



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการจำลองสถานการณ์ระบบบริหารจัดการ
ยานพาหนะสำหรับเครือข่ายสถานีบริการ NGV

โดย

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.วเรศรา วีระวัฒน์

ดร.ชยกฤต เจริญศิริวัฒน์

นักศึกษาผู้วิจัย

นางสาว วโรทัย สุนาลัย

พฤษภาคม 2554

บทสรุปผู้บริหาร (Executive Summary)

โครงการ การจำลองสถานการณ์ระบบบริหารจัดการยานพาหนะ สำหรับเครือข่ายสถานีบริการ NGV

ในปัจจุบันก๊าซธรรมชาติหรือก๊าซ NGV นั้นเป็นพลังงานทางเลือกที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากราคาของก๊าซธรรมชาตินั้นต่ำกว่าเชื้อเพลิงชนิดอื่น ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยนั้นจะถูกลำเลียงผ่านทางท่อ แต่เนื่องจากท่อลำเลียงก๊าซมีไม่ครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมดของประเทศไทย ดังนั้นการจัดส่งไปยังพื้นที่ที่ไม่มีท่อก๊าซผ่านนั้นจะทำได้โดยการขนส่งทางเรลเลอร์ โดยสามารถแบ่งสถานีบริการก๊าซธรรมชาติออกเป็นสามประเภทด้วยกันดังนี้

1. สถานีบริการหลัก (Main station) คือ สถานีบริการที่อยู่ในแนวบริเวณท่อลำเลียงก๊าซ และทำหน้าที่ในการบรรจุก๊าซเพื่อส่งไปยังสถานีบริการย่อย
2. สถานีบริการที่อยู่ในแนวท่อ (Conventional station) คือ สถานีบริการที่อยู่ในแนวท่อลำเลียงก๊าซ แต่จะไม่ทำหน้าที่ในการบรรจุก๊าซเพื่อจัดส่ง
3. สถานีบริการย่อย (Substation) หมายถึง สถานีบริการที่อยู่นอกแนวท่อลำเลียงก๊าซซึ่งจะได้รับการจัดส่งก๊าซจากสถานีบริการหลักที่รับผิดชอบเพียงแห่งเดียว

รูปแบบของระบบการจัดส่งก๊าซจากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อยที่รับผิดชอบนั้นเป็นรูปแบบของ Hub and spokes ที่มีสถานีบริการหลักเป็น Hub และมีสถานีบริการย่อยเป็น spoke ซึ่งจะมีการจัดส่งจาก Hub ไปยัง spoke และจาก spoke กลับมายัง Hub เท่านั้น

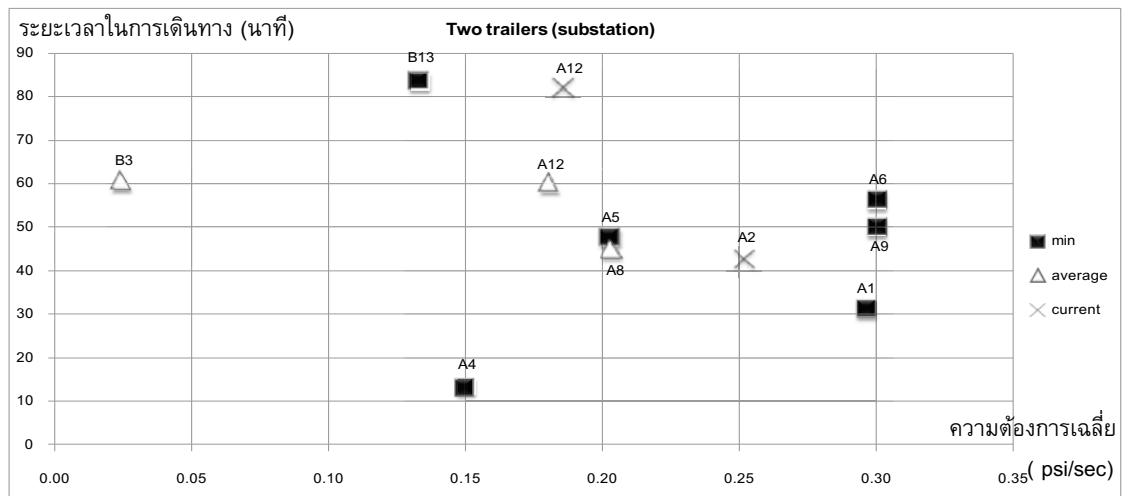
การกระจายก๊าซธรรมชาติสู่สถานีบริการย่อยนั้นมีกลไกหลักที่สำคัญคือ จุดส่งก๊าซ เนื่องจากการจัดส่งทั้งหมดจะเริ่มต้นจากการส่งก๊าซของสถานีบริการย่อย และในปัจจุบันสถานีบริการย่อยจะทำการส่งก๊าซเมื่อความดันในเรลเลอร์ที่สถานีบริการย่อยเท่ากับ 1000 psi (ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยไม่ได้คำนึงถึงความต้องการก๊าซและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งของสถานีบริการย่อยนั้นๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดการขาดแคลนก๊าซในเดือนกุมภาพันธ์ 2552 มากกว่า 200 ครั้งต่อเดือน หรือคิดเป็นระยะเวลาขาดก๊าซรวมมากกว่า 30 ชั่วโมง

สำหรับการแก้ปัญหาในระบบการจัดส่งก๊าซธรรมชาตินั้น ผู้วิจัยได้แบ่งออกเป็นสามขั้นตอน ขั้นตอนแรกคือ การคำนวณหาจุดส่งก๊าซของสถานีบริการย่อยในแต่ละสถานีโดยพิจารณาถึงปัจจัยของความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งเพิ่มเติมโดยใช้การจำลอง

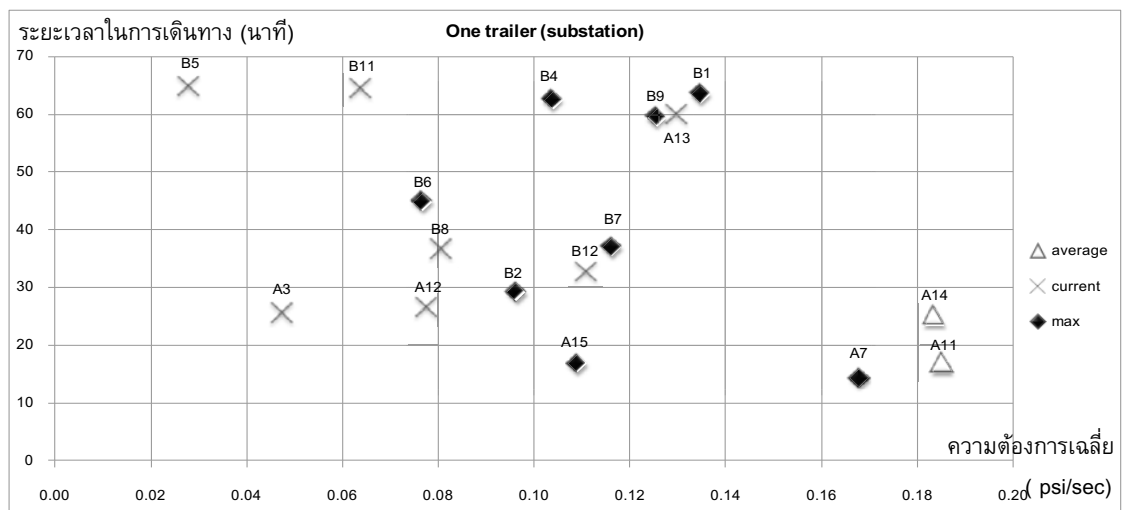
สถานการณ์ในการเปรียบเทียบ ขั้นตอนที่สอง เป็นการคำนวณหาจำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมสำหรับสถานีบริการหลักโดยใช้ตัวแบบจำลองสถานการณ์ และขั้นตอนที่สาม เป็นการวิเคราะห์ความไวของจุดส่งก๊าซ และจำนวนเทอร์เลอร์ที่คำนวณได้โดยทำการปรับเปลี่ยนความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่ง

ในการคำนวณจุดส่งก๊าซ ใหม่สำหรับสถานีบริการย่อยในระบบการจัดส่งก๊าซ NGV นั้นทำให้ระบบการจัดส่งนั้นเกิดการจัดส่งที่เกิดการขาดแคลนก๊าซน้อยและยังทำให้เกิดการจัดส่งที่ตรงต่อเวลามากขึ้น เนื่องจากจุดส่งก๊าซที่ใช้ในปัจจุบันนั้นมีค่าเท่ากันทุกสถานีบริการย่อย ซึ่งการนำจุดส่งก๊าซที่คำนวณได้เข้าไปใช้นั้นจะทำให้เกิดการจัดส่งที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและเกิดจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซที่น้อยลง นอกจากนี้การจำลองสถานการณ์ที่ได้หลังจากการคำนวณจุดส่งก๊าซใหม่นั้นยังส่งผลให้สามารถลดจำนวนเทอร์เลอร์ที่จำเป็นจะต้องใช้สำหรับสถานีบริการหลักและทำให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ ใหม่ของสถานีบริการหลัก 1 พบว่ามีจำนวนครั้งของการจัดส่งตรงเวลาเพิ่มขึ้น 93.84% จำนวนครั้งของการจัดส่งไปถึงก่อนเวลาลดลง 41.66% ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาลดลงคิดเป็น 49.32% และระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ลดลงคิดเป็น 13.42% สำหรับจุดส่งก๊าซ ที่ได้ใหม่ของสถานีบริการหลัก 2 มีจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซน้อยลงกว่าสถานการณ์เดิมถึง 68.40% ลดระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซลง 41.18% ลดระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาลง 3.68% ลดจำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าลง 73.65% และลดระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าลง 43.85%

จากผลของจุดส่งก๊าซ ที่ได้ในแต่ละสถานีบริการย่อยจะพบว่า สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์จะเหมาะกับการนำระยะเวลากำหนดการจัดส่งที่น้อยที่สุด ระยะเวลาการจัดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์จะต้องระวังในเรื่องของการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลา ซึ่งถ้าจุดส่งก๊าซมีค่ามากเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา และถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและอาจจะทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซ สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์จะเหมาะกับการนำระยะเวลากำหนดการจัดส่งที่มากที่สุด ระยะเวลาการจัดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซ ที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์จะต้องระวังในเรื่องของการขาดแคลนก๊าซ ซึ่งถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและเกิดการขาดแคลนก๊าซ ภาพรวมความสัมพันธ์ของประเภทสถานีบริการย่อยกับจุดส่งก๊าซ สามารถพิจารณาได้จากกราฟ



รูปที่ 1 สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ



รูปที่ 2 สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ

ในการพิจารณาจำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมจากจุดส่งก๊าซใหม่โดยการจำลองสถานการณ์พบว่า จำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมต่อการให้บริการของสถานีบริการหลัก1 น้อยกว่าจำนวนเทอร์เลอร์ที่ใช้ในปัจจุบันประมาณ 31.43% ขณะที่สถานีบริการหลัก2 จำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมน้อยกว่าจำนวนเทอร์เลอร์ในปัจจุบันประมาณ 26%

จากผลการวิเคราะห์ความไวพบว่า จุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่คำนวณได้ของสถานีบริการหลัก1 สามารถรองรับความต้องการระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 30% ในสถานีบริการหลัก2 จุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่คำนวณได้สามารถรองรับผลรวม

ของความต้องการและระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 30 % คือ ถ้าความต้องการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 10% จะสามารถรองรับระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 20% หรือความต้องการเปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 20% จะสามารถรองรับระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงไปไม่เกิน 10% หรือความต้องการเปลี่ยนแปลงไป 30% จะไม่สามารถรองรับระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงไปได้

บทคัดย่อ

จากการศึกษาระบบการขนส่งก๊าซNGV พบว่าเกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อยและมีกองของจำนวนแท่งที่บรรจุก๊าซแล้วที่สถานีบริการหลัก เนื่องจากการใช้จุดส่งก๊าซที่1000psi ทุกสถานีบริการย่อย และการบริหารจัดการแท่งในด้านการจัดส่งระหว่างสถานีบริการหลักและสถานีบริการย่อย ซึ่งในปัจจุบันสถานีบริการย่อยรองรับแท่งที่มาจากจัดส่งได้ 1-2 แท่ง ในงานวิจัยนี้ได้ใช้การจำลองสถานการณ์เข้ามาช่วยแก้ปัญหาโดยมีเป้าหมายในการลดการขาดแคลนก๊าซ ลดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา และลดการขนส่งที่ล่าช้า ซึ่งจะนำข้อมูลการลดลงของก๊าซในแท่งมาคำนวณหาอัตราความต้องการก๊าซเป็น psi/sec แบบจำลองจะปรับเปลี่ยนรูปแบบของจุดส่งก๊าซ และจำนวนของแท่งเพื่อให้สอดคล้องกับเป้าหมายรูปแบบของจุดส่งก๊าซ จะคำนวณจากระบบจุดส่งใหม่และพิจารณาจุดส่งก๊าซจากดัชนีชี้วัด เมื่อได้จุดส่งก๊าซ ในแต่ละสถานีบริการย่อยแล้ว จะพิจารณาถึงจำนวนแท่งที่ต้องมีในแต่ละสถานีบริการหลักซึ่งจะมีจำนวนครั้งในการขาดแคลนก๊าซเป็นตัวควบคุม และจึงทำการวิเคราะห์ความไวของจุดส่งก๊าซ และจำนวนแท่งที่ได้

ในการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของสถานีบริการหลัก1 โดยพิจารณาปัจจัยด้านระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งและปริมาณการใช้เพิ่มเติมจากเดิมที่ใช้จุดส่งก๊าซคงที่ที่ระดับ 1000 psi ส่งผลให้มีการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาลดลง และขนส่งตรงเวลามากขึ้น ในสถานีบริการหลัก2 เกิดการขาดแคลนก๊าซลดลง การขนส่งที่ล่าช้าลดลง แต่การขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากในสถานีบริการหลัก2มีจำนวนสถานีบริการย่อยที่มี 1 แท่งมากกว่า 80 % ของสถานีบริการย่อยทั้งหมด ความเหมาะสมของจุดส่งก๊าซแต่ละรูปแบบสามารถพิจารณาจากจำนวนแท่งที่วางได้ของแต่ละสถานีบริการย่อย โดยสถานีบริการย่อยที่มี 2 แท่งจะเหมาะกับการนำระยะเวลากำหนดส่งที่น้อยที่สุด ระยะเวลากำหนดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 2 แท่งจะต้องระวังในเรื่องของการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลา ซึ่งถ้าจุดส่งก๊าซมีค่ามากเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา และถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและอาจจะทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซ สถานีบริการย่อยที่มี 1 แท่ง จะเหมาะกับการนำระยะเวลากำหนดส่งที่มากที่สุด ระยะเวลากำหนดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 1 แท่งจะต้องระวังในเรื่องของการขาดแคลนก๊าซ ซึ่งถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและเกิดการขาดแคลนก๊าซ การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ ส่งผลให้สามารถลดจำนวนแท่งในทางปฏิบัติที่สถานีบริการหลักได้อีกด้วย โดยสถานีบริการหลัก1 จะลดจำนวนแท่งลง

