
9	10.7536	2.918666667	1.9712	8.626933333	1.635333333
10	10.47786667	1.167466667	1.9712	8.3732	1.9624
11	7.720533333	1.167466667	3.3792	10.40306667	1.9624
12	8.272	2.043066667	2.5344	18.77626667	1.308266667
13	12.68373333	0.8756	2.816	15.73146667	0.9812
14	14.33813333	0.583733333	1.9712	13.7016	1.635333333
15	9.9264	1.459333333	1.9712	13.44786667	0.327066667
16	10.7536	1.167466667	3.0976	13.95533333	0.654133333
17	15.99253333	0.8756	3.3792	10.40306667	3.270666667

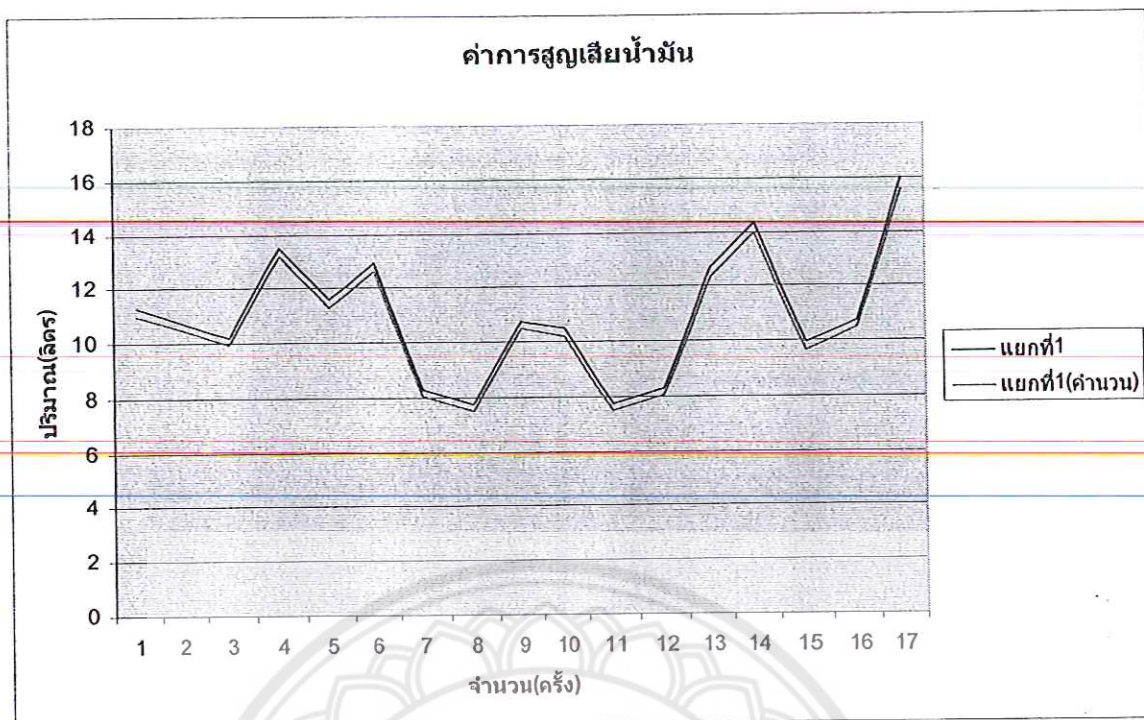


ตารางที่ 4.14 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)

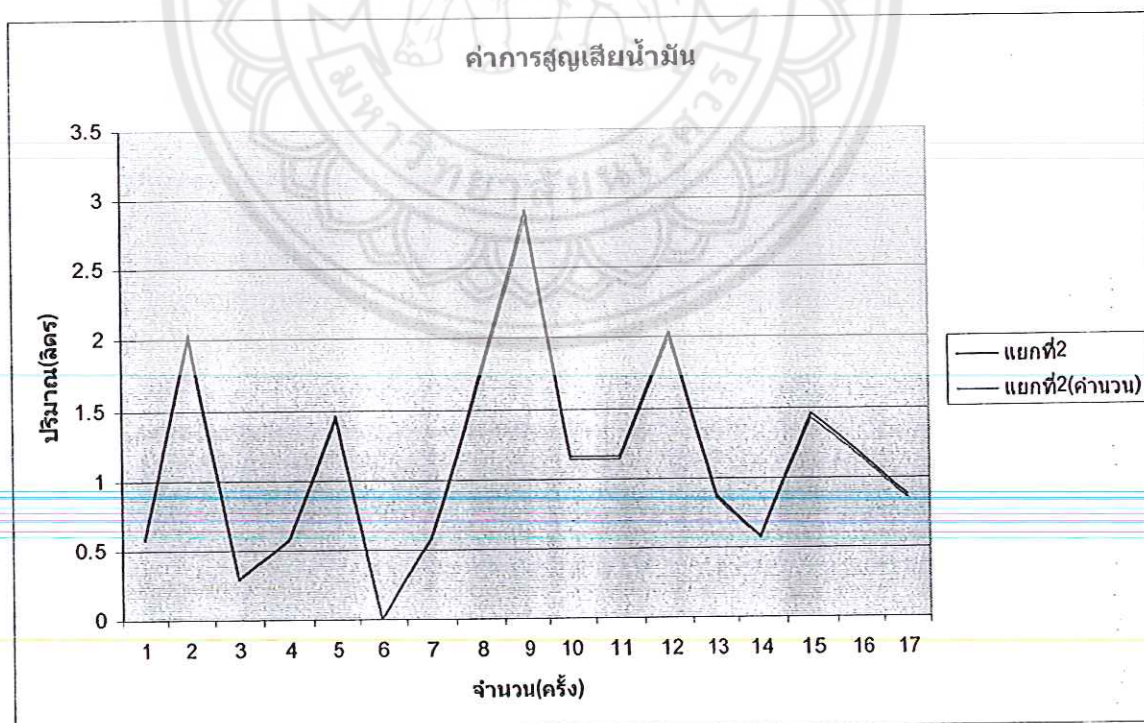
วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.0044	0.56906667	2.74266667	8.8704	0.9592
2	10.4676	1.99173333	3.2912	12.8128	1.278933333
3	9.9308	0.28453333	0.8228	12.32	0.639466667
4	13.1516	0.56906667	3.2912	10.1024	0.319733333
5	11.2728	1.42266667	1.91986667	9.1168	2.238133333
6	12.6148	0	1.09706667	8.8704	1.598666667
7	8.052	0.56906667	2.194133333	8.8704	0.9592
8	7.5152	1.7072	0.8228	8.1312	2.238133333
9	10.4676	2.84533333	1.91986667	8.3776	1.598666667
10	10.1992	1.13813333	1.91986667	8.1312	1.9184
11	7.5152	1.13813333	3.2912	10.1024	1.9184
12	8.052	1.99173333	2.4684	18.2336	1.278933333
13	12.3464	0.8536	2.74266667	15.2768	0.9592
14	13.9568	0.56906667	1.91986667	13.3056	1.598666667
15	9.6624	1.42266667	1.91986667	13.0592	0.319733333
16	10.4676	1.13813333	3.016933333	13.552	0.639466667
17	15.5672	0.8536	3.2912	10.1024	3.197333333

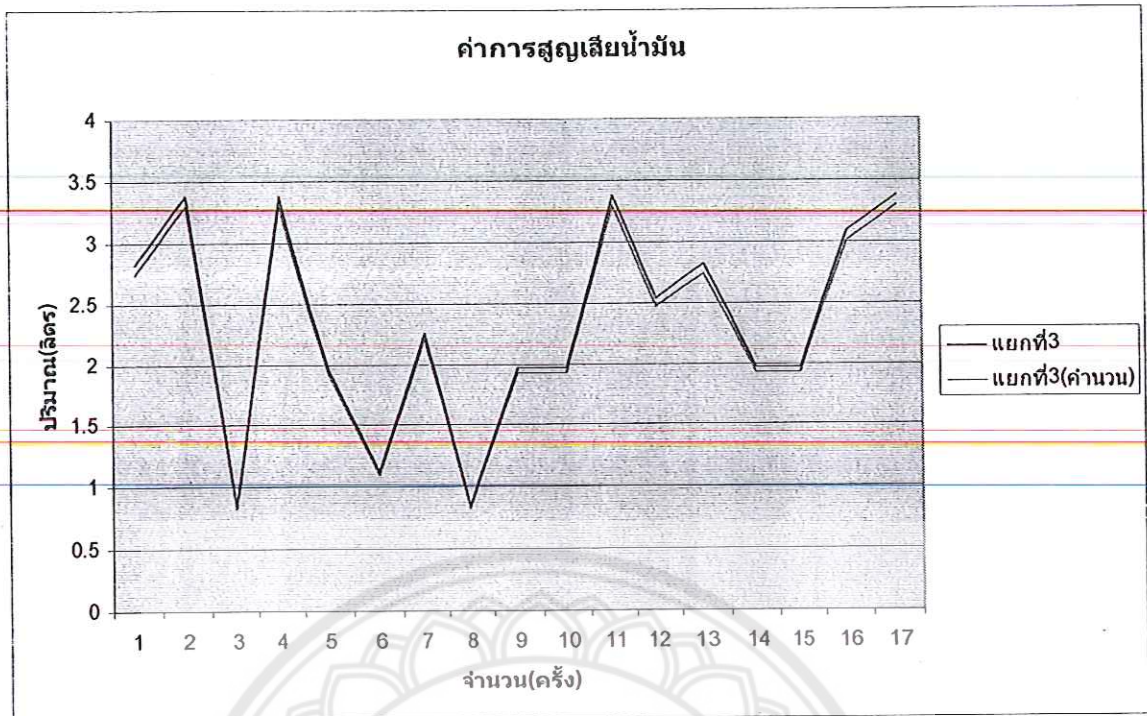


รูปที่ 4.31 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมติฐานของแยก 1 แยกมอนอ - เรือนแพ 4/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

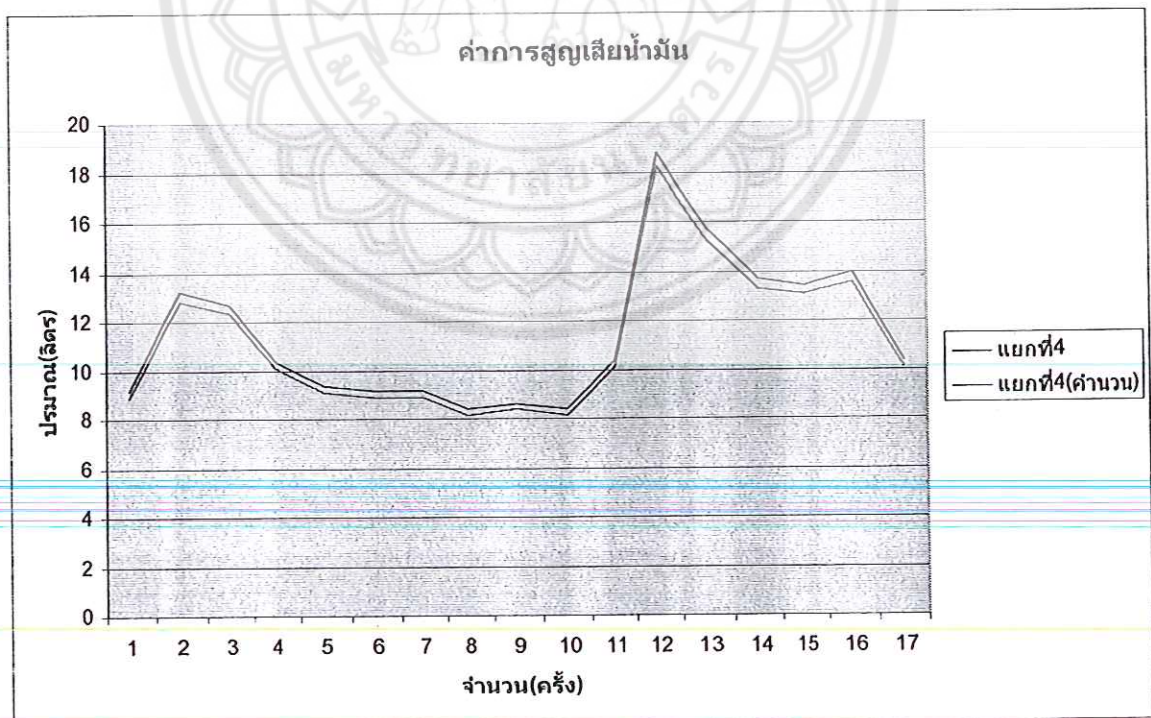


รูปที่ 4.32 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ 4/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