ประมาณ 37.14% จากเดิม และสถานีบริการหลัก2 จะลดจำนวนเทอร์เลอร์ประมาณ 32% จากเดิม

ในการวิเคราะห์ความไวของจุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่ได้ พบว่าทั้งสองสถานีบริการหลัก สามารถรองรับความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 30% โดยในสถานีบริการหลัก1 สามารถรองรับการปรับเปลี่ยนของความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งของช่วงนี้ได้ แต่ในขณะที่สถานีบริการหลัก2 สามารถรองรับผลรวมของความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 30% คือ ถ้าความต้องการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 10% จะสามารถรองรับระยะเวลาที่ใช้ในการการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 20% เป็นต้น ในการประยุกต์ใช้นั้นสถานีบริการหลัก1นั้นจะต้องทำการเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ ให้เป็นจุดส่งก๊าซ ที่ใช้ในปัจุบันเมื่อมีความต้องการที่เพิ่ม 30% และระยะเวลาในการจัดส่งที่เพิ่ม 40% และจำนวนเทอร์เลอร์ที่ต้องมีจะลดลงจากเดิมประมาณ 31.43% สถานีบริการหลัก2จะต้องทำการคำนวณจุดส่งก๊าซ ใหม่เมื่อมีระยะเวลาในการจัดส่งที่เพิ่มขึ้น30% และความต้องการเพิ่มขึ้น10% จำนวนเทอร์เลอร์ที่ต้องมีในสถานีบริการหลัก2 จะลดลงจากเดิมประมาณ 26%

สารบัญ

	หน้า
บทสรุปผู้บริหาร	i
บทคัดย่อ	v
สารบัญตาราง	x
สารบัญรูปภาพ	xii
สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย	xiv
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	6
1.3 ขอบเขตงานวิจัย	6
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	6
บทที่ 2 ทฤษฎีและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การขนส่งก๊าซธรรมชาติ	7
2.2 การบริหารจัดการด้านพาหนะ	7
2.3 การจำลองสถานการณ์	8
2.4 ฟังก์ชัน	10
2.5 การทดสอบสมมติฐาน	12
2.6 ทฤษฎีขีดจำกัดสู่ส่วนกลาง	13
2.7 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล	14
2.8 การทดสอบแบบ Paired T-test	14
2.9 ระบบจุดส่งก๊าซ ใหม่	15
2.10 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	16

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	20
บทที่ 4 การพัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์	21
4.1 กระบวนการทำงานของสถานีบริการในปัจจุบัน	21
4.2 ลักษณะของปัญหา	27
4.3 แนวคิดของแบบจำลอง	40
4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่จะใช้ในแบบจำลอง	41
4.3.2 รายละเอียดของแบบจำลอง	42
4.4 การวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการรัน และช่วงเวลา warm up ของแบบจำลอง	50
4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง	51
4.6 การคำนวณหาจำนวนรอบที่ใช้ในการรันแบบจำลอง	51
4.7 การตรวจสอบความเหมือนของแบบจำลอง	52
บทที่ 5 ผลการจำลองสถานการณ์	53
5.1 สถานการณ์ของสถานีบริการหลัก 1	53
5.1.1 สถานการณ์ปัจจุบัน	53
5.1.2 การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ	55
5.1.3 การปรับเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์	63
5.1.4 การปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซและระยะเวลาการจัดส่ง	65
5.2 สถานการณ์ของสถานีบริการหลัก 2	73
5.2.2 การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ	75
5.2.3 การปรับเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์	84
5.2.4 การปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซและระยะเวลาการจัดส่ง	85
บทที่ 6 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	90

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บรรณานุกรม	93
ภาคผนวก	96
ภาคผนวก ก อัตราการลดลงของก๊าซ	97
ภาคผนวก ข ผลของการจำลองสถานการณ์ 185 รอบ	111

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทำผังงานและความหมายโดยสังเขปของผังงาน	11
2.2 สรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย	19
4.1 สถานีบริการย่อยที่สถานีบริการหลักดูแล	28
4.2 ตารางที่การเดินทางจากสถานีบริการที่ 1 ไปยังสถานีบริการย่อย	29
4.3 ตารางที่การเดินทางจากสถานีบริการหลัก 2 ไปยังสถานีบริการย่อย	30
4.4 จำนวนเทอร์เลอร์ที่วางได้ของแต่ละสถานีบริการย่อย	31
4.5 ตัวอย่างอัตราการลดลงของก๊าซ (psi/sec.) ของ A1	33
4.6 ดัชนีชี้วัด คำจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย	35
4.7 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาเดินทางของสถานีบริการย่อย	41
4.8 ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง	44
4.9 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณดัชนีชี้วัดของแบบจำลอง	44
4.10 ตัวแปรที่ใช้เพื่อปรับเปลี่ยนในแบบจำลอง	44
4.11 คุณลักษณะที่ใช้ในแบบจำลอง	44
4.12 เงื่อนไขในการตรวจสอบ	51
4.13 เปรียบค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าจริง	52
5.1 ผลของการจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 1	53
5.2 จุดส่งก๊าซ ที่ทำการปรับเปลี่ยนในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1	55
5.3 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ ของสถานีบริการหลัก 1	56
5.4 จุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อยที่ได้จากการเลือกของสถานีบริการหลัก 1	61
5.5 ผลที่ได้จากการเลือกจุดส่งก๊าซ ใหม่ของสถานีบริการหลัก 1	61
5.6 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทอร์เลอร์ใน AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1 ในกรณีปัจจุบัน	64
5.7 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทอร์เลอร์ใน TO-BE4 ของสถานีบริการหลัก 1 ในกรณีปัจจุบัน	64
5.8 ผลของ AS-IS เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไป ของสถานีบริการหลัก 1	66

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตาราง	หน้า
5.9 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไป ของสถานีบริการหลัก 1	70
5.10 ผลของการจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 2	73
5.11 จุดส่งก๊าซ ที่ทำการปรับเปลี่ยนในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 2	75
5.12 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ ของสถานีบริการหลัก 2	76
5.13 จุดส่งก๊าซ ของแต่ละสถานีบริการย่อยที่ได้จากการเลือกของสถานีบริการหลัก 2	81
5.14 ผลที่ได้จากการเลือกจุดส่งก๊าซใหม่ของสถานีบริการหลัก 2	81
5.15 ค่าสต็อกความปลอดภัยของแต่ละสถานีบริการย่อยในสถานีบริการหลัก 2	83
5.16 ผลของการเพิ่มค่าสต็อกความปลอดภัยของแต่ละสถานีบริการย่อยใน สถานีบริการหลัก 2	84
5.17 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทอร์เลอร์ใน TO-BE5 ของสถานีบริการหลัก 2 ในกรณีปัจจุบัน	85
5.18 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไป ของสถานีบริการหลัก 2	86

สารบัญรูปรูปภาพ

รูป	หน้า
1.1 ปริมาณการจำหน่ายก๊าซ NGV ในแต่ละปี	2
1.2 แผนผังท่อก๊าซในประเทศไทย	3
1.3 การขนส่งก๊าซ NGV จากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อย	4
4.1 การไหลของข้อมูลและการไหลทางกายภาพระหว่างสถานีบริการหลักและสถานีบริการย่อย	23
4.2 ผังการทำงานของฝ่ายการจัดก๊าซ NGV	24
4.3 ผังการทำงานของส่วนของการบรรจุก๊าซ NGV และจัดส่งที่สถานีบริการหลัก	25
4.4 ผังการทำงานของฝ่ายการจัดส่ง	26
4.5 ผังการทำงานในส่วนของการให้บริการของสถานีบริการย่อย	27
4.6 แนวคิดและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง	40
4.7 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของการบรรจุก๊าซ	45
4.8 ภาพตัดแบบจำลองในส่วนของการจัดการก๊าซ	46
4.9 ภาพตัดแบบจำลองในส่วนของการจัดส่ง	47
4.10 ภาพตัดแบบจำลองในส่วน of สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอเรอร์	48
4.11 ภาพตัดแบบจำลองในส่วน of สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอเรอร์	49
4.12 กราฟจำนวนเทอเรอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 1	50
4.13 กราฟจำนวนเทอเรอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 2	50
5.1 ผลของการจัดส่งในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1	54
5.2 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงก่อนเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1	57
5.3 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงตรงเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1	58
5.4 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงล่าช้าระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1	59
5.5 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1	60

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูป	หน้า
5.6 เปรียบเทียบผลของ TO-BE4 กับสถานการณ์ปัจจุบัน ในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1	63
5.7 ผลของการจัดส่งในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 2	74
5.8 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงก่อนเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการที่ 2	77
5.9 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงตรงเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 2	78
5.10 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงล่าช้าระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 2	79
5.11 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 2	80
5.12 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซและจำนวนครั้ง ที่เกิดการจัดส่งก่อนเวลาของ TO-BE4 กับสถานการณ์ปัจจุบัน	83
6.1 สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ	91
6.2 สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ	91

สัญลักษณ์ที่ใช้ในงานวิจัย

สัญลักษณ์	ความหมาย
AS-IS	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบัน
TO-BE	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์กรณีที่เปลี่ยนแปลงจากสถานการณ์ปัจจุบัน
TO-BE1	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ในกรณีที่นำระยะเวลาเดินทางที่น้อยที่สุดมาคำนวณจุดส่งก๊าซ
TO-BE2	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ในกรณีที่นำระยะเวลาเดินทางเฉลี่ยมาคำนวณจุดส่งก๊าซ
TO-BE3	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ในกรณีที่นำระยะเวลาเดินทางที่มากที่สุดมาคำนวณจุดส่งก๊าซ
TO-BE4	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ในกรณีที่เลือกจุดส่งก๊าซใหม่
TO-BE5	การจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ในกรณีที่เพิ่มค่าสต็อกความปลอดภัย

บทที่ 1

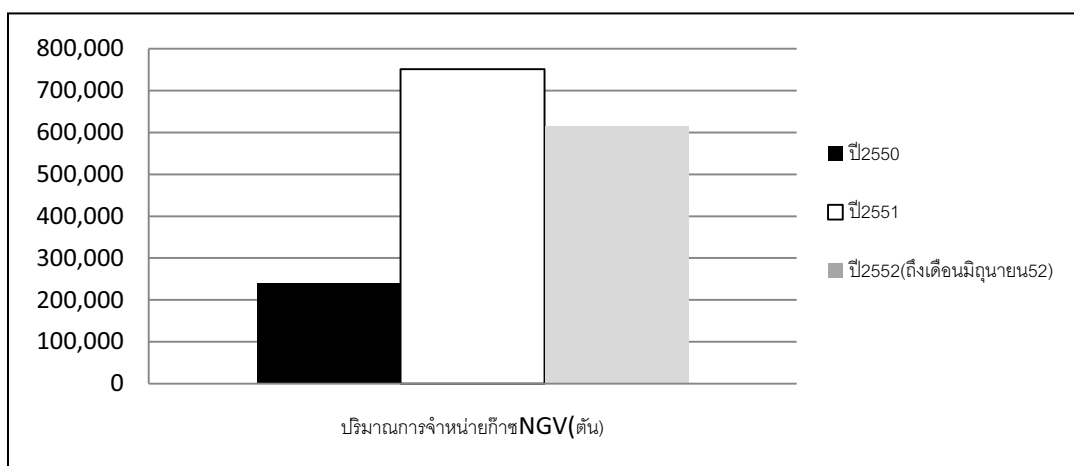
บทนำ

ในบทนี้กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของระบบบริหารจัดการยานพาหนะของเครือข่ายสถานีบริการ NGV วัตถุประสงค์ ขอบเขตของงานวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา (Background and problem statement)

จากสภาพเศรษฐกิจและสังคมในปัจจุบัน อยู่ในสภาวะที่มีความผันผวนสูง โดยเฉพาะในกลุ่มของน้ำมันซึ่งมีมูลค่าสูงขึ้นมาก จึงทำให้เกิดพลังงานทางเลือกต่าง ๆ มากมาย โดยพลังงานทดแทนที่เป็นทางเลือกหนึ่งของผู้บริโภคคือ "ก๊าซธรรมชาติหรือ Natural Gas for Vehicles" (ก๊าซ NGV) ซึ่งมีการเติบโตอย่างรวดเร็วภายใต้ "สภาวะวิกฤติราคาน้ำมัน" โดยในปัจจุบันมีจำนวนรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติอยู่ 2.4 ล้านคัน จำนวนสถานีบริการ 1,850 แห่ง จากเดิมในปี 2548 มีจำนวนรถที่ใช้ก๊าซธรรมชาติประมาณ 1 ล้านคัน และสถานีบริการ 1,350 แห่ง โดยพบว่าเป็นอัตราเติบโตเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

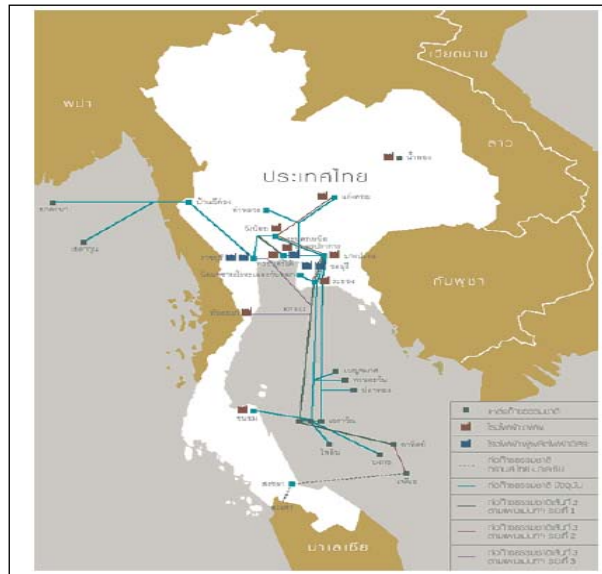
แนวโน้มการใช้ก๊าซธรรมชาติภายในประเทศไทย ได้มีการกำหนดเป็นนโยบายเชิงพลังงานของประเทศ ซึ่งต้องการให้มีการขยายการใช้ก๊าซธรรมชาติในภาคการคมนาคมขนส่ง เพื่อบรรเทาความเดือดร้อนจากปัญหาราคาน้ำมันที่ปรับตัวสูงขึ้น และก่อให้เกิดปัญหาด้านมลพิษ อัตราการเพิ่มขึ้นของปริมาณการจำหน่ายก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยจะดูได้จากรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ปริมาณการจำหน่ายก๊าซธรรมชาติในแต่ละปี

จากรูปที่1.1แสดงให้เห็นถึงปริมาณการจำหน่ายก๊าซธรรมชาติซึ่งจะให้เห็นถึงการความต้องการของก๊าซธรรมชาติในประเทศโดยในปี 2550 จำหน่ายได้ 239,310 ตัน ในปี 2551 จำหน่ายได้ 750,800 ตัน และในปี2552 (ถึงเดือนมิถุนายน) มีจำนวน 616,050 ตัน (http://pttweb2.pttplc.com/webngv/TH/nw_sc.aspx) โดยคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของความต้องการก๊าซธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นจากปี 2551 เปรียบเทียบกับปี2550 เป็น 213.74% และคิดเปอร์เซ็นต์ของความต้องการก๊าซธรรมชาติที่เพิ่มขึ้นจากปี 2552เปรียบเทียบกับปี2550 จะคิดเป็น 157.43%

ก๊าซธรรมชาติในประเทศไทยนั้นนำเข้าและทำการลำเลียงผ่านทางระบบการขนส่งทางท่อดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 แผนผังท่อก๊าซในประเทศไทย
ที่มา: Punnachai Footrakul, 2009

โดยจากรูปที่ 1.2 พบว่าท่อส่งก๊าซนั้นไม่ครอบคลุมทั้งประเทศไทยดังนั้นเพื่อให้ผู้บริโภคสามารถเข้าถึงการใช้ก๊าซธรรมชาติได้ทั่วทั้งประเทศไทยทางบริษัทจึงแบ่งสถานีให้บริการก๊าซ NGV ออกเป็น 2 ประเภทคือ