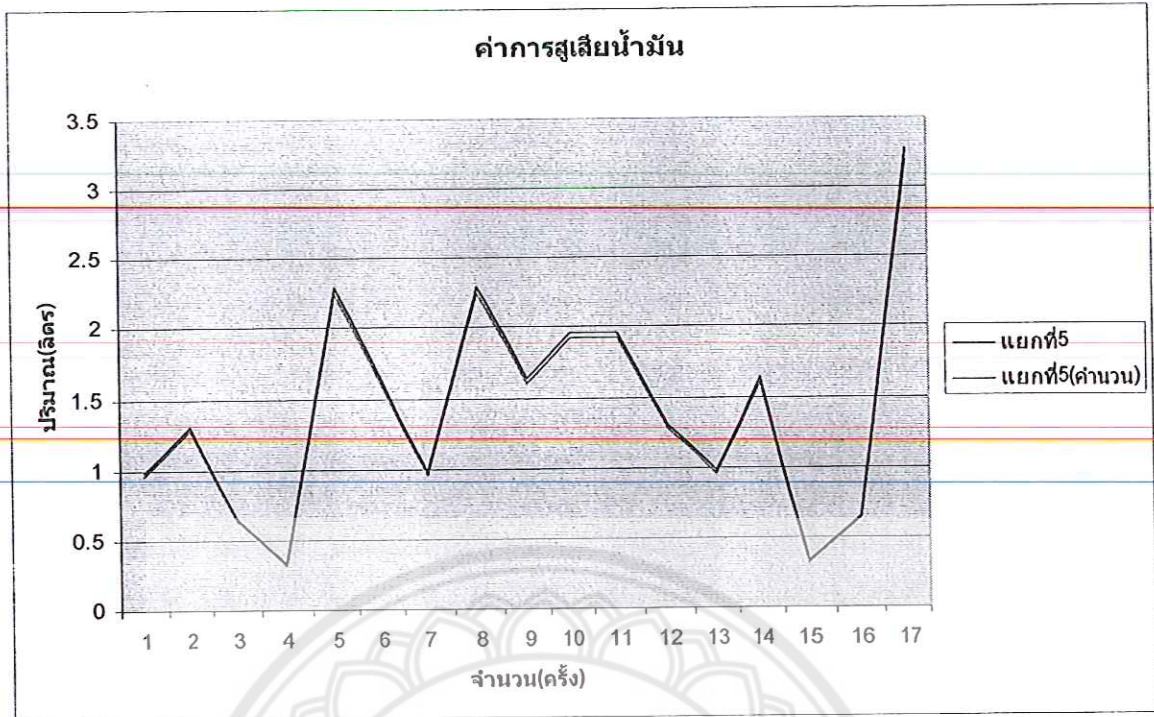


รูปที่ 4.33 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ - มอนอ 4/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.



รูปที่ 4.34 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ - มอนอ 4/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.





รูปที่ 4.35 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย 010 - พระองค์ดำ 4/5/50 เวลา 07.30 น. - 08.30 น.

ตารางที่ 4.15 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ข้อมูลจริง)

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	15.99253333	2.6268	2.2528	17.76133333	2.616533333
2	10.20213333	1.7512	1.9712	16.7464	1.308266667
3	5.514666667	2.6268	1.6896	13.95533333	0.9812
4	13.78666667	4.086133333	0.8448	13.95533333	0.9812
5	16.544	2.043066667	1.408	17.5076	1.308266667
6	14.0624	2.918666667	1.408	18.2688	1.308266667
7	19.57706667	2.918666667	1.408	15.73146667	0.9812
8	16.81973333	2.043066667	3.3792	13.95533333	0.654133333
9	17.09546667	1.459333333	1.9712	14.20906667	0.327066667
10	20.12853333	2.334933333	2.2528	15.224	0
11	16.26826667	2.043066667	3.0976	12.1792	2.9436
12	16.544	1.459333333	1.6896	16.7464	0.9812
13	13.2352	0.8756	1.1264	15.73146667	0.9812
14	19.30133333	1.459333333	2.5344	11.67173333	1.308266667
15	18.47413333	0	1.6896	15.47773333	0.327066667
16	19.57706667	1.459333333	1.1264	14.71653333	0.9812
17	20.12853333	1.459333333	2.5344	13.95533333	1.9624

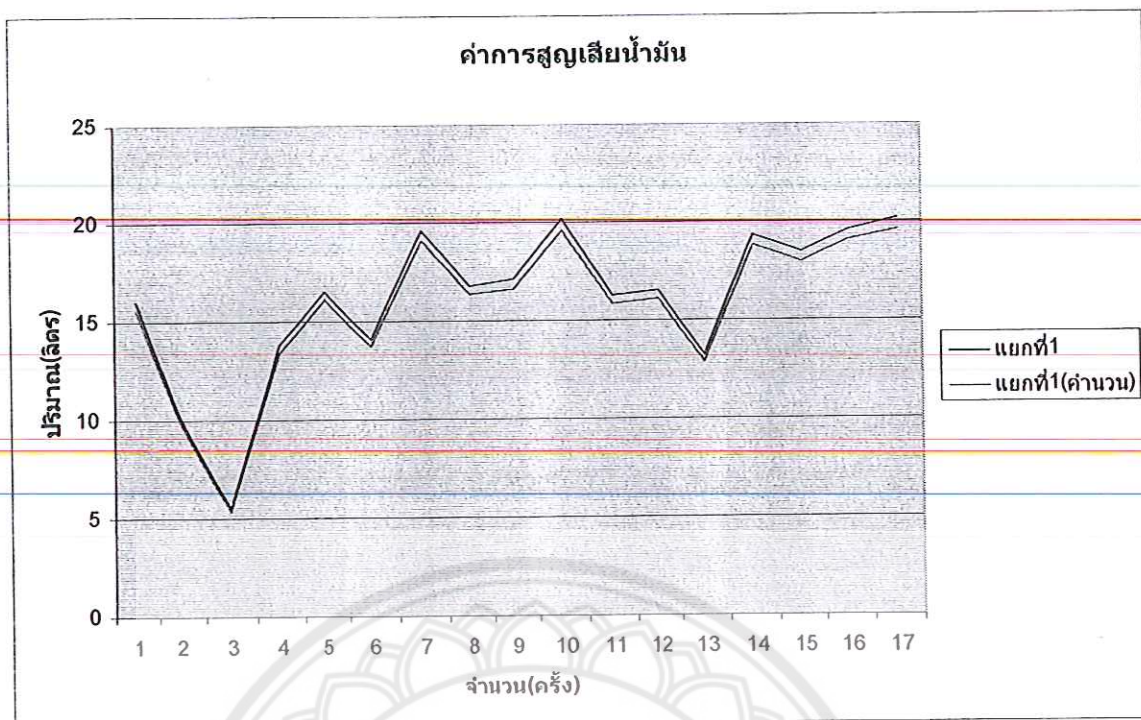
ตารางที่ 4.16 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(คำนวณ)

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 11.30 น.- 12.30 น.