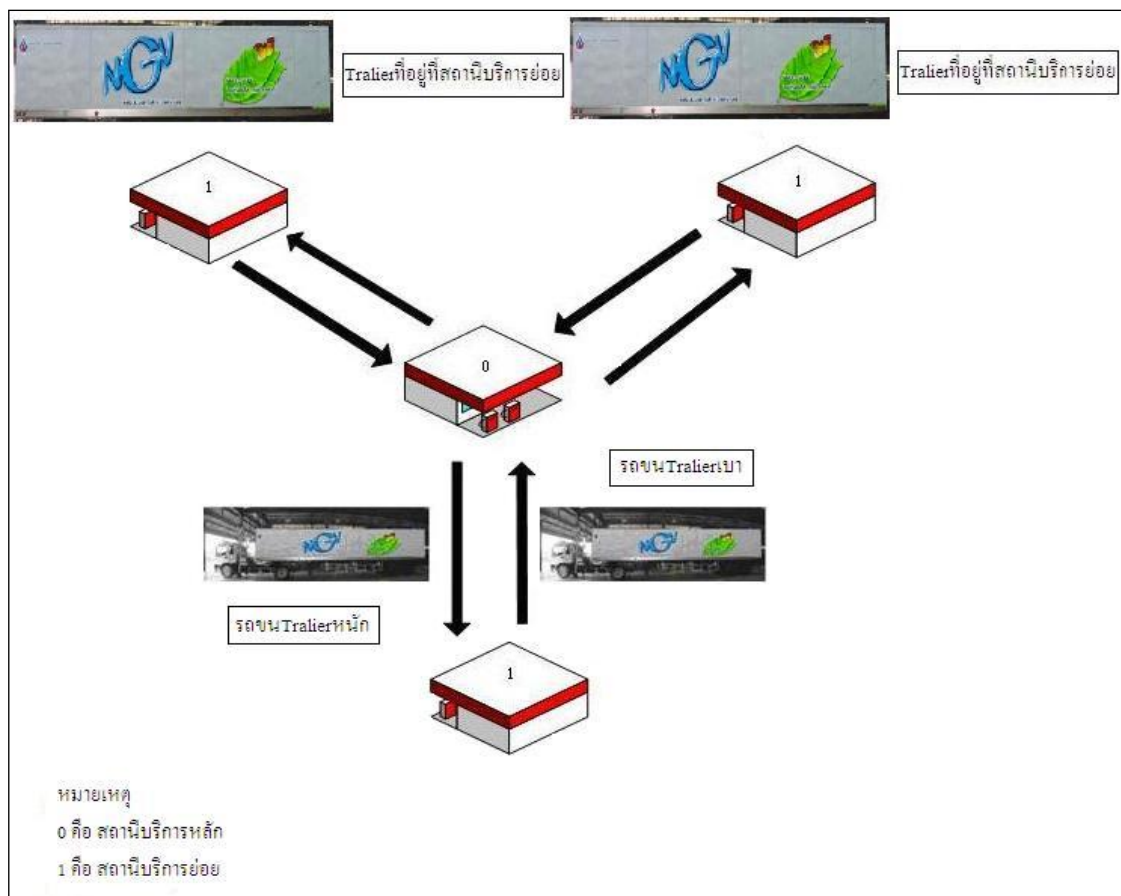
1. สถานีที่อยู่ตามแนวท่อ โดยจากออกเป็น 2 ประเภทย่อยๆ คือ

- สถานีบริการก๊าซธรรมชาติตามแนวท่อส่งก๊าซธรรมชาติ (Conventional Station) เป็นสถานีซึ่งตั้งอยู่ตามแนวท่อส่งก๊าซทำหน้าที่ให้บริการแก่ผู้บริโภคอย่างเดียว
- สถานีบริการหลัก (Mother Station/Main Station) เป็นสถานีซึ่งตั้งอยู่ตามแนวท่อส่งก๊าซทำหน้าที่ให้บริการแก่ผู้บริโภคและคอยจัดส่งก๊าซ NGV โดยขนส่งโดยรถไปยังสถานีย่อยต่างๆ ภายในเขตที่สถานีหลักนั้นรับผิดชอบ

2. สถานีที่ไม่อยู่ในแนวท่อ ซึ่งเรียกว่าสถานีบริการย่อย (Daughter station/Substation) เป็นสถานีซึ่งตั้งอยู่นอกแนวท่อส่งก๊าซจึงต้องอาศัยการจัดส่งก๊าซจากสถานีหลัก (Mother Station/Main Station)

การขนส่งก๊าซธรรมชาติจากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อยนั้นจะใช้การขนส่งทางท่อ เนื่องจากก๊าซธรรมชาตินั้นไม่สามารถทำการจัดเก็บไว้ที่สถานีบริการย่อยได้เหมือนพลังงานเชื้อเพลิงประเภทอื่นๆ เพราะก๊าซธรรมชาติเป็นก๊าซที่มีความดันสูง ซึ่งในการ

จัดเก็บก๊าซธรรมชาติจะต้องทำการบีบอัดส่งผลให้เกิดต้นทุนค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้น และเพื่อที่จะสามารถให้บริการก๊าซธรรมชาติถึงมือผู้บริโภคได้นั้น จึงจำเป็นต้องใช้เทรลเลอร์เป็นตัวจัดเก็บก๊าซธรรมชาติ โดยทำการขนส่งมาจากสถานีบริการหลัก แล้วทำการเชื่อมต่อเข้ากับตู้จ่ายก๊าซที่สถานีบริการย่อย ซึ่งระบบการทำงานและแนวคิดการทำงานในลักษณะนี้ทำให้เกิดเหตุการณ์ที่ก๊าซธรรมชาติหมดก่อนที่เทรลเลอร์ใหม่จะมาส่งที่สถานีบริการย่อย โดยลักษณะการขนส่งก๊าซ NGV จากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อยเป็นดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 การขนส่งก๊าซธรรมชาติจากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อย

จากรูปที่ 1.3 การขนส่งก๊าซธรรมชาติเป็นลักษณะแบบเดียวกับปัญหา Hub and Spoke ซึ่ง Hub and Spoke (Deborah, B. L., & Morton, O. K. E., 1999) คือรูปแบบเครือข่ายที่มีจุดศูนย์กลางในการขนส่งเป็น Hub (สถานีบริการหลัก) และจุดที่จะต้องทำการขนส่งไปเป็น

Spoke (สถานีบริการย่อย) โดยในการขนส่งจะเริ่มจาก Hub ไปยัง Spoke และจาก Spoke กลับมายัง Hub ซึ่งจะไม่มีการขนส่งจาก Spoke ไป Spoke

จากการศึกษาระบบการจัดส่งก๊าซ NGV ในปัจจุบันพบว่าที่สถานีบริการย่อยนั้นเกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV เนื่องจากสาเหตุหลัก คือ ปัญหาด้านการบริหารจัดการเทรเลอร์ ในด้านการจัดส่งระหว่างสถานีบริการหลักและสถานีบริการย่อย เป็นผลให้เกิดการขาดแคลนก๊าซในเดือนกุมภาพันธ์ 2552 มากกว่า 200 ครั้งต่อเดือน หรือคิดเป็นระยะเวลาขาดก๊าซรวมมากกว่า 30 ชั่วโมง เนื่องจากจุดส่งก๊าซในแต่ละสถานีบริการย่อยนั้นไม่ได้คำนึงถึงความต้องการของผู้บริโภค (Customer demand) และระยะเวลาในการจัดส่ง (Lead time) ของแต่ละสถานีย่อย จากปัญหาที่พบส่งผลให้ความไม่พึงพอใจของผู้บริโภคเพิ่มขึ้น เนื่องจากจะต้องเสียเวลารอคอยหรือเสียเวลาในการเดินทางไปสถานีบริการย่อยอื่นๆในช่วงเวลาที่สถานีบริการย่อยนั้นขาดแคลนก๊าซธรรมชาติ และยังพบว่ามีกองของจำนวนเทรเลอร์ที่บรรจุก๊าซแล้วที่สถานีบริการหลักอีกด้วย ในมุมมองของบริษัทจากปัญหาดังกล่าวทำให้ระดับการให้บริการกับลูกค้าลดลงและยังเกิดการขาดรายได้อีกด้วย และในมุมมองของประเทศไทยจากปัญหาดังกล่าวทำให้การสนับสนุนเรื่องการให้ผู้บริโภคหันมาใช้ก๊าซธรรมชาตินั้นไม่ประสบผลสำเร็จ เนื่องจากปัญหาดังกล่าวข้างต้นทำให้ผู้บริโภคเกิดความลังเลในการที่จะเลือกใช้

การบริหารจัดการยานพาหนะ คือ การบริหารจัดการกิจกรรมต่างๆที่เกี่ยวข้องยานพาหนะเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่งมีหลายวิธีการได้แก่

- การนำระบบติดตามยานพาหนะหรือ Global Positioning System (GPS) มาใช้เพื่อในการวางแผนการบริหารการจัดส่งก๊าซ NGV และสามารถตรวจสอบได้ว่าขณะนี้รถได้ปฏิบัติตามแผนที่วางไว้หรือไม่ โดยทางบริษัทได้เริ่มนำวิธีการนี้มาประยุกต์ใช้ในการติดตามเทรเลอร์แล้ว
- การนำตัวแบบคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้เพื่อวางแผนการจัดส่ง การจัดเส้นทาง การขนส่งและการจัดตารางที่การทำงานของพนักงานขับรถ
- การใช้การจำลองสถานการณ์เพื่อแผนการจัดส่ง การจัดเส้นทาง การจัดตารางที่การทำงานของพนักงานขับรถ โดยการจำลองสถานการณ์มาประยุกต์ใช้นั้นจะสะท้อนให้เห็นถึงประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบันซึ่งแตกต่างจากการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์

โดยในการจำลองสถานการณ์นั้นจะทำการเปรียบเทียบจุดส่งก๊าซในรูปแบบต่างๆที่คำนวณได้กับจุดส่งก๊าซเดิมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และนำผลที่ได้จากการเปรียบเทียบจุดก๊าซมาคำนวณจำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสมในแต่ละสถานีบริการหลัก

ในงานวิจัยครั้งนี้จะทำการศึกษหาจำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมสำหรับสถานีบริการหลักและหาจุดสั่งก๊าซธรรมชาติ (Reorder point) ของสถานีบริการย่อยที่สถานีบริการหลักรับผิดชอบ เพื่อแก้ไขปัญหาการขาดแคลนก๊าซธรรมชาติที่สถานีบริการย่อยและเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งโดยใช้การจำลองสถานการณ์

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1. เพื่อการหาจำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมสำหรับสถานีบริการหลักและจุดสั่งก๊าซธรรมชาติของสถานีบริการย่อย
- 1.2.2. เพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์สำหรับระบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

- 1.3.1. ศึกษาการทำงานของสถานีบริการหลักจำนวน 2 สถานีบริการหลัก คือ
 - สถานีบริการหลัก 1 โดยมีสถานีบริการย่อยที่รับผิดชอบทั้งหมด 15 สถานี
 - สถานีบริการหลัก 2 โดยมีสถานีบริการย่อยที่รับผิดชอบทั้งหมด 13 สถานี
- 1.3.2. การวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะการบรรจุก๊าซธรรมชาติ และการขนส่งก๊าซธรรมชาติเท่านั้น
- 1.3.3. งานวิจัยนี้จะใช้ข้อมูลในช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม ปี 2552 เท่านั้น

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ทราบถึงสถานการณ์ปัจจุบันในระบบการจัดการขนส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย
- 1.4.2 ได้ต้นแบบ (Prototype) ของแบบจำลองสถานการณ์ของการจัดส่งก๊าซธรรมชาติในประเทศไทย ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับสถานีบริการหลักอื่นๆ

บทที่ 2

การศึกษาทฤษฎีและบทความที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 9 หัวข้อ คือ รูปแบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติ ในปัจจุบัน การบริหารจัดการยานพาหนะ การจำลองสถานการณ์ การใช้พลังงาน การทดสอบสมมติฐาน การตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบแบบ Paired T-test และระบบจุดส่งใหม่ นอกจากนี้ยังศึกษาบทความที่เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงการขนส่งโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

2.1 รูปแบบการขนส่งก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน (Najibi et al., 2009)

การขนส่งก๊าซธรรมชาติในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบตามสถานะของก๊าซธรรมชาติดังนี้

1. ก๊าซ จะใช้การขนส่งทางท่อโดยจะนิยมใช้ในการขนส่งจนถึงระยะทาง 7600 กิโลเมตร และขนส่งทางเทรลเลอร์ โดยการขนส่งทางเทรลเลอร์นั้นจะนิยมในการขนส่งระยะทางน้อยกว่า 2700 กิโลเมตร
2. ของเหลว จะใช้การขนส่งทางเทรลเลอร์โดยจะเป็นเทรลเลอร์แบบพิเศษสำหรับบรรจุก๊าซนั้น จะนิยมใช้ในการขนส่งตั้งแต่ 7600 กิโลเมตร ซึ่งการขนส่งในรูปแบบของของเหลวนั้นจะลดปริมาณลงมากกว่าการขนส่งในรูปแบบก๊าซ เหมาะสำหรับการขนส่งระยะทางไกล
3. ก๊าซของแข็ง จะใช้การขนส่งทางเทรลเลอร์โดยใช้เรือ ซึ่งการขนส่งในรูปแบบนี้ยังไม่เป็นที่นิยมเนื่องจากการลงทุนด้านการผลิตสูง

2.2 การบริหารจัดการยานพาหนะ (Wu et al., 2002)

การบริหารจัดการยานพาหนะนั้นเป็นส่วนหนึ่งในการบริหารจัดการโลจิสติกส์ ซึ่งเป้าหมายของการบริหารจัดการยานพาหนะคือ การขนส่งที่ตรงเวลา การลดต้นทุนการขนส่ง และเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารทรัพยากร โดยการบริหารจัดการยานพาหนะนั้นมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องเป็นจำนวนมาก เช่น รูปแบบการขนส่ง รูปแบบการสั่งซื้อ เส้นทางที่ใช้ในการขนส่ง ขนาดและจำนวนของยานพาหนะที่ใช้ การติดตามยานพาหนะ ตารางที่การทำงานยานพาหนะ ความต้องการของลูกค้า ความสามารถในการให้บริการ เป็นต้น

การบริหารจัดการยานพาหนะนั้นสามารถแบ่งแยกย่อยได้ตามประเภทของปัญหาได้แก่

- ปัญหาการจัดการด้านเส้นทาง ซึ่งจะมีการใช้ตัวแบบทางคณิตศาสตร์ต่างๆ เช่น Vehicle routing problem, shortest path, traveling salesman เป็นต้น เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา
- ปัญหาการจัดการด้านการติดตามยานพาหนะ จะมีการนำเทคโนโลยีต่างๆ เช่น GPS, RFID มาใช้เพื่อตรวจสอบสถานะของยานพาหนะ
- ปัญหาขนาดและจำนวนของยานพาหนะที่เหมาะสม (Fleet sizing problem) จะมีการนำตัวแบบทางคณิตศาสตร์ การจำลองสถานการณ์ เข้ามาใช้ในการแก้ปัญหา โดยงานวิจัยนี้จะเน้นในเรื่องของการหาจำนวนยานพาหนะที่เหมาะสม

2.3 การจำลองสถานการณ์ (Kelton et al., 2007; รุ่งรัตน์, 2003)

การจำลองสถานการณ์ คือการสมมติสถานการณ์จำลอง ซึ่งหมายรวมถึงการออกแบบเพื่อที่จะจำลองสถานการณ์จริง ระบบการทำงานจริง เพื่อนำมาใช้ในการศึกษาและประเมินระบบการทำงานที่ได้ตั้งสมมติฐานการทำงานของระบบนั้นๆไว้

ชนิดของการจำลองสถานการณ์

การจำลองสถานการณ์สามารถแบ่งได้โดยใช้เกณฑ์ในการแบ่งหลายเกณฑ์ ในที่นี้จะแบ่งออกเป็น 3 วิธี ดังนี้

1. แบบจำลองสถิต (Static) และแบบจำลองพลวัต (Dynamic) ซึ่งแบบจำลองแบบสถิตจะไม่ได้นำเรื่องเกี่ยวกับเวลามาพิจารณา แต่แบบจำลองแบบพลวัตจะนำเรื่องเกี่ยวกับเวลา มาใช้ในการพิจารณาด้วย

2. แบบจำลองแบบต่อเนื่อง (Continuous) และแบบจำลองแบบไม่ต่อเนื่อง (Discrete) ในแบบแรกนั้นระบบจะมีการเปลี่ยนแปลงในลักษณะต่อเนื่องตลอดเวลา ส่วนแบบจำลองแบบไม่ต่อเนื่องระบบจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง แต่จะมีการเปลี่ยนแปลง ณ เวลาใดๆ

3. แบบจำลองค่าแน่นอน (Deterministic) และแบบจำลองค่าเปลี่ยนแปลงตามความน่าจะเป็น (Stochastic) ซึ่งแบบจำลองแบบแน่นอนนั้นจะไม่มีลักษณะการนำเข้าปัจจัยแบบสุ่ม แต่อีกลักษณะคือ แบบจำลองค่าความเปลี่ยนแปลงตามความน่าจะเป็นจะการนำเข้าปัจจัยนำเข้าในลักษณะสุ่ม

ข้อดีของการใช้แบบจำลอง

1. สามารถใช้กับระบบที่มีความซับซ้อน แต่ไม่สามารถหาความสัมพันธ์โดยการเขียนสมการเงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ หรือใช้สูตรทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่ได้
2. สามารถใช้เพื่อทำนายการทำงานของระบบได้ โดยใช้เวลาไม่มากในการประมวลผล
3. สามารถใช้กับระบบที่ไม่สามารถทดลองบนสถานการณ์จริงได้

ขั้นตอนการจำลองสถานการณ์

ขั้นตอนในการสร้างแบบจำลองนั้น แน่นอนว่าจะมีเกี่ยวกับหลักทางคณิตศาสตร์เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งจะจำลองผ่านทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะมีลักษณะขั้นตอนการทำงานโดยสังเขปต่อไปนี้

1. กำหนดรูปแบบปัญหา (Problem Formulation) ขั้นแรกที่จะศึกษาเพื่อที่จะแก้ปัญหาจะต้องรู้ปัญหาอย่างครอบคลุมก่อน ดังนั้นจะต้องมีการกำหนดปัญหาที่เกิดขึ้นก่อน โดยการกำหนดนั้นจะต้องแน่ใจว่าครอบคลุมปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งหมดแล้ว
2. กำหนดจุดมุ่งหมายและวางแผนสำหรับโครงการ (Set Objective and Overall Planning) ขั้นต่อไปคือจะต้องรู้ถึงจุดมุ่งหมายของการทำแบบจำลองนั้นๆ โดยจะต้องกำหนดถึงจุดมุ่งหมาย และขอบเขตด้วย เพื่อจะได้มุ่งประเด็นในเรื่องที่จะศึกษาอย่างถูกต้อง
3. สร้างตัวแบบจำลอง (Model Building) ขั้นตอนต่อไปก็คือการสร้างแบบจำลอง โดยแบบจำลองที่ทำขึ้นมานั้นจะต้องสามารถอธิบายการทำงานของระบบได้
4. การเก็บข้อมูล (Data Collection) ต้องมีการเก็บข้อมูลทั้งหมดที่เกี่ยวข้องกับตัวแปรทั้งหมดที่เราได้นำมาศึกษา
5. ลงรหัส (Coding) ขั้นตอนต่อไปเป็นการลงรหัสเพื่อสร้างแบบจำลองเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. ตรวจสอบความถูกต้องของโปรแกรม (Verified) ควรจะมีการตรวจสอบโปรแกรมที่สร้างขึ้นเพื่อดูความเรียบร้อยว่าสามารถทำงานได้หรือไม่
7. ตรวจสอบความถูกต้องของระบบจำลอง (Validate) การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ผลถูกต้องหรือไม่
8. วางแผนการทดลอง (Experimental Design) การวางแผนการทดลองโดยใช้แบบจำลอง โดยครอบคลุมถึงสิ่งที่ต้องการทราบ รวมถึงวิธีในการหาคำตอบที่มีความถูกต้องและแม่นยำ
9. ให้ตัวแบบทำงานและวิเคราะห์ผล (Production runs and Analysis) เป็นขั้นตอนการใช้แบบจำลองที่ได้สร้างเอาไว้ทำงาน และวิเคราะห์ผลตามการวางแผนที่ได้วางไว้แล้ว

10. ต้องทดลองซ้ำหรือไม่ (More runs) ดูการวิเคราะห์ผลจากขั้นตอนที่แล้วว่าต้องมีการทดลองซ้ำอีกหรือไม่ คือถ้าผลการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ก็ต้องมีการเพิ่มการทดลองของแบบจำลองให้การวิเคราะห์ผลมีความแม่นยำมากขึ้น

11. การจัดทำเอกสารแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากการจำลอง (Report Result) เมื่อเสร็จขั้นตอนการทำงานการเขียนโปรแกรมแล้ว หลังจากนั้นต้องสรุปผลลัพธ์ที่ได้และอาจมีรายงานเพื่อแจ้งถึงข้อจำกัดในการใช้โปรแกรมอีกด้วย

12. การนำไปใช้งาน (Implementation) นำผลที่ได้จากการวิเคราะห์มาใช้งานในการช่วยตัดสินใจต่อไป

2.4 ผังงาน (Flow Chart) (วัชรภรณ์, 2002)

ผังงาน (Flow Chart) คือ สัญลักษณ์ต่างๆ ที่ผู้จัดทำกำหนดขึ้นมาเพื่อแทนการอธิบายในลักษณะตัวหนังสือในเรื่องของอัลกอริทึม ซึ่งการศึกษาผังงานนั้นจะสามารถทำให้ผู้ศึกษามีความสามารถในการเข้าใจเรื่องที่จะศึกษาได้ง่ายกว่าการอธิบายในลักษณะอื่นๆ เราสามารถแบ่งผังงานออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

1. ระบบผังงาน (System Flow Chart) เป็นผังงานที่แสดงขั้นตอนในการทำงานเบื้องต้น เป็นการจัดทำผังงานเพื่อลำดับความคิดของผู้ที่ศึกษาให้เข้าใจภาพรวมของระบบ คือตั้งแต่การเริ่มต้นการทำงาน ลำดับขั้นในการทำงาน จนไปถึงการเสร็จสิ้นการทำงาน โดยไม่ต้องใส่รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนมากนัก

2. ผังงานโปรแกรม (Program Flow Chart) เป็นผังงานที่แสดงรายละเอียดในแต่ละขั้นตอนการทำงาน เมื่อผู้ศึกษาสามารถเข้าใจลำดับขั้นตอนการทำงานอย่างคร่าวๆจากระบบผังงานแล้วจะมาเจาะลึกในรายละเอียดการทำงานในแต่ละขั้นตอนในส่วนของผังงานโปรแกรมนี้อย่างละเอียด โดยผังงานลักษณะนี้ช่วยให้เกิดความสะดวกในการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ประโยชน์ในการทำผังงาน

1. ทำให้ผู้ศึกษาสามารถเข้าใจขั้นตอน และระบบการทำงานได้ง่ายกว่าการอธิบายในลักษณะอื่น

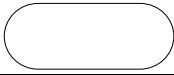
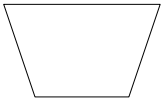
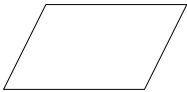
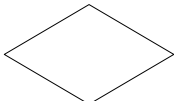
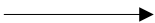
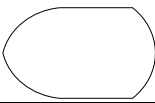
2. เห็นขั้นตอนการทำงานอย่างชัดเจน

3. ทำให้ผู้ศึกษาเห็นข้อผิดพลาดของโปรแกรมได้โดยง่าย

4. เป็นการสะดวกแก่ผู้เขียนโปรแกรมในการลำดับขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม

5. บุคคลทั่วไปที่ไม่มีความรู้ในเรื่องโปรแกรม สามารถเข้าใจและเรียนรู้ขั้นตอนการทำงานได้โดยง่าย เนื่องจากการทำผังงานลำดับขั้นตอนไม่ได้ขึ้นกับภาษาทางคอมพิวเตอร์ สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนผังงานจะแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทำผังงานและความหมายโดยสังเขปของผังงาน

สัญลักษณ์	ความหมาย
	การเริ่มต้นหรือการสิ้นสุดของการเขียนผังงาน
	ขั้นตอนการทำงานที่ต้องทำเอง
	ข้อมูลนำเข้าหรือรายงานจากการประมวลผล
	บันทึกข้อมูลหรือคำสั่งเข้าประมวลผลโดยทางแป้นพิมพ์
	แสดงการเชื่อมต่อของผังงาน
	แสดงข้อมูลหรือผลลัพธ์ที่พิมพ์ลงบนกระดาษ
	แสดงผลการประมวลผล
	การเปรียบเทียบหรือการตัดสินใจ
	ทิศทางลำดับของการทำงาน
	แสดงจุดต่อเนืองที่อยู่คนละหน้า
	แสดงผลลัพธ์ทางจอภาพ

2.5 การทดสอบสมมติฐาน (ศุภชัย, 2004)

การทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบว่า ค่าพารามิเตอร์หรือการกระจายของความน่าจะเป็นของข้อมูลที่สนใจ เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งหรือไม่ โดยขั้นตอนการทดสอบสมมติฐานมีดังต่อไปนี้

2.5.1 กำหนดสมมติฐาน

สมมติฐานหลัก (Null Hypothesis: H_0) H_0 ต้องมีค่าเท่ากับค่าใดค่าหนึ่งเสมอ ($=$, $<=$, $>=$)

สมมติฐานทางอื่นๆ (Alternative Hypothesis: H_1 , H_a)

H_0 หมายถึง สมมติฐานที่ถูกตั้งขึ้นเพื่อทดสอบว่าจะยอมรับหรือไม่ยอมรับว่าสมมติฐานนี้เป็นจริง ซึ่งการปฏิเสธไม่ยอมรับสมมติฐานหลักคือ การยอมรับสมมติฐานอื่นๆ (Alternative Hypothesis) ใช้สัญลักษณ์ H_1 หรือ H

การตั้งสมมติฐานเพื่อทดสอบมี 2 แบบ คือ

- การทดสอบแบบหางเดียว (One-tailed test: $<$, $>$)
- การทดสอบแบบสองหาง (Two-tailed test: $\neq$)

2.5.2 กำหนดระดับนัยสำคัญ (Level of Significance: α)

2.5.3 กำหนดตัวสถิติที่จะใช้ทดสอบ

2.5.4 การทดสอบการแจกแจงของข้อมูล

การทดสอบการแจกแจงของข้อมูลในกรณีที่เราไม่ทราบการแจกแจงของข้อมูลนั้น มีด้วยกัน 2 วิธี คือ

1) การทดสอบไคสแควร์สำหรับการทดสอบเทียบความกลมกลืนกัน (Chi-Square test หรือ χ^2 test)

ในการทดสอบเทียบความกลมกลืนกัน จะเป็นทดสอบสมมติฐานเพื่อยืนยันความเชื่อว่าข้อมูลมีได้มาจากประชากรที่ระบุการแจกแจงหรือไม่ โดยจะอยู่ภายใต้สมมติฐานที่ว่า

H_0 : สิ่งตัวอย่างมาจากประชากรที่ระบุการแจกแจงประเภทหนึ่ง

H_1 : สิ่งตัวอย่างมีได้มาจากประชากรที่ระบุการแจกแจงไว้

$$\text{สถิติสำหรับการทดสอบ } \chi^2 = \sum_{i=1}^k \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i}$$

โดยที่

k จำนวนชุดข้อมูล

o_i ค่าความถี่ข้อมูล

e_i ค่าความถี่คาดหวังจากการกระจายของความน่าจะเป็นตามแบบที่ระบุ (Expected Frequency)

เปรียบเทียบค่า χ^2 ที่คำนวณได้นี้กับค่าวิกฤต $\chi^2_{\alpha, k-r-1}$ ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จากตารางที่ความน่าจะเป็นแบบ χ^2 โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $\chi^2 > \chi^2_{\alpha, k-r-1}$ เมื่อ r คือจำนวนพารามิเตอร์ของการกระจายของความน่าจะเป็นตามแบบที่ระบุ

2) การทดสอบโดยวิธีโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov–Smirnov test หรือ K-S)

การทดสอบแบบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟเป็นการทดสอบแบบนอนพาราเมตริก เพราะไม่ได้ตั้งข้อสมมติเกี่ยวกับสถิติสำหรับทดสอบ การทดสอบแบบ K-S ใช้ได้ผลดีในการทดสอบลักษณะการกระจายของความน่าจะเป็นแบบต่อเนื่อง และไม่ต้องประมาณค่าพารามิเตอร์จากตัวอย่างการทดสอบใช้ D เป็นสถิติสำหรับการทดสอบ โดย D คำนวณจากสูตร

$$D = \max_x |S(x) - F(x)|$$

โดยที่ x ค่าของข้อมูล

$S(x)$ ความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่าง (Observed Cumulative Probability)

$F(x)$ ความน่าจะเป็นสะสมของตัวอย่างถ้าตัวอย่างมาจากประชากรที่มีลักษณะการกระจายความน่าจะเป็นตามแบบที่ระบุ (Expected Cumulative Probability)

เปรียบเทียบค่า D ที่คำนวณได้นี้กับค่าวิกฤต $D_{\alpha, n}$ ซึ่งสามารถอ่านค่าได้จากตารางที่ค่าวิกฤตจากการทดสอบแบบ K-S โดยจะปฏิเสธสมมติฐานหลักเมื่อ $D > D_{\alpha, n}$ เมื่อ n คือจำนวนตัวอย่างข้อมูล

2.5.3 กำหนดขอบเขตการยอมรับและการปฏิเสธ สมมติฐานหลัก (Critical Region)

2.5.4 คำนวณค่าสถิติ

2.5.5 เปรียบเทียบค่าสถิติและสรุปผลการทดสอบ

2.6 การตรวจสอบสมมติฐานด้วยโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล (รุ่งรัตน์, 2003)

Input Analyzer หรือโปรแกรมการวิเคราะห์ข้อมูล เป็นเครื่องมือมาตรฐานของโปรแกรม Arena เครื่องมือนี้สามารถใช้เพื่อทดสอบค่าการกระจายของข้อมูลว่ามีรูปแบบการกระจายแบบใด ซึ่งโปรแกรมมีวิธีการทดสอบสมมติฐานการกระจายตัวของข้อมูล 2 วิธี คือ

- วิธีการทดสอบโคโมโกรอฟ-สเมียร์นอฟ (Kolmogorov–Smirnov test)
- วิธีการทดสอบไคสแควร์ (Chi-Square test)

โดยทั้ง 2 วิธี โปรแกรมจะทำการคำนวณค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบ ถ้าค่า P-value ที่ได้จากการทดสอบมากกว่าค่าระดับนัยสำคัญ (significance level) จะยอมรับสมมติฐานหลัก H_0 มิฉะนั้นจะปฏิเสธสมมติฐานหลัก H_0 ดังนั้นจะต้องมีการตั้งสมมติฐานหลักและตรวจสอบค่า P-value ก่อนนำไปใช้ในแบบจำลอง