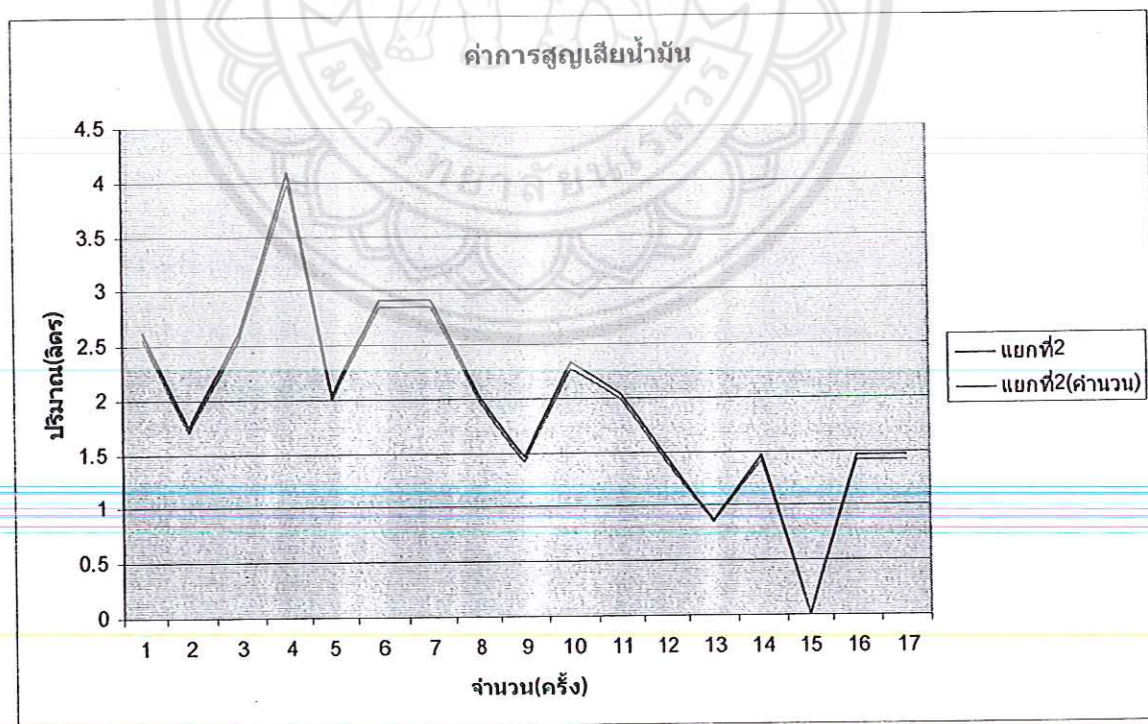
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	15.5672	2.5608	2.194133333	17.248	2.557866667
2	9.9308	1.7072	1.919866667	16.2624	1.278933333
3	5.368	2.5608	1.6456	13.552	0.9592
4	13.42	3.983466667	0.8228	13.552	0.9592
5	16.104	1.991733333	1.371333333	17.0016	1.278933333
6	13.6884	2.845333333	1.371333333	17.7408	1.278933333
7	19.0564	2.845333333	1.371333333	15.2768	0.9592
8	16.3724	1.991733333	3.2912	13.552	0.639466667
9	16.6408	1.422666667	1.919866667	13.7984	0.319733333
10	19.5932	2.276266667	2.194133333	14.784	0
11	15.8356	1.991733333	3.016933333	11.8272	2.8776
12	16.104	1.422666667	1.6456	16.2624	0.9592
13	12.8832	0.8536	1.097066667	15.2768	0.9592
14	18.788	1.422666667	2.4684	11.3344	1.278933333
15	17.9828	0	1.6456	15.0304	0.319733333
16	19.0564	1.422666667	1.097066667	14.2912	0.9592
17	19.5932	1.422666667	2.4684	13.552	1.9184



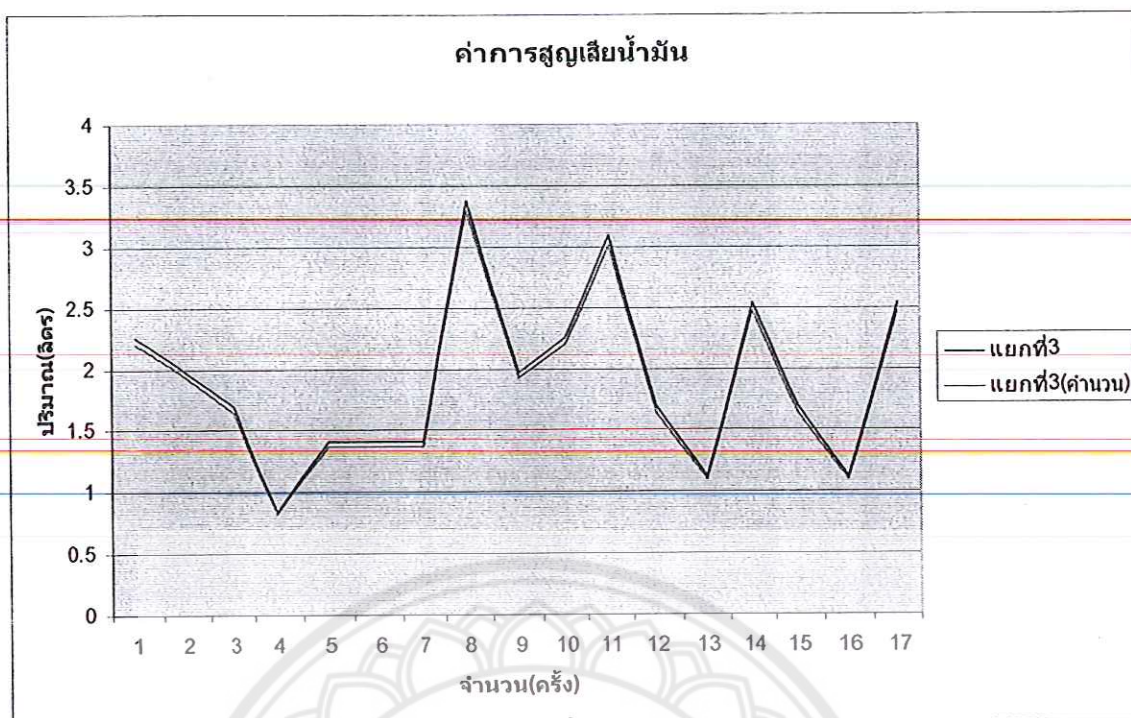


รูปที่ 4.36 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยก 1 แยกมอโน-เรอีนแพ 4/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

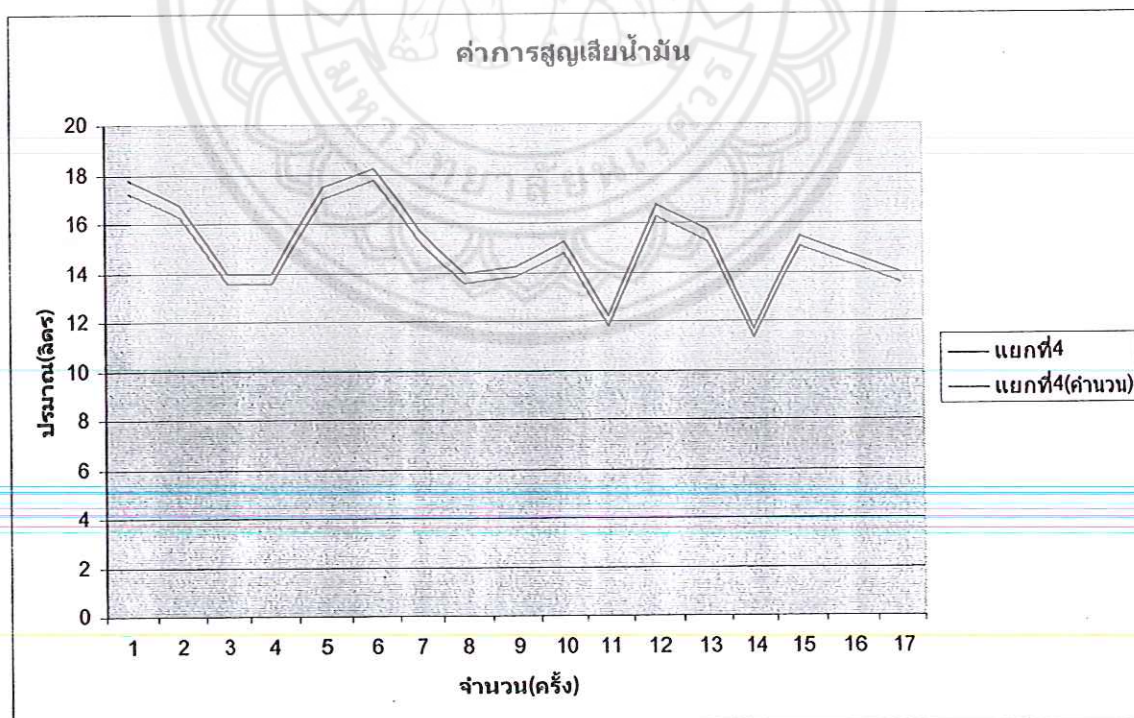


รูปที่ 4.37 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม-เรอีนแพ 4/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.

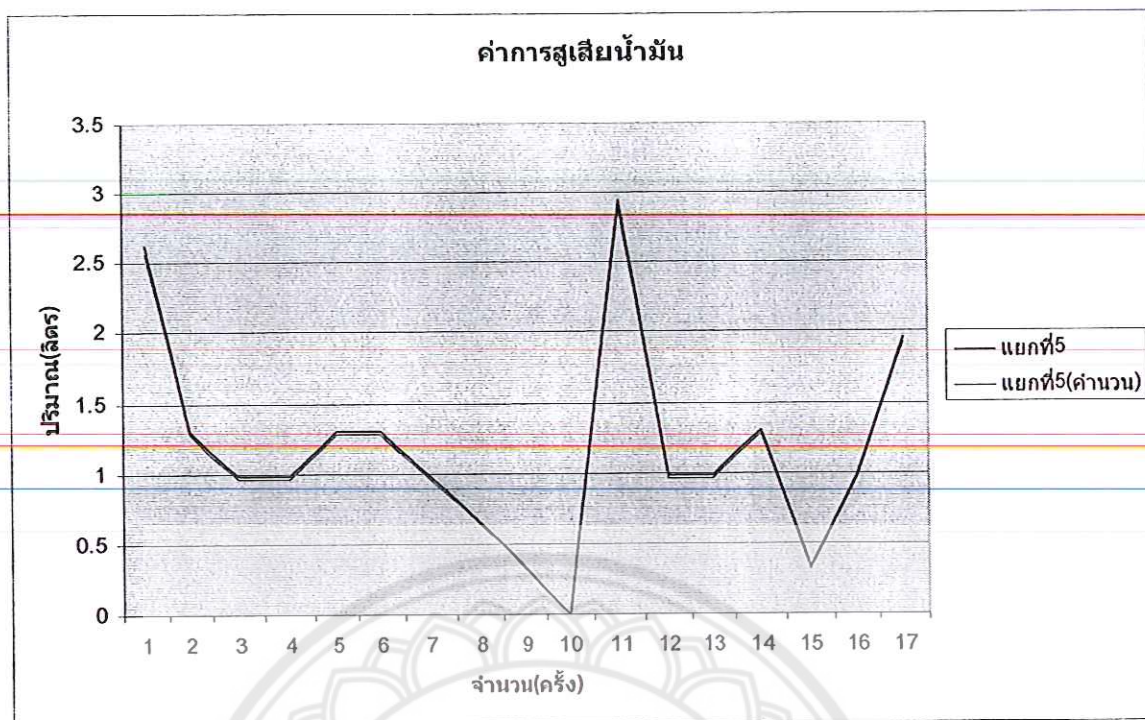




รูปที่ 4.38 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์ดำ-มอโน 4/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



รูปที่ 4.39 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือนแพ-มอโน 4/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



**รูปที่ 4.40** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ  
สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย 010 - พระองค์ดำ 4/5/50 เวลา 11.30 น. - 12.30 น.



ตารางที่ 4.17 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(จากข้อมูลจริง)

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรถ(ลิตร)				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	12.13226667	1.7512	3.0976	13.95533333	0.327066667
2	11.85653333	3.5024	1.9712	16.7464	1.635333333
3	12.408	1.7512	1.408	13.7016	1.308266667
4	15.16533333	2.043066667	1.408	14.4628	0.654133333
5	17.92266667	1.7512	0.2816	11.418	0.654133333
6	8.823466667	2.043066667	1.9712	11.418	0.327066667
7	14.0624	2.918666667	1.6896	13.95533333	0.654133333
8	6.341866667	2.043066667	2.2528	10.14933333	0.9812
9	15.7168	0.583733333	1.1264	15.9852	0.9812
10	20.68	0.583733333	1.6896	13.44786667	0.9812
11	18.74986667	2.334933333	3.0976	14.20906667	0.9812
12	14.61386667	5.2536	1.408	13.19413333	0
13	12.13226667	4.669866667	2.2528	14.4628	1.635333333
14	11.02933333	1.167466667	3.6608	34.254	1.308266667
15	15.44106667	4.086133333	2.5344	17.25386667	0.9812
16	7.4448	1.167466667	3.6608	10.40306667	2.289466667
17	13.2352	3.5024	1.9712	12.9404	1.308266667