2.7 การทดสอบแบบ Paired T-test (ศุภชัย, 2004)

ในการทดสอบสมมติฐานเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยสองกลุ่มนั้น ข้อมูลที่รวบรวมได้จากกลุ่มตัวอย่าง แต่ละกลุ่มนั้นเป็นข้อมูลในมาตราอันดับหรือมาตราส่วนโดยนำค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) ที่ได้จากกลุ่มตัวอย่างทั้ง 2 กลุ่มนั้นมาเปรียบเทียบกัน ทั้งนี้เพื่อนำไปสู่การสรุปว่า ค่าเฉลี่ยของประชากร 2 กลุ่มนั้นแตกต่างกันหรือไม่ ถ้าไม่มีความแตกต่างกันระหว่างกลุ่มประชากร ค่าเฉลี่ยควรเท่ากับศูนย์ สมมติฐานของการทดสอบ

$$H_0 : \text{ค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน } \mu_d = 0$$

$$H_1 : \text{ค่าเฉลี่ยของประชากรสองกลุ่มแตกต่างกัน } \mu_d \neq 0$$

$$\text{สถิติที่ใช้ทดสอบ } t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{S_d / \sqrt{n}}$$

$$\text{เขตปฏิเสธ } t < -t_{\frac{\alpha}{2}} \text{ หรือ } t > t_{\frac{\alpha}{2}}$$

โดย $\bar{d}$ คือค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลองที่ได้จากตัวอย่าง

μ_d คือค่าเฉลี่ยของประชากร

S_d คือค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มทดลองที่ได้จากตัวอย่าง

n คือ ขนาดของตัวอย่าง

นำค่า t ที่คำนวณได้ไปเปรียบเทียบกับค่า t จากตารางที่ หากค่าที่คำนวณมากกว่าค่าจากตารางที่แสดงว่าค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ หรือพิจารณาจากค่า P-value ถ้าค่า P-value มีค่าน้อยกว่า α จะปฏิเสธสมมติฐานหลัก แสดงว่าค่าเฉลี่ยของสองกลุ่มประชากรแตกต่างกัน

2.8 ระบบจุดสั่งใหม่ (พิภพ, 2552)

ระบบจุดสั่งใหม่ คือ ระบบสำหรับการหาจุดสั่งซื้อสินค้าโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อป้องกันการขาดแคลนสินค้าคงคลังหรือรักษาระดับบริการลูกค้าให้อยู่ในระดับที่ต้องการ ซึ่งสามารถแบ่งระบบจุดสั่งใหม่ออกเป็น 2 ประเภท คือ

1.ระบบปริมาณการสั่งคงที่ ซึ่งระบบนี้จะมีลักษณะที่สำคัญคือการสั่งแต่ละครั้งนั้นจะสั่งด้วยปริมาณคงที่เท่ากันทุกครั้ง และจะทำการสั่งเมื่อสินค้าคงคลังลดลงมาถึงระดับวิกฤติที่กำหนดไว้

2.ระบบรอบเวลาสั่งคงที่ ซึ่งระบบนี้จะมีลักษณะที่สำคัญคือการสั่งจะทำการสั่งตามรอบเวลาที่กำหนดไว้

การคำนวณจุดสั่งใหม่ในระบบปริมาณการสั่งคงที่ จะทำการคำนวณจากวิธีทางสถิติ โดยใช้สมมติฐานว่าความแปรปรวนของข้อมูลที่นำมาใช้ในการคำนวณนั้นจะต้องมีการกระจายแบบปกติ ซึ่งจะแบ่งการคำนวณออกเป็น 3 รูปแบบ คือ

1.อัตราการใช้ไม่แน่นอนและช่วงเวลานำแน่นอน จะใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$ROP = (\bar{d} \times LT) + Z\sigma_d\sqrt{LT}$$

2.อัตราการใช้แน่นอนและช่วงเวลานำไม่แน่นอน จะใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$ROP = (d \times \overline{LT}) + Z\sigma_{LT}d$$

3.อัตราการใช้และช่วงเวลานำไม่แน่นอน จะใช้สูตรการคำนวณดังนี้

$$ROP = (\bar{d} \times \overline{LT}) + Z\sqrt{\sigma_d^2\overline{LT} + \sigma_{LT}^2\bar{d}^2}$$

โดยที่ d คือ อัตราการใช้ต่อหน่วยเวลา

$\bar{d}$ คือ อัตราการใช้ต่อหน่วยเวลาโดยเฉลี่ย

LT คือ ช่วงเวลานำ

$\overline{LT}$ คือ ช่วงเวลานำโดยเฉลี่ย

σ_d คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของอัตราการใช้ต่อหน่วยเวลา

σ_{LT} คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของช่วงเวลานำ

Z คือ ค่ามาตรฐานภายใต้ระดับบริการที่กำหนดไว้ของการแจกแจงแบบปกติ

2.9 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

เอกภพ (2545) ได้ศึกษากระบวนการจัดส่งสินค้าของโรงงานน้ำอัดลมแห่งหนึ่งซึ่งเมื่อพิจารณาขั้นตอน ปัจจัยและข้อบกพร่องต่างๆ พบว่าควรมีการสร้างระบบงานหรือแบบจำลองในส่วนของการบริหารจัดการจัดส่งสินค้า เพื่อให้เกิดความเป็นมาตรฐานและกระบวนการที่เป็นแบบแผน ผลสรุปที่ได้พบว่าแบบจำลองสามารถลดข้อผิดพลาดและช่วยเวลาในการทำงานลง อีกทั้งยังสามารถใช้เป็นแนวทางในการบริหารงานขนส่ง และยังเป็นระบบสนับสนุน ช่วยในการตัดสินใจได้เป็นอย่างดี ซึ่งจากงานวิจัยชิ้นนี้พบว่าการจำลองสถานการณ์

โดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยแก้ปัญหา นั้น สามารถแก้ปัญหาได้ในระดับที่น่าพอใจ กล่าวคือปัญหาที่พบก่อนทำการแก้ปัญหาด้วยการจำลองสถานการณ์นั้น ได้รับการแก้ไขได้อย่าง ถูกวิธีและมีประสิทธิภาพ

Yang et al. (2004) ได้ทำงานวิจัยโดยการจำลองสถานการณ์ในการเปรียบเทียบ นโยบายจัดการขนส่งในสถานการณ์ต่างๆ เพื่อหานโยบายที่เหมาะสมมากที่สุดสำหรับการ จัดการขนส่ง โดยใช้มุมมองของ mix integer programming โดยการหาจุด optimize ของทั้งสอง นโยบายมาเปรียบเทียบกันในระบบที่ offline ซึ่งเป็นอีกรูปแบบหนึ่งของงานวิจัยที่มีการ เปรียบเทียบนโยบายของปัญหาการขนส่ง ซึ่งมีดัชนีชี้วัดคือ เวลาที่งานเสร็จ ค่าใช้จ่ายในการ เดินทาง และจำนวนงานที่ถูกปฏิเสธ ซึ่งเป็นงานวิจัยที่ดีและเป็นแนวทางในการทำวิจัยครั้งนี้โดย มีจุดที่แตกต่างคือ งานวิจัยชิ้นนี้เป็นการทำงานในระบบที่เป็น online รวมถึงเป็นการใช้โปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยซึ่งมีข้อดีกว่าในหลายกรณีเช่น สามารถทำได้ทันที และสามารถเปรียบเทียบได้ หลายนโยบายในเวลาอันสั้น

ชัยวิทย์ และคณะ (2550) ได้ทำงานวิจัยโดยการจำลองเส้นทางรถขนส่งปูนถุง เพื่อหาสถานที่จัดเก็บสินค้าคงคลัง โดยทำการเปรียบเทียบการทำงานในปัจจุบันกับแบบจำลอง สถานการณ์ใหม่ที่เพิ่มคลังสินค้า เพื่อหาเส้นทางที่เหมาะสมในการขนส่งปูนถุง โดยมีการใช้ดัชนี ชี้วัดเป็น เปอร์เซ็นต์ในการขนส่งสินค้าที่ทันตามกำหนด ค่าใช้จ่ายรวม ระยะเวลาในการส่งปูน เจลลี่ เปอร์เซ็นต์อัตราประโยชน์ของรถขนส่งที่โรงงาน

Ottman et al. (1999) ได้ทำการศึกษาสนามบินนานาชาติ Louisville เพื่อสร้าง แบบจำลองที่ใช้ในการวิเคราะห์การวิ่งบนลานจอดในแต่ละวันและกระบวนการวิ่งขึ้นของสายการ บิน UPS (United Parcel Service) โดยแบบจำลองนี้จะทำให้ผู้วางแผนใช้ในการปรับเปลี่ยน ตารางที่การบินขาออกของสายการบินโดยเน้นที่เวลาที่ใช้การวิ่งบนลานจอด (taxi) และเวลาที่ใช้ ในลานจอดเครื่องบิน (ramp) น้อยที่สุด

Goldsman et al. (2002) ได้แสดงวิธีการในการออกแบบแบบจำลองและลอร์ทัส กระบวนการที่มีประสิทธิภาพและชัดเจน โดยใช้แบบจำลองของการสายการบินพาณิชย์และ กระบวนการขนส่งทางทะเลของทหาร ซึ่งในงานวิจัยนี้เป็นประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้สำหรับ สร้างโมเดลโดยมีรูปแบบการขนส่งที่เป็น Hub and Spoke เช่นเดียวกัน

Anderson et al. (2003) ได้สร้างแบบจำลองในการขนส่งน้ำมันโดยเรือบรรทุก น้ำมัน ซึ่งจะต้องขนส่งน้ำมันทั้งหมด 6 ชนิดไปยัง 6 สถานที่ เป้าหมายของการศึกษานี้คือการ หาจำนวนเรือบรรทุกน้ำมันที่เพียงพอต่อความต้องการน้ำมันในปัจจุบันโดยใช้โปรแกรม ARENA และ OptQuest ในการวิเคราะห์

Meignan et al. (2007) ได้สร้างแบบจำลองและการประเมินผลของเครือข่ายรถ ประจำทางโดยสารในเมืองโดยใช้วิธีการหลายตัวแทน การจำลองมีสองประการหลักที่

เกี่ยวข้อง ประการแรกคือลักษณะการขนส่งสาธารณะจะต้องรวม ประการที่สองคือการจำลอง อาจจะเร็วหรือช้ากว่าเวลาจริงในการจำลองวิวัฒนาการขององค์ประกอบของระบบที่แตกต่าง กัน ซึ่งเครือข่ายรถประจำทางโดยสารประกอบด้วย 4 ส่วนคือ รายละเอียดการเดินทาง ป้ายรถ ประจำทาง รถประจำทาง และสถานีรถประจำทางโดยสาร รายละเอียดการเดินทางจะแสดง เส้นทางการเดินทางบนเครือข่ายถนน และการเชื่อมต่อป้ายรถประจำทางในเส้นทาง กลุ่มของ ป้ายรถประจำทางถูกเรียกว่าสถานีรถโดยสาร การวัดจำนวนของผู้โดยสารและการวัดเวลารอคอยรถประจำทางโดยสารจะถูกแสดงในผล จากการวัดจำนวนของผู้โดยสารรถประจำทางพบว่า มีจำนวนผู้โดยสารมากเกินกว่าจำนวนรถประจำทางที่มีอยู่ ในการวัดเวลารอคอยรถประจำทาง โดยสารจะวัดเป็นเครือข่ายรถประจำทางจากมุมมองของผู้โดยสาร นอกจากนี้มีหลายตัวชี้วัดเพื่อ วัดประสิทธิภาพของเครือข่ายรถประจำทางโดยสารเช่น การขาดของจำนวนผู้โดยสารที่ป้ายรถ ประจำทางเพื่อจำลองการใช้ตัวแทนหลายรูปแบบมาปรับปรุงเครือข่ายรถประจำทางโดยสาร ด้วยเช่นกัน

Cortés et al. (2007) ได้สร้างแบบจำลองการขนส่งสินค้าในท่าเทียบเรือ Seville ซึ่งขอบเขตของแบบจำลองจะครอบคลุมขั้นตอนการขนส่งสินค้าผ่านบริเวณปากแม่น้ำ จนถึงท่าเรือรวมถึงกระบวนการการบรรทุกสินค้าและยกเลิกการบรรทุกสินค้า เรือที่มาที่ท่าเทียบ เรือเป็นไม่เป็นอิสระต่อกัน โดยวิเคราะห์ผลการแบ่งออกเป็นสองส่วนคือการวิเคราะห์การจราจร แบบอิสระ(independent traffic analysis) และการวิเคราะห์การจราจรจริง การวิเคราะห์ การจราจรแบบอิสระจะพิจารณาจากการจราจรตัวเรือบรรทุกสินค้าขนาดต่างๆและเรือบรรทุก สินค้าเป็นอิสระต่อกัน ในการวิเคราะห์จะถือว่าเรือบรรทุกสินค้าหนึ่งลำต่อหนึ่งท่าจอดเรือ ดังนั้น จึงไม่เกิดแถวคอยที่ท่าจอดเรือ การวิเคราะห์การจราจรจริงจะพิจารณาจากการวิเคราะห์คิวและ ระยะเวลาการใช้มากที่สุดสำหรับท่าเรือ ซึ่งผลของการวิเคราะห์สรุปได้ว่าท่าเทียบเรือสามารถ รองรับจำนวนของเรือบรรทุกสินค้าได้ในปัจจุบัน แต่ยังมีปัญหาด้านการจราจรของตู้ขนส่งสินค้า

Rizzoli (2002) ได้ใช้การจำลองในการวิเคราะห์การขนส่งทางถนนและทางรถไฟ ร่วมกัน งานวิจัยเกี่ยวข้องกับการเชื่อมต่อลักษณะภายในสถานีกับภายนอก โดยเครือข่ายการ ขนส่งในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยสี่ส่วนคือ สถานีเชื่อมต่อต้นทาง, อาคาร 1, อาคาร 2 กับ สถานีเชื่อมต่อปลายทาง และสะพาน ซึ่งสะพานแรกจะเชื่อมต่อระหว่างสถานีเชื่อมต่อต้นทางกับ อาคาร1และมีการบริหารจัดการยานพาหนะโดยใช้รถบรรทุกจากบริษัทขนส่ง สะพานที่สองที่ เชื่อมต่อระหว่างอาคาร 1 และอาคาร 2 ซึ่งจะบริหารจัดการโดยบริษัทรถไฟ และสะพานสุดท้าย จะเชื่อมต่อระหว่างอาคาร 2 กับสถานีเชื่อมต่อปลายทางซึ่งบริหารจัดการโดยบริษัทขนส่งอีก ครั้ง การมาของรถไฟนั้นจะถูกกำหนดจากตาราง ในขณะที่การมาของรถบรรทุกอยู่ในรูปแบบ ของข้อมูลทางสถิติหรือการป้อนข้อมูลนำเข้า การทดลองจะแบ่งออกเป็นสามสถานการณ์ คือ ทางเลือกที่ 0 ทางเลือกที่ 1 และทางเลือกที่ 2 ทางเลือกที่ 0 คือการบริหารจัดการในปัจจุบัน

ทางเลือกที่ 1 คือการบริหารจัดการที่นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย และทางเลือกที่ 2 คือ การปรับปรุงราง ทั้งสามสถานการณ์จะถูกเปรียบเทียบกับปัจจัยด้านระยะเวลาในการเดินทาง ระยะเวลาจอดคอยเฉลี่ยของรถบรรทุก และระยะเวลาเฉลี่ยที่สถานีเชื่อมต่อ