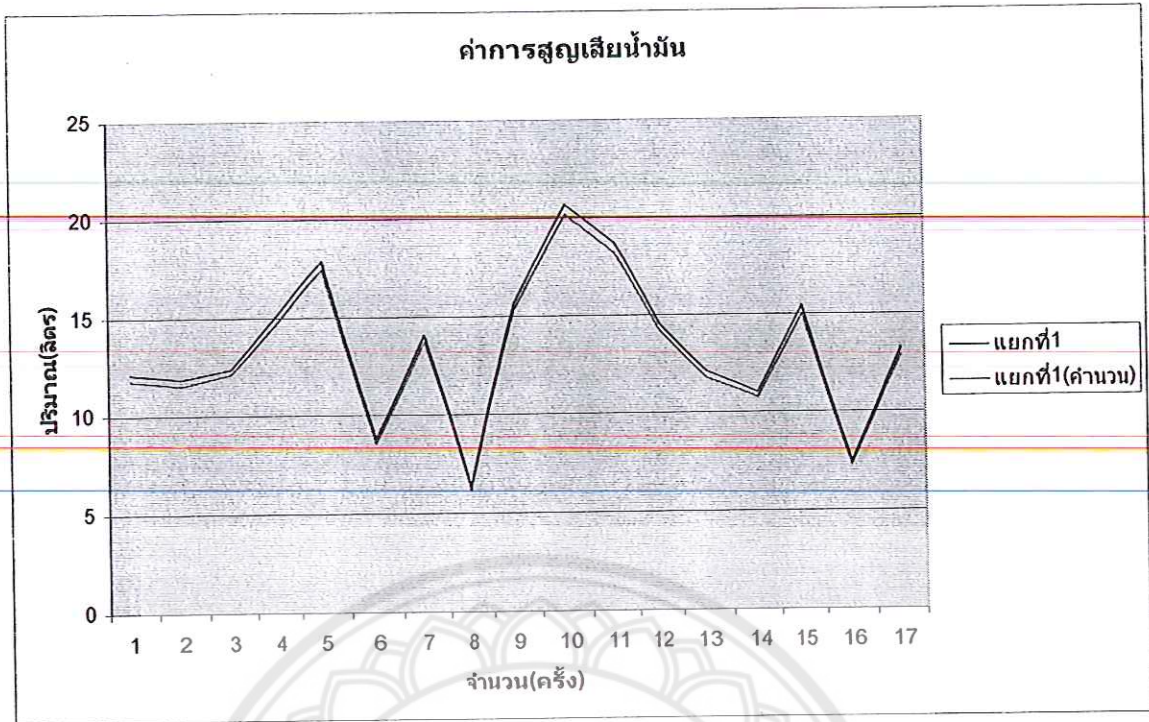
ตารางที่ 4.18 การประมาณค่าการสูญเสียน้ำมันรด(คำนวณ)

วันศุกร์ที่ 4 พฤษภาคม พ.ศ. 2550 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

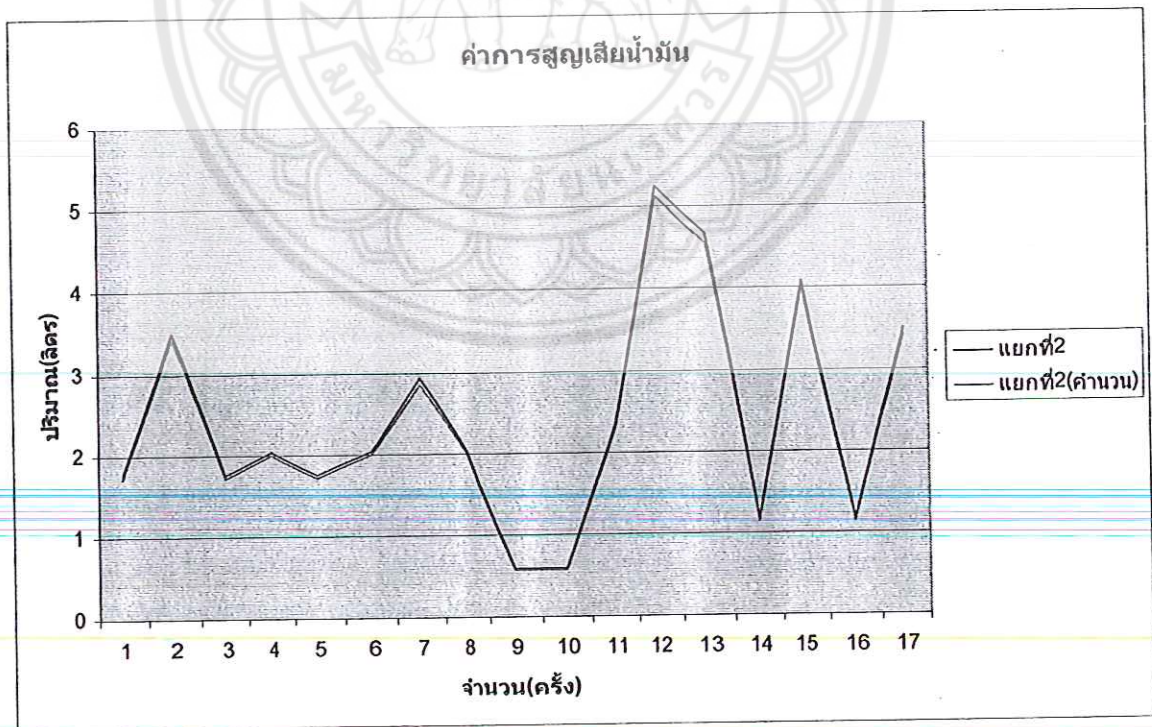
เป็นผลที่ได้จากการคำนวณอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากสมมุติฐานในแต่ละแยก

ครั้งที่	ค่าการสูญเสียน้ำมันรด(ลิตร)---คำนวณ				
	แยกที่1	แยกที่2	แยกที่3	แยกที่4	แยกที่5
1	11.8096	1.7072	3.016933333	13.552	0.319733333
2	11.5412	3.4144	1.919866667	16.2624	1.598666667
3	12.078	1.7072	1.371333333	13.3056	1.278933333
4	14.762	1.991733333	1.371333333	14.0448	0.639466667
5	17.446	1.7072	0.274266667	11.088	0.639466667
6	8.5888	1.991733333	1.919866667	11.088	0.319733333
7	13.6884	2.845333333	1.6456	13.552	0.639466667
8	6.1732	1.991733333	2.194133333	9.856	0.9592
9	15.2988	0.569066667	1.097066667	15.5232	0.9592
10	20.13	0.569066667	1.6456	13.0592	0.9592
11	18.2512	2.276266667	3.016933333	13.7984	0.9592
12	14.2252	5.1216	1.371333333	12.8128	0
13	11.8096	4.552533333	2.194133333	14.0448	1.598666667
14	10.736	1.138133333	3.565466667	33.264	1.278933333
15	15.0304	3.983466667	2.4684	16.7552	0.9592
16	7.2468	1.138133333	3.565466667	10.1024	2.238133333
17	12.8832	3.4144	1.919866667	12.5664	1.278933333