Papier et al. (2008) มุ่งเน้นการบริหารจัดการขนาดและประเภทของตู้บรรทุกสินค้าในระบบให้เข้า ซึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อปรับปรุงการวางแผนการขนส่งโดยการพัฒนาแบบจำลองแถวคอย ในการพัฒนาแบบจำลองแถวคอยจะนำฟังก์ชันของผลกำไรและรูปแบบของโครงสร้างเข้ามาใช้ การศึกษาครั้งนี้สามารถแสดงให้เห็นถึงวิธีการหาขนาดของตู้บรรทุกสินค้าที่เหมาะสม รูปแบบของโครงสร้างการขนส่งที่เหมาะสม และวิธีร่วมกันระหว่างเจ้าของตู้บรรทุกสินค้าและรถให้เช่าที่เหมาะสม แต่วิธีการที่ดีที่สุดบางวิธีสามารถปฏิบัติได้ยากดังนั้นจึงจะต้องพัฒนาและทดสอบเพื่อให้ได้การประมาณที่ง่ายต่อการใช้

จากงานวิจัยที่ได้ศึกษามานั้น สามารถนำมาประยุกต์ใช้สำหรับสร้างแบบจำลองสถานการณ์ และแนวทางของดัชนีชี้วัดต่างๆที่ควรจะมีในระบบ โดยแสดงดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สรุปวรรณกรรมที่เกี่ยวข้องและการนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัย

ผู้เขียน	ประเภทของวรรณกรรม	กรณีศึกษา	การนำมาประยุกต์ใช้ในงานวิจัยนี้
เอกภพ (2545)	การขนส่ง	โรงงานน้ำตาล	แนวคิดในการจำลองสถานการณ์มาใช้เพื่อปรับปรุงกระบวนการให้เกิดมาตรฐานและมีประสิทธิภาพ
Yang et al. (2004)	การขนส่ง	-	แนวคิดในการจำลองสถานการณ์มาใช้เพื่อเปรียบเทียบสถานการณ์ต่างๆด้วยดัชนีชี้วัด
ชัยวิทย์ และคณะ (2550)	การขนส่ง	ปูนซีเมนต์ถึง	ดัชนีชี้วัดที่เกี่ยวข้องกับการขนส่ง เช่น เปอร์เซ็นต์อรรถประโยชน์ของรถที่ใช้ในการขนส่ง
Ottman et al. (1999)	การขนส่ง	สนามบิน	แนวคิดในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้รูปแบบการขนส่งแบบ Hub and spoke เช่นเดียวกัน
Goldzman et al. (2002)	การขนส่ง	สายการบินและการขนส่งทางทะเลของทหาร	แนวคิดในการสร้างแบบจำลองเพื่อใช้รูปแบบการขนส่งแบบ Hub and spoke เช่นเดียวกัน
Anderson et al. (2003)	การขนส่ง	การขนส่งน้ำมัน	วิธีการในการใช้แบบจำลองเพื่อหาจุดสั่งซื้อและจำนวนพาหนะที่ต้องใช้
Meignan et al. (2007)	การขนส่ง	เครือข่ายรถโดยสารประจำทาง	การพิจารณาถึงข้อมูลที่จะนำมาใช้ในระบบการขนส่ง
Cortés et al. (2007)	การขนส่ง	ท่าเทียบเรือ	รูปแบบของข้อมูลนำเข้าที่นำมาใช้
Rizzoli (2002)	การขนส่ง	การใช้การขนส่งทางถนนและทางรถไฟร่วมกัน	รูปแบบของการวิเคราะห์ผลทางในสถานการณ์ต่างๆโดยใช้ดัชนีวัด
Papier et al. (2008)	การขนส่ง	ระบบให้เข้าตู้บรรทุกสินค้า	วิธีการในการหาระบบบริหารจัดการที่เหมาะสม

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการวิจัย สามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนหลักได้ 8 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นจากการขนส่งก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน ว่ามีปัญหาคืออะไร และมีสาเหตุจากอะไร

3.2 ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นแนวทางในการแก้ปัญหา

3.3 ศึกษากระบวนการทำงานของการขนส่งก๊าซธรรมชาติในปัจจุบัน

3.4 พัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์ โดยการกำหนดขอบเขตของปัญหา เป้าหมายของแบบจำลอง กำหนดตัวแปรที่จะทำการปรับเปลี่ยน กำหนดตัวแปรที่จะทำการตัดสินใจ กำหนดตัวชี้วัดของแบบจำลอง รวมถึงการออกแบบการทดลองของแบบจำลอง

3.5 สร้างแบบจำลองสถานการณ์ โดยข้อมูลนำเข้าที่จะใช้ คือ ความต้องการก๊าซระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่ง ข้อกำหนดของการจัดส่งในปัจจุบัน จำนวนเทอร์เลอร์ที่มี เวลาที่ใช้ในการบรรจุก๊าซ และจำนวนที่บรรจุได้ต่อครั้ง

3.6 ทำการตรวจสอบความถูกต้องและความเหมือนของแบบจำลอง ในการตรวจสอบความถูกต้องนั้นจะพิจารณาจากขั้นตอนในการทำงานในปัจจุบันและข้อกำหนดของตัวแบบจำลอง ในทดสอบความเหมือนของแบบจำลองนั้นจะเปรียบเทียบผลที่ได้กับข้อมูลในปัจจุบันโดยในการทดสอบทางสถิติแบบ Paired t test

3.7 ทำการทดลองแบบจำลองตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งการทดลองจะแบบออกเป็น 3 ด้านใหญ่ๆ คือ

3.7.1 การทดลองปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซด้วยการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซที่คำนวณได้ใหม่กับสถานการณ์ปัจจุบัน

3.7.2 การทดลองปรับเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบัน โดยใช้จุดส่งก๊าซที่ได้จากการทดลอง

3.7.3 การปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซ และระยะเวลาในการจัดส่ง เพื่อตรวจสอบความไวของจำนวนเทอร์เลอร์กับจุดส่งก๊าซ โดยจะปรับเปลี่ยนความต้องการเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10 - 30 % และระยะเวลาในการจัดส่งเพิ่มขึ้นตั้งแต่ 10 - 50%

3.8 วิเคราะห์ผลของการทดลอง และสรุปผล

บทที่ 4

การพัฒนาตัวแบบจำลองสถานการณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึง การเก็บข้อมูลของขั้นตอนการทำงานของสถานีบริการระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งก๊าซ NGV ไปยังสถานีบริการย่อยต่างๆ การเก็บข้อมูลของความดันคงเหลือในเทอร์เลอร์ที่สถานีบริการย่อยในช่วงเวลาต่างๆ การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อในมาใช้ในแบบจำลอง การสร้างแบบจำลองและตรวจสอบความผิดพลาด การทดสอบการทำงานของแบบจำลองและการสรุปผลการทำงานของแบบจำลอง

4.1 กระบวนการทำงานของสถานีบริการในปัจจุบัน

กระบวนการทำงานของสถานีบริการหลักจะแบ่งเป็น 3 ฝ่าย คือ

1.ฝ่ายผลิต จะทำหน้าที่บรรจุก๊าซ NGV ลงในเทอร์เลอร์ ซึ่งในการผลิตนั้นฝ่ายผลิตจะเป็นดำเนินการผลิตเอง (ไม่มีแผนการผลิต) โดยเริ่มตั้งแต่รอนำเทอร์เลอร์เข้าไปในช่อง (Bay) [A-3] เพื่อทำการบรรจุก๊าซ NGV [A-1] และเมื่อบรรจุเสร็จจะนำเทอร์เลอร์ (เทอร์เลอร์หนัก) [A-2] ออกมากองเพื่อรอการจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย โดยกระบวนการทำงานอย่างละเอียดดูได้จากรูปที่ 4.2

การบรรจุก๊าซที่สถานีบริการหลักแต่ละแห่งจะใช้เวลาในการบรรจุไม่เท่ากัน โดยที่สถานีบริการหลัก 1 จะใช้เวลาในการบรรจุและจำนวนคอมเพรสเซอร์ดังนี้

- บรรจุเสร็จทุก 150 นาที จำนวน 12 เทอร์เลอร์ ใช้คอมเพรสเซอร์ 8 เครื่อง
- สถานีบริการหลัก2จะใช้เวลาในการบรรจุและจำนวนคอมเพรสเซอร์ดังนี้
- บรรจุเสร็จทุก 110 นาที จำนวน 3 เทอร์เลอร์ ใช้คอมเพรสเซอร์ 4 เครื่อง
 - บรรจุเสร็จทุก 120 นาที จำนวน 2 เทอร์เลอร์ ใช้คอมเพรสเซอร์ 4 เครื่อง
 - บรรจุเสร็จทุก 240 นาที จำนวน 4 เทอร์เลอร์ ใช้คอมเพรสเซอร์ 3 เครื่อง

2.ฝ่ายการจัดการก๊าซ จะทำหน้าที่ตรวจสอบสถานะของเทอร์เลอร์ [B-2] และสถานีบริการย่อยที่จะต้องทำการจัดส่งก๊าซ NGV [B-1] (สถานีบริการย่อยที่จะต้องเริ่มดำเนินการจัดส่งคือสถานีบริการย่อยที่มีความดันในเทอร์เลอร์ในช่วง1000psi) หลังจากนั้นทำการวางแผนว่าจะจัดส่งไปสถานีบริการย่อยใดบ้าง (เรียงลำดับการจัดส่งเป็นระบบ FIFO สถานีบริการย่อยใดจะหมดก่อนส่งก่อน) และจะระบุว่าเทอร์เลอร์หมายเลขใดไปที่ใด [B-4] โดยกระบวนการทำงานอย่างละเอียดดูได้จากรูปที่ 4.3

การตรวจสอบสถานะของเทอร์เลอร์และสถานีบริการย่อยที่ต้องทำการจัดส่งนั้น ในแต่ละสถานีบริการหลักจะทำการตรวจสอบในช่วงเวลาที่ไม่เหมือนกันซึ่งจะขึ้นกับเวลาที่ใช้ในการบรรจุ โดยสถานีบริการหลัก 1 จะทำการตรวจสอบทุกๆ 140 นาที และสถานีบริการหลัก 2 จะทำการตรวจสอบทุกๆ 110 นาที

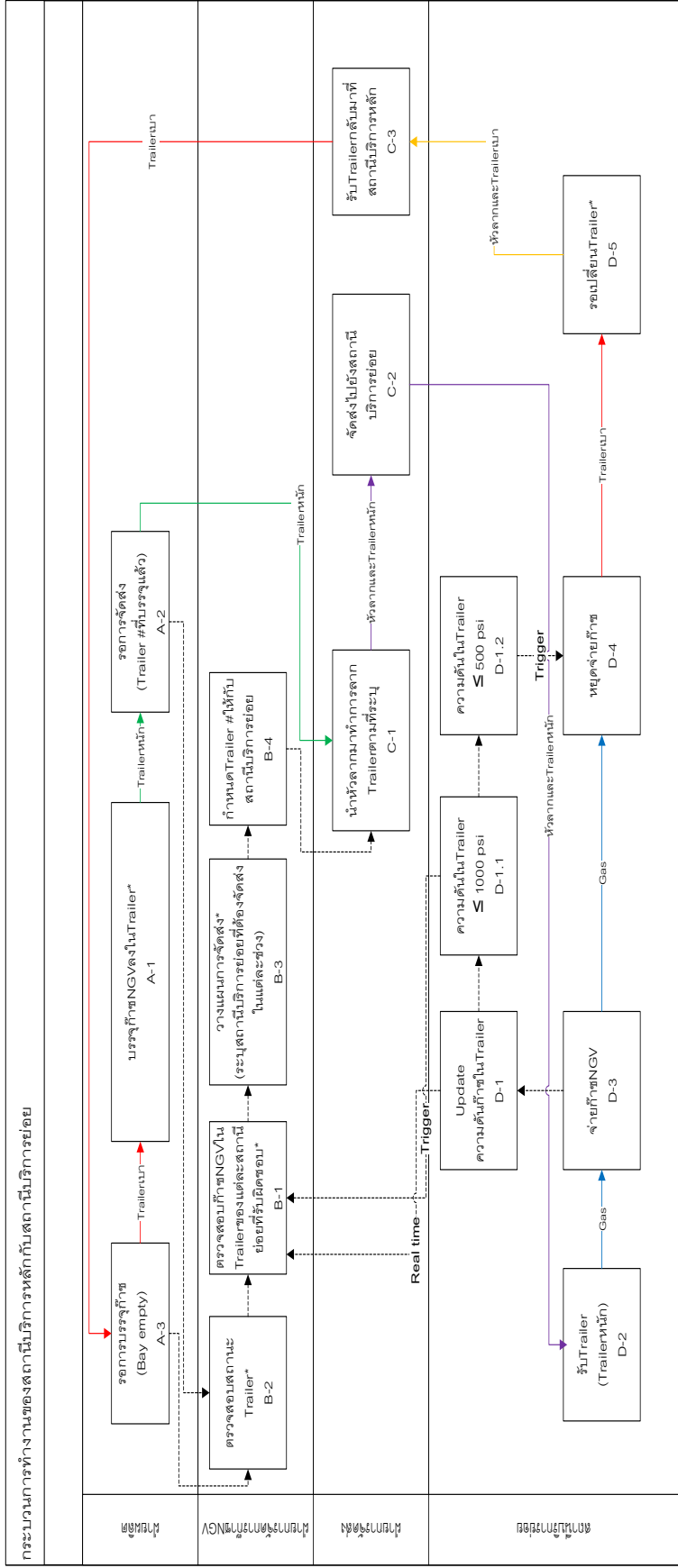
3.ฝ่ายการจัดส่ง จะนำหัวลากมาลากเทอร์เลอร์ตามที่กำหนด [C-1] ไปจัดส่งที่สถานีบริการย่อยที่กำหนด [C-2] และทำการลากเทอร์เลอร์เบา (เทอร์เลอร์ที่อยู่ที่สถานีบริการย่อยเดิม) กลับมาที่สถานีบริการหลัก [C-3] โดยกระบวนการทำงานอย่างละเอียดดูได้จากรูปที่ 4.4

กระบวนการทำงานของสถานีบริการย่อย คือจะทำการให้บริการลูกค้า [D-3] โดยส่งค่าความดันคงเหลือในเทอร์เลอร์ผ่านระบบSkypeไปยังสถานีบริการหลัก [D-1] จะทำการส่งสัญญาณเตือนไปยังสถานีบริการหลักเมื่อความดันในเทอร์เลอร์ของสถานีบริการย่อยมีค่าเท่ากับ 1000psi [D-1.1] ซึ่งจะทำให้การหยุดบริการลูกค้า [D-4] เมื่อความดันในเทอร์เลอร์เท่ากับ 500psi [D-1.2] และทำการรับเทอร์เลอร์หนัก [D-2] ที่มาจัดส่งที่สถานี ในการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของสถานีบริการย่อย [D-5] จะทำการเปลี่ยนเมื่อ

- ความดันในเทอร์เลอร์ที่สถานีบริการย่อยอยู่ในช่วง 500 – 700 psi
- เทอร์เลอร์ที่มาส่งรอคอยประมาณ 1 ชั่วโมง

กระบวนการทำงานและการไหลทางการกายภาพของสถานีบริการโดยรวมเป็นดัง

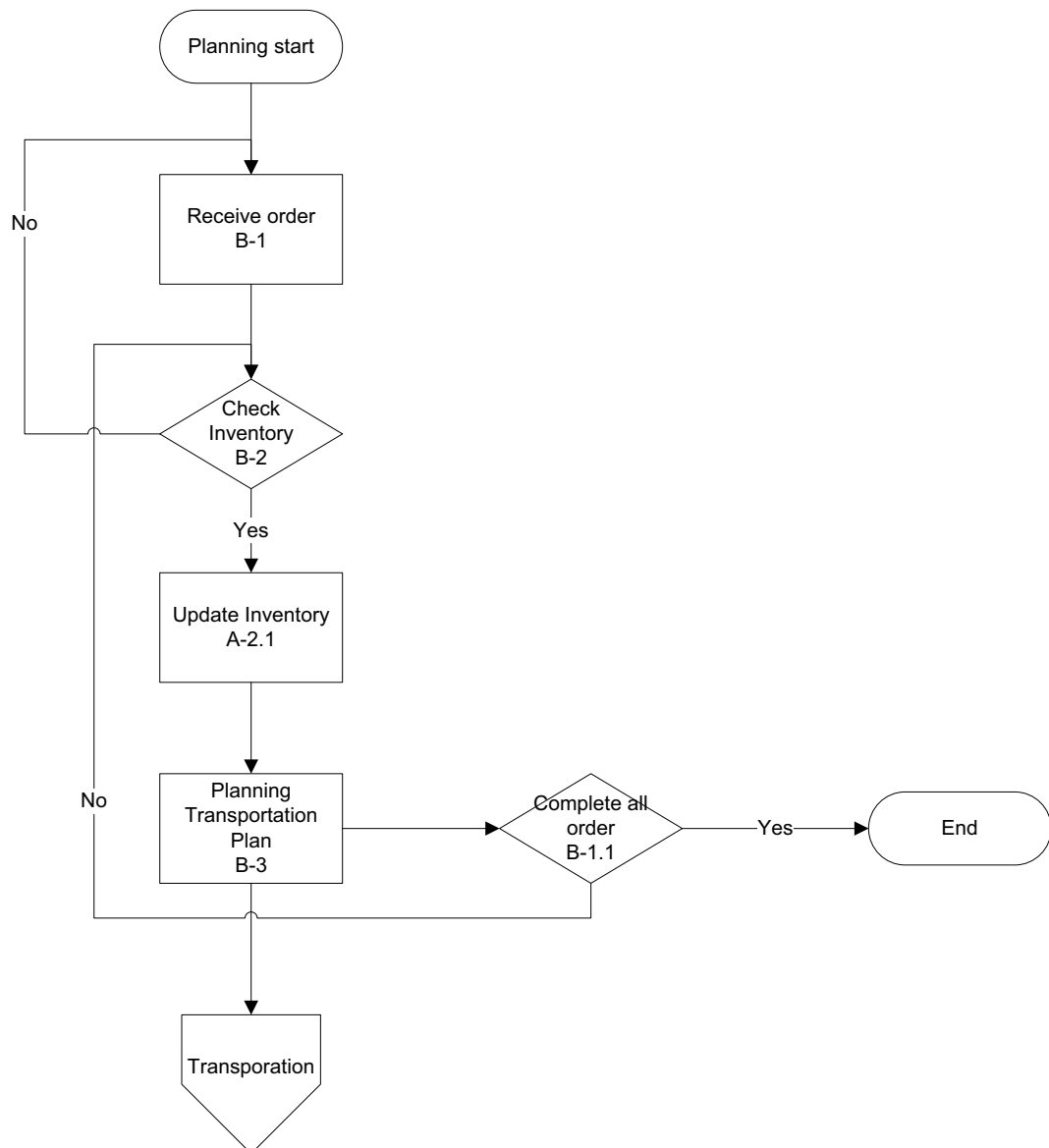
รูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 การไหลของข้อมูลและการไหลทางกายภาพระหว่างสถานีบริการหลักและสถานีบริการย่อย

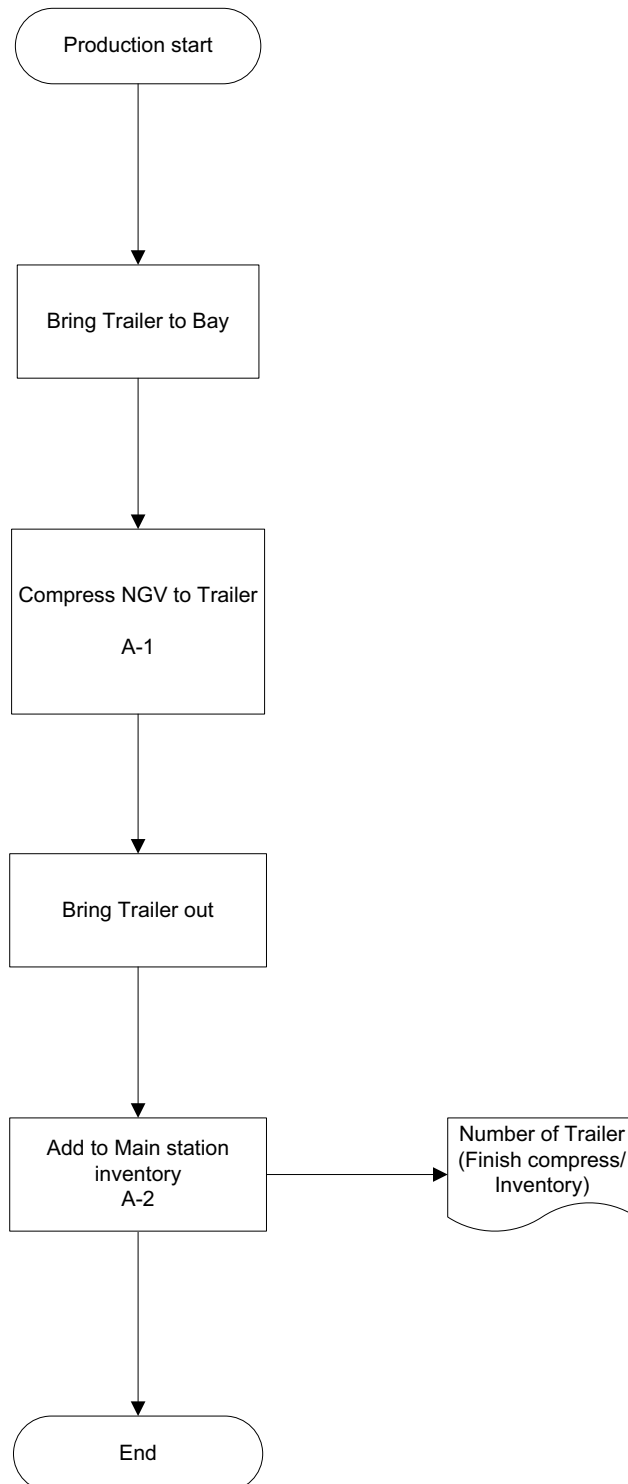
แผนผังของกระบวนการทำงาน

ส่วนที่ 1 ฝ่ายการจัดการก๊าซ NGV ที่สถานีบริการหลัก



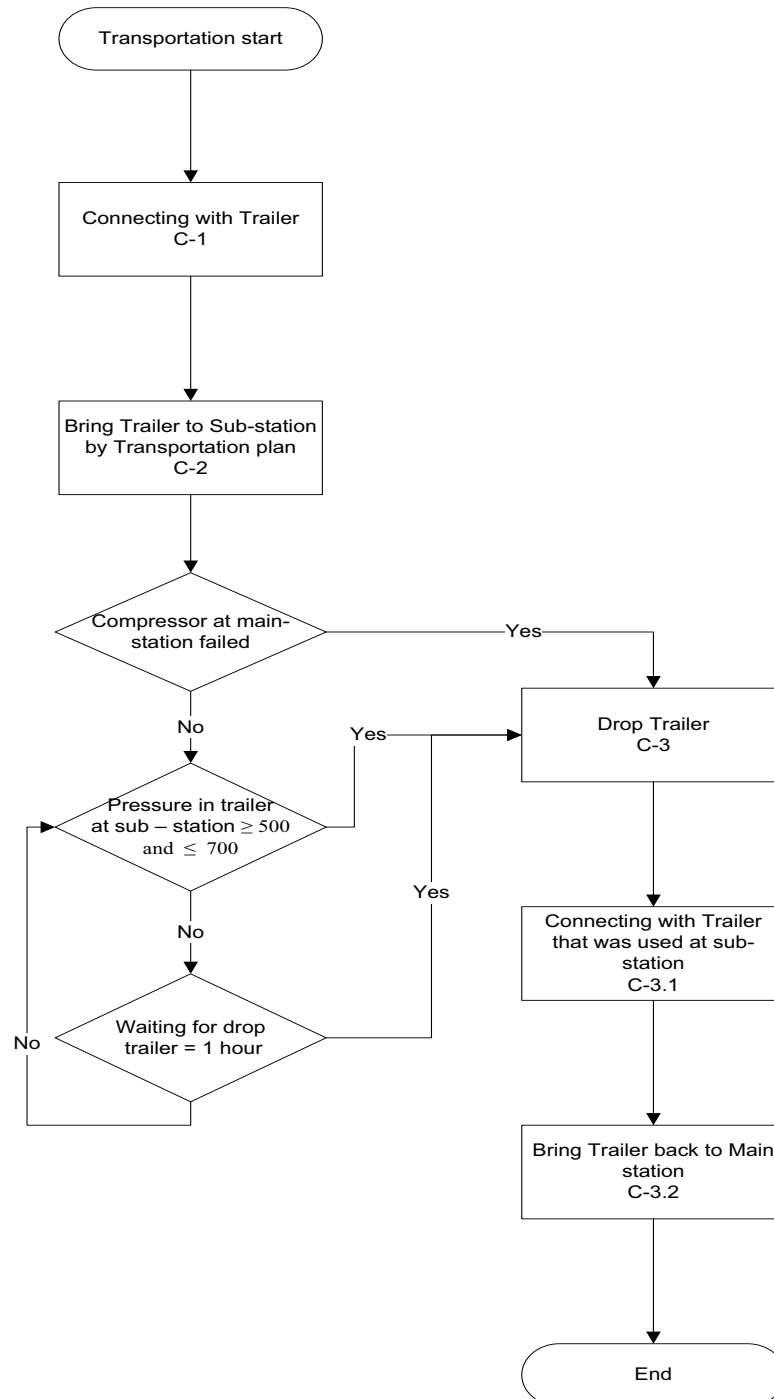
รูปที่ 4.2 ผังการทำงานของฝ่ายการจัดก๊าซ NGV

ส่วนที่ 2 ฝ่ายผลิตที่สถานีบริการหลัก



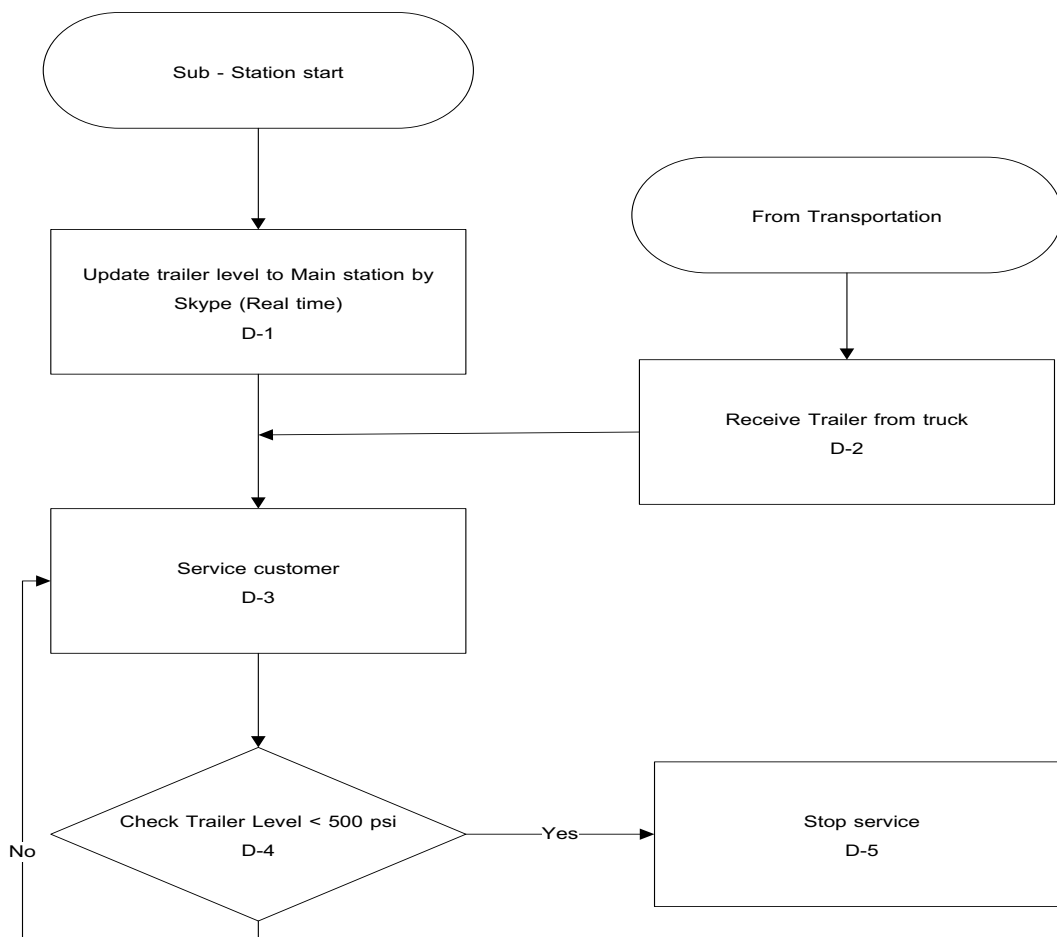
รูปที่ 4.3 ผังการทำงานของส่วนของการบรรจุก๊าซ NGV และจัดส่งที่สถานีบริการหลัก

ส่วนที่3 ฝ่ายจัดส่ง



รูปที่ 4.4 ผังการทำงานของฝ่ายการจัดส่ง

ส่วนที่ 4 การให้บริการต้นของสถานีบริการย่อย



รูปที่ 4.5 ผังการทำงานในส่วนของการให้บริการของสถานีบริการย่อย

4.2 ลักษณะของปัญหา

ในปัจจุบันก๊าซ NGV เป็นทางเลือกหนึ่งของผู้ใช้รถ และมีแนวโน้มอัตราการใช้เพิ่มสูงขึ้น จากการสำรวจการให้บริการเติมก๊าซ NGV ตามสถานีบริการต่างๆ พบว่า ผู้ใช้บริการจะต้องรอรับบริการเป็นเวลานานเนื่องจากเวลาในการเติมก๊าซ NGV ก่อนข้างลำช้า โดยจะใช้เวลา 3-5 นาทีต่อคันสำหรับรถยนต์ส่วนบุคคล นอกจากนี้ในบางสถานีบริการก๊าซ NGV จะเกิดปัญหาการขาดแคลนก๊าซ NGV ส่งผลทำให้ขาดรายได้ในช่วงเวลาดังกล่าวได้ ทั้งนี้ มีสาเหตุอันเนื่องมาจากการบริหารการขนส่งก๊าซ NGV ที่ขาดความเหมาะสม ซึ่งในปัจจุบันการ

ขนส่งก๊าซ NGV มี 2 รูปแบบด้วยกันคือ ระบบการขนส่งทางท่อซึ่งจะสามารถส่งก๊าซได้เฉพาะ สถานีบริการที่อยู่ตามแนวท่อส่งก๊าซเท่านั้นประกอบด้วยสถานีบริการตามแนวท่อและสถานีบริการหลัก แต่สถานีบริการหลักจะทำหน้าที่ 2 อย่างคือการบรรจุก๊าซและบริการลูกค้า และระบบรถขนส่งใช้สำหรับขนส่งก๊าซ NGV ไปยังสถานีบริการก๊าซ NGV ที่อยู่นอกแนวท่อส่งก๊าซ (สถานีย่อย) ซึ่งมีอยู่ประมาณ 70% ของสถานีบริการทั้งหมด