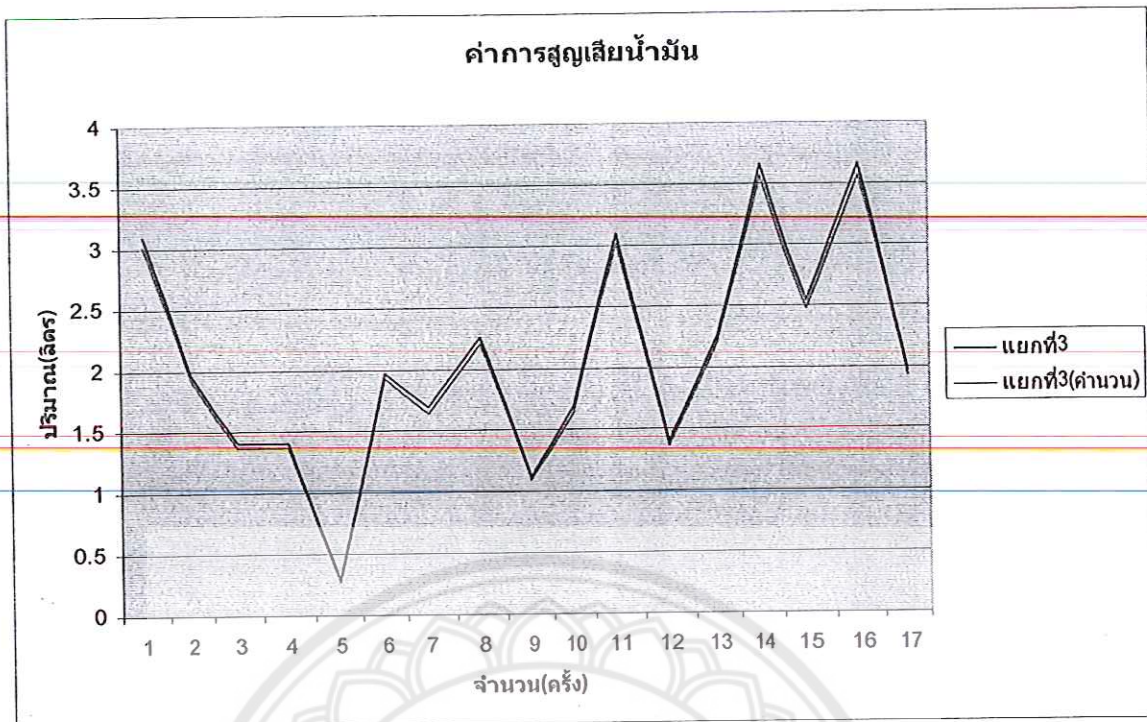


รูปที่ 4.41 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยก 1 แยกมอโน - เรือนแพ 4/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

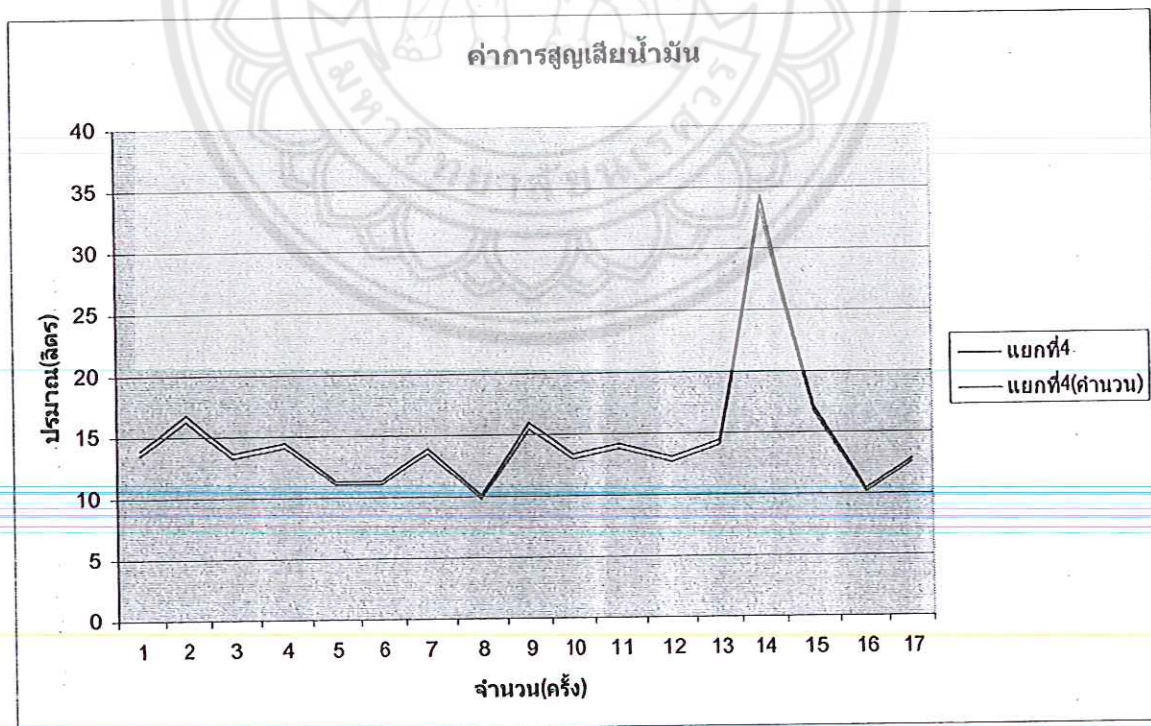


รูปที่ 4.42 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 2 แยกตลาดโคกมะตูม - เรือนแพ 4/5/50 เวลา 16.00 น. - 17.30 น.

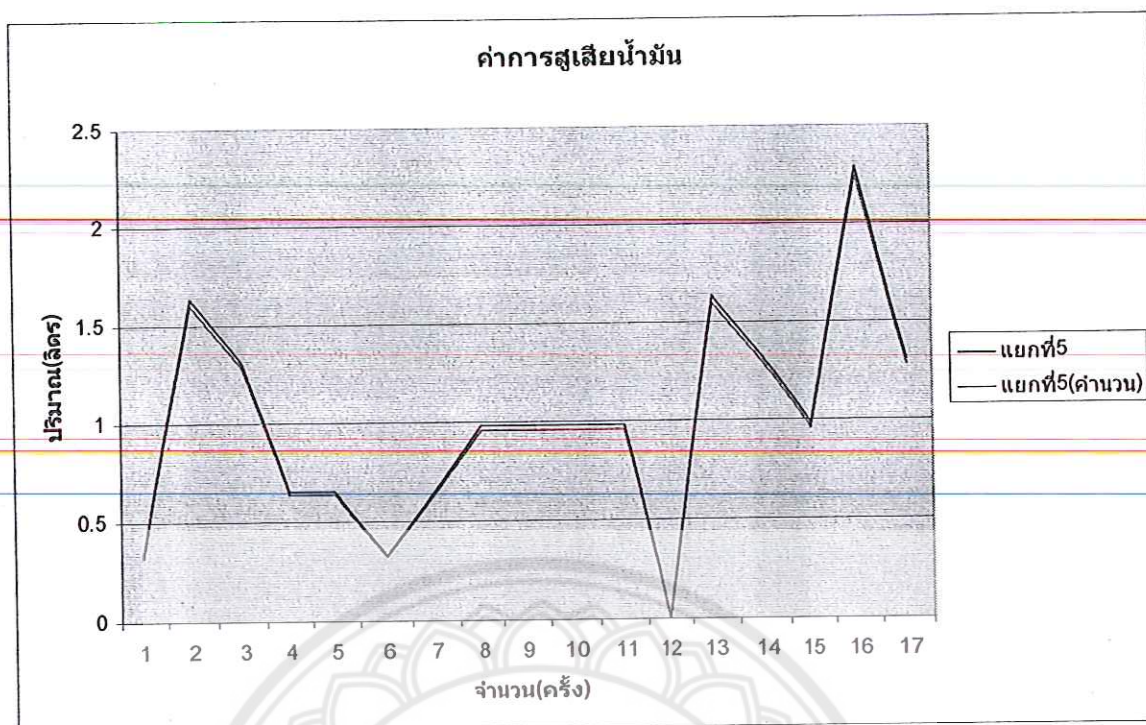




รูปที่ 4.43 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 3 แยกพระองค์คำ-มอนอ 4/5/50 เวลา 16.00 น.-17.30 น.



รูปที่ 4.44 กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 4 แยกเรือินแพ-มอนอ 4/5/50 เวลา 16.00 น.-17.30 น.



**รูปที่ 4.45** กราฟแสดงการเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมดจากข้อมูลจริงและทดสอบ สมมุติฐานของแยกที่ 5 ซอย 010 - พระองค์ดำ 4/5/50 เวลา เวลา 16.00 น. - 17.30 น.



#### 4.1.4 ผลจากการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.1, 4.3, 4.5, ..., 4.17 เป็นตารางแสดงผลการคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณจราจรตามข้อมูลจริง ตารางที่ 4.2, 4.4, 4.6, ..., 4.18 เป็นตารางแสดงผลการคำนวณหาอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณจราจรจากการทดสอบสมมุติฐาน กราฟที่ 4.1 - 4.45 คือกราฟแสดงอัตราการสูญเสียน้ำมันของทั้งสองวิธีคำนวณ โดยจะ plot ค่าการวิเคราะห์ของทั้งสองวิธีรวมกันที่ละแยก เพื่อเปรียบเทียบอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจรของทั้งสองวิธี

จะเห็นได้ว่า จากกราฟที่ 4.1, 4.2, 4.3, ..., 4.45 อัตราการสูญเสียต่อเวลาของสัญญาณไฟจราจร ที่ได้จากการทดสอบสมมุติฐานนั้นจะลดอัตราการสูญเสียน้ำมันลงได้ เป็นไปตามสมการที่ (3.1)

อัตราการสูญเสียน้ำมันทั้งหมด(ลิตร) = อัตราเฉลี่ยการใช้น้ำมันของรถ(ลิตร/นาที่) × สัญญาณไฟแดง (นาที่) × จำนวนรถ(คัน)

เมื่อระยะเวลาของสัญญาณไฟแดงลดลง ก็จะทำให้อัตราการสูญเสียน้ำมันลดลงตามไปด้วย ซึ่งเราสามารถลดสัญญาณไฟแดงลงได้แค่ 13 วินาทีเท่านั้น ถ้าลดลงมากกว่านี้จะทำให้ระบบจราจรไม่สมดุลตามไปด้วย



## บทที่ 5

### สรุป

#### 5.1 สรุปผลการวิเคราะห์

จากการวิเคราะห์ทางสถิติ โดยการทดสอบสมมติฐาน เพื่อช่วยลดอัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณจรรยา จะสามารถลดระยะเวลาของสัญญาไฟแดงในแต่ละแยกได้แยกละ 13 วินาที เท่านั้นถ้าลดลงมากกว่านี้จะทำให้ระบบจราจรไม่สมดุลตามไปด้วย เนื่องจากค่า  $r$  ที่คำนวณได้นั้นไปตกอยู่ในช่วงวิกฤต และเมื่อทำการวิเคราะห์อัตราการสูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณจรรยา โดยการลดสัญญาไฟแดงลงแยกละไม่เกิน 13 วินาที จะทำให้สูญเสียน้ำมันต่อเวลาของสัญญาณจรรยา ลดลงตามไปด้วย

#### 5.2 ปัญหาที่พบ

การวิเคราะห์นี้ยังวิเคราะห์รถที่เลี้ยวซ้ายในแต่ละแยกได้ เพราะแยกที่ 1 เรือนแพ - มอนอ นั้นยังไม่สัญญาไฟแดงเฉพาะทางเลี้ยวซ้ายอีกชุด จึงมีผลต่อการนับจำนวนรถที่ติดไฟแดงในแยกนั้นทำให้ผลการวิเคราะห์คลาดเคลื่อน

#### 5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

5.3.1 พัฒนาการวิเคราะห์นี้ไปทำระบบควบคุมสัญญาไฟจราจร เพื่อควบคุมการจราจรให้ดียิ่งขึ้น

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Jame T. Mcclave , Frank H. Dietrich. **Statistics**. Fith Edition. Macmilaan Pobshing company , c1991
- [2] ดร.กัลยา วาณิชบัญชา. **หลักสถิติ**. พิมพ์ครั้งที่7. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โรงพิมพ์โรงพิมพ์แห่ง จุฬาลงมหาวิทยาลัย. 2545
- [3] รองศาสตราจารย์ คณิต ไช่มุขต์. **สถิติพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่1. 2546



## ภาคผนวก

ตารางแสดงค่าวิกฤตของการแจกแจง

$\alpha$ $\gamma$	0.40	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005	0.0005
1	0.325	1.000	0.378	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	0.289	0.816	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	0.277	0.765	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.924
4	0.271	0.741	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	0.267	0.727	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.869
6	0.265	0.718	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	0.263	0.711	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.408
8	0.262	0.706	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	0.261	0.703	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	0.260	0.700	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	0.260	0.697	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	0.259	0.695	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	0.259	0.694	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	0.258	0.692	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	0.258	0.691	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	0.258	0.690	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	0.257	0.689	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	0.257	0.688	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.992
19	0.257	0.688	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	0.257	0.687	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	0.257	0.686	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	0.256	0.686	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	0.256	0.685	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	0.256	0.685	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	0.256	0.684	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	0.256	0.684	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	0.256	0.684	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	0.256	0.683	1.313	1.701	2.048	2.467	2.793	3.674
29	0.256	0.683	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659
30	0.256	0.683	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.646
40	0.255	0.681	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	3.551
60	0.254	0.679	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	3.460
120	0.254	0.677	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	3.373
$\infty$	0.253	0.674	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	3.291



## ประวัติผู้เขียนโครงการ



ชื่อ นายฤกษ์จักร กาญจนรัตน์  
 เกิดวันที่ 29 กันยายน 2526  
 สถานที่อยู่ปัจจุบัน 236 หมู่ 7 ตำบลเวียงชัย อำเภอเวียงชัย  
 จังหวัดเชียงราย 57210

### ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจาก โรงเรียนเมืองเชียงราย
  - ปัจจุบันศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 5  
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า  
 มหาวิทยาลัยนเรศวร
- e-mail: [adov\\_hidler@hotmail.com](mailto:adov_hidler@hotmail.com)