ในการศึกษาจะทำการศึกษาเกี่ยวกับรูปแบบวิธีการจัดการขนส่งก๊าซ NGV ทางรถจากสถานีบริการหลัก 2 สถานี คือ สถานีบริการหลัก 2 และสถานีบริการหลัก 1 ซึ่งสถานีบริการหลักทั้ง 2 สถานีจะทำหน้าที่บรรจุก๊าซ NGV ลงในเทรเลอร์เพื่อส่งให้กับสถานีบริการย่อยต่างๆ ที่อยู่ในความดูแลของสถานีบริการหลักแต่ละสถานีสามารถแบ่งได้ดังนี้

ตารางที่ 4.1 สถานีบริการย่อยที่สถานีบริการหลักดูแล

สถานีบริการหลัก 1	สถานีบริการหลัก 2
A1	B1
A2	B2
A3	B3
A4	B4
A5	B5
A6	B6
A7	B7
A8	B8
A9	B9
A10	B10
A11	B11
A12	B12
A13	B13
A14	
A15	

ในการบรรจุก๊าซ NGV ของสถานีบริการหลักจะทำงานตลอด 24 ชั่วโมงโดยนำเอาเทรเลอร์เข้าไปยังหัวจ่ายเพื่อบรรจุก๊าซ NGV เข้าเทรเลอร์ ซึ่งจะทำให้การบรรจุเป็นชุด โดยที่สถานีบริการหลัก 2 และสถานีบริการหลัก 1 จะมีอัตราการบรรจุก๊าซลงเทรเลอร์ ที่แตกต่างกัน โดยการบรรจุจะ

ขึ้นอยู่กับขนาดและจำนวนของคอมเพรสเซอร์ในแต่ละสถานี สำหรับอัตราการบรรจุเทอร์เลอร์ ในแต่ละสถานีบริการหลักมีดังนี้

- สถานีบริการหลัก 1 ออกมาครั้งละ 12 เทอร์เลอร์ โดยใช้เวลาผลิต 150 นาที (ใช้คอมเพรสเซอร์ 8 ตัว)
- สถานีบริการหลัก 2 จะมี 3 แบบ คือ ออกมาครั้งละ 3 เทอร์เลอร์ โดยใช้เวลาผลิต 110 นาที (ใช้คอมเพรสเซอร์ 4 ตัว), ออกมาครั้งละ 2 เทอร์เลอร์ โดยใช้เวลาผลิต 120 นาที (ใช้คอมเพรสเซอร์ 4 ตัว) และออกมาครั้งละ 4 เทอร์เลอร์ โดยใช้เวลาผลิต 240 นาที (ใช้คอมเพรสเซอร์ 3 ตัว)

เทอร์เลอร์ที่ถูกบรรจุก๊าซ NGV เรียบร้อยแล้วจะถูกนำไปวางเก็บไว้ที่ลานจอดเทอร์เลอร์หนัก จากนั้นหัวลากจะมารับเทอร์เลอร์หนักไปส่งยังสถานีบริการย่อยตามที่กำหนด ซึ่งระยะเวลาในการเดินทางจากสถานีบริการหลักทั้ง 2 สถานีไปยังสถานีบริการย่อยต่าง ๆ นั้น แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาเดินทางจากสถานีบริการหลัก 1 ไปยังสถานีบริการย่อย

สถานีบริการย่อย	ระยะเวลาการเดินทาง (นาที)
A1	TRIA(21.5,25.2,47.5)
A2	TRIA(22.5,36.5,68.5)
A3	TRIA(17.5,29,37.5)
A4	TRIA(9.5,11,22.5)
A5	TRIA(30.5,37.5,76.5)
A6	TRIA(17.5,54.6,96.5)
A7	TRIA(11,13,67)
A8	45
A9	TRIA(17,44,164)
A10	60
A11	TRIA(10,15.5,31)
A12	TRIA(54.5,80.9,111)
A13	50
A14	25
A15	TRIA(9.5,15,27.5)

*TRIA(x,y,z) คือ การกระจายแบบTriangularที่มีค่าน้อยที่สุดคือ x ค่าฐานนิยมคือ y และค่ามากที่สุดคือ z

ตารางที่ 4.3 ระยะเวลาเดินทางจากสถานีบริการหลัก 2 ไปยังสถานีบริการย่อย

สถานีบริการย่อย	สถานีบริการหลัก2(นาที)
B1	TRIA(40,55,130)
B2	TRIA(15,30,90)
B3	TRIA(30,60,125)
B4	TRIA(36.5,51.5,106)
B5	TRIA(34.5,48.5,99.5)
B6	TRIA(21.5,35,84.5)
B7	TRIA(19.5,32,57.5)
B8	TRIA(11.5,25,45.5)
B9	TRIA(29.5,46,96.5)
B10	TRIA(19.5,25.5,58.5)
B11	TRIA(44.5,56.9,80.5)
B12	TRIA(13.5,33.9,35)
B13	TRIA(40,54.6,156)

สถานีบริการย่อยในแต่ละสถานีจะมีการเก็บก๊าซ NGV ในเทอร์เลอร์สำหรับให้บริการกับลูกค้า ซึ่งในแต่ละสถานีบริการย่อยจะมีวางเทอร์เลอร์บรรจุ NGV ไม่เท่ากันดังนี้

ตารางที่ 4.4 จำนวนเทอร์เลอร์ที่วางได้ของแต่ละสถานีบริการย่อย

รายชื่อสถานีบริการย่อย	จำนวนเทอร์เลอร์ที่วางได้
A1	2
A2	2
A3	1
A4	2
A5	2
A6	2
A7	1
A8	2
A9	2
A10	2
A11	1
A12	2
A13	1
A14	1
A15	1
B1	1
B2	1
B3	2
B4	1
B5	1
B6	1
B7	1
B8	1
B9	1
B10	1
B11	1
B12	1
B13	2

ทั้งนี้ในการเรียกเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการย่อยจะใช้หลักเกณฑ์เดียวกัน กล่าวคือ เมื่อความดันในเทอร์เลอร์เหลือประมาณ 1,000 psi จะมีการแจ้งสถานีบริการหลักเพื่อให้นักส่ง เทอร์เลอร์หนักไปยังสถานีบริการย่อยนั้น โดยจะสามารถเปลี่ยนเทอร์เลอร์ได้ก็ต่อเมื่อความดันใน เทอร์เลอร์นั้นต่ำกว่า 700 psi หรือเมื่อรถขนส่งเทอร์เลอร์มารอนานเกิน 1 ชั่วโมงแล้ว ซึ่งในกรณีที่สถานีบริการย่อยมี 2 เทอร์เลอร์ จะมีข้อได้เปรียบคือ หากขนส่งเทอร์เลอร์ไปส่งไม่ทัน ทาง สถานีบริการย่อยจะทำการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ที่เหลือแล้วให้บริการลูกค้าต่อไปได้ แต่ถ้าสถานี บริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์ ก็จะต้องหยุดให้บริการเพื่อรอเทอร์เลอร์ที่ขนส่งมาจากสถานีบริการ หลัก ทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV และสูญเสียรายได้จากช่วงเวลาดังกล่าว โดยสถานี บริการย่อยนั้นจะทำการหยุดให้บริการลูกค้าเมื่อความดันในเทอร์เลอร์เหลือประมาณ 500 psi ซึ่ง ในแต่ละสถานีบริการย่อยจะมีอัตราการลดลงของก๊าซแสดงในภาคผนวก ก ตารางที่ 4.5 จะ แสดงอัตราการลดของก๊าซของ A1

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างอัตราการลดลงของก๊าซ (psi/sec.) ของ A1

ชั่วโมงที่	วันจันทร์ถึงวันศุกร์	วันเสาร์และวันอาทิตย์
0	TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.22,0.28)
1	TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.29)
2	TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0.03,0.16,0.29)
3	TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.17,0.3)
4	TRIA(0.02,0.14,0.3)	TRIA(0,0.16,0.28)
5	TRIA(0.02,0.25,0.3)	TRIA(0,0.15,0.26)
6	TRIA(0.03,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
7	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.06,0.14,0.29)
8	TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.02,0.21,0.3)
9	TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
10	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.2,0.3)
11	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
12	TRIA(0,0.2,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
13	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
14	TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0.04,0.25,0.29)
15	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
16	TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
17	TRIA(0.02,0.18,0.3)	TRIA(0.02,0.17,0.3)
18	TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
19	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.04,0.09,0.3)
20	TRIA(0.02,0.2,0.3)	TRIA(0.03,0.27,0.29)
21	TRIA(0.01,0.23,0.3)	TRIA(0.01,0.17,0.29)
22	TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
23	TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.04,0.16,0.3)

จากข้อมูลที่กำลังมาข้างต้น เพื่อที่จะปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานในปัจจุบัน และประสิทธิภาพของระบบการจัดการขนส่งให้ดีขึ้น โดยให้เทรเลอร์ขนส่งจากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อยต่างๆได้ในเวลาที่เหมาะสม โดยไม่ให้เทรเลอร์ไปถึงสถานีบริการย่อยเร็วเกินไปทำให้เทรเลอร์ต้องรอเปลี่ยนตู้ในระยะเวลาที่ยาวนานขึ้น และในขณะเดียวกันไปถึงช้ากว่ากำหนดทำให้ไม่สามารถให้บริการกับลูกค้า โดยบริษัทยอมรับการส่งล่าช้าได้ไม่เกิน 15 นาที ความสามารถในการให้บริการคือ 95% และบริษัทมีเก็บข้อมูลจำนวนครั้งที่เกิดการขนส่งเทร

เลอร์ที่ล่าช้าโดยไม่ได้แบ่งแยกระยะเวลาที่เกิดการล่าช้าซึ่งมีเพียง 1 สถานีบริการย่อยเท่านั้น คือ B1 เกิดการขนส่งล่าช้า 104 ครั้ง ซึ่งตัวชี้วัดประสิทธิภาพที่ใช้จะประกอบไปด้วย

1. อรรถประโยชน์ของเทอร์เลอร์
 2. เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์จัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย
 3. จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนในแต่ละสถานีบริการย่อย
 4. จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย
 5. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย
 6. จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของแต่ละสถานีบริการย่อย
 7. จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย
 8. ระยะเวลาอคอยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของแต่ละสถานีบริการย่อย
 9. ระยะเวลาอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย
 10. จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ตรงเวลาในแต่ละสถานีบริการย่อย
 11. จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย
 12. ระยะเวลาในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าของแต่ละสถานีบริการย่อย
 13. ระยะเวลาในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย
 14. ระยะเวลาตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนเต็มเต็มก๊าซNGVของแต่ละสถานีบริการย่อย
 15. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนเต็มเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย
 16. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าของแต่ละสถานีบริการย่อย
 17. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย
- โดยตารางที่ 4.6 จะแสดงวิธีการคำนวณและเป้าหมายของดัชนีชี้แต่ละตัว

ตารางที่ 4.6 ดัชนีชี้วัด คำจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย

KPI	Definition	Function	Expression	Target	
				reorder point	จำนวนเทรเลอร์ที่ เหมาะสม
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	ช่วงเวลาที่มีการใช้งานเทรเลอร์ยกเว้นช่วงเวลา ที่เทรเลอร์จอดส่งไปยังสถานีบริการย่อย	DAVG(container 1.NumberBusy)/เทรเลอร์ cap	Utilization of เทรเลอร์ at main1		✓
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์จอดส่งไปยังสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาการคอยเฉลี่ยของเทรเลอร์ที่รอจัดส่ง ไปที่สถานีบริการย่อย	TAVG(Hold pickup.Queue.Waiting Time)	Wait time for trasport เทรเลอร์ at main1		✓
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนในแต่ละสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้ในแต่ละสถานี(เทรเลอร์ที่สถานีบริการย่อยมีความดันต่ำกว่าหรือเท่ากับ500 psiทุกเทรเลอร์)	NC(Shortage times _i ,i= 1 to 15)	Number of shortage at sub _i (i=1 to 15)	✓	✓
4.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ไม่สามารถให้บริการลูกค้าได้ของทุกสถานีบริการย่อย(เทรเลอร์ที่สถานีบริการย่อยมีความดันต่ำกว่าหรือเท่ากับ500 psiทุกเทรเลอร์)	$\sum NC(Shortage times_i, i= 1 to 15)$	Number of shortage all sub at main1	✓	✓
5.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย	ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มีความดันต่ำกว่าหรือเท่ากับ500 psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum TAVG(Record time_i, i= 1 to 15)^*$	Shortage time all sub at main1	✓	✓

ตารางที่ 4.6 ดัชนีชี้วัด คำจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย (ต่อ)

KPI	Definition	Function	Expression	Target	
				reorder point	จำนวน trailers ที่เหมาะสม
6. จำนวนครั้งที่การส่ง trailers ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยน trailers ของแต่ละสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ trailers มาส่งก่อนเวลา 1 ชั่วโมง หรือความดันใน trailers ที่สถานีบริการย่อย มากกว่า 700psi ของสถานีบริการย่อย	$NC(early_i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Number of early($i = 1$ to 15)	✓	
7. จำนวนครั้งที่การส่ง trailers ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยน trailers ของทุกสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ trailers มาส่งก่อนเวลา 1 ชั่วโมง หรือความดันใน trailers ที่สถานีบริการย่อย มากกว่า 700psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum NC(early_i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Number of early all sub at main 1	✓	
8. ระยะเวลาที่ trailers มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยน trailers ของแต่ละสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาที่ trailers มาถึงก่อนเวลาที่ trailers มาส่งก่อนเวลา 1 ชั่วโมง หรือความดันใน trailers ที่สถานีบริการย่อย มากกว่า 700psi ของสถานีบริการย่อย	For first trailer: TAVG(Hold for fulfill tanki.Queue.WaitingTime, $i = 1$ to 15) For second trailer: TAVG(Hold for fulfill tanki_2.Queue.WaitingTime, $i = 1$ to 15)*	Wait time for change trailer at sub($i = 1$ to 15)	✓	

ตารางที่ 4.6 ดัชนีชี้วัด คำจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย (ต่อ)

KPI	Definition	Function	Expression	Target	
				reorder point	จำนวน trailers ที่เหมาะสม
9. ระยะเวลาการคอยเฉลี่ยที่ trailers มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยน trailers ของทุกสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาการคอยเฉลี่ยที่ trailers มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยน trailers ของทุกสถานีบริการย่อยมากกว่า 700psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum (TAVG(Hold \text{ for fullfill tanki.Queue.WaitingTime}, i=1 \text{ to } 15) + TAVG(Hold \text{ for fullfill tanki_2.Queue.WaitingTime}, i=1 \text{ to } 15))^*$	Wait time for change trailer all sub at main1	✓	
10. จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงในช่วงความถี่ใน trailers ที่สถานีบริการย่อยแต่ละสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงในช่วงความถี่ใน trailers ที่สถานีบริการย่อยน้อยกว่า 700psi แต่มากกว่า 500psi ของสถานีบริการย่อย	$NC(ontimei, i=1 \text{ to } 15)^*$	Number of ontimei (i=1 to 15)	✓	
11. จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงตรงเวลาใน trailers ที่สถานีบริการย่อยน้อยกว่า 700psi แต่มากกว่า 500psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum NC(ontimei, i=1 \text{ to } 15)^*$	Ontime all sub at main1	✓	
12. จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงล่าช้าในแต่ละสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่ trailers มาถึงล่าช้ากว่า 15 นาทีในช่วงความถี่ใน trailers ที่สถานีบริการย่อยต่ำกว่าหรือเท่ากับ 500psi ของสถานีบริการย่อย	$NC(Real \text{ latei}, i=1 \text{ to } 15)^*$	Number of real latei (i=1 to 15)	✓	✓

ตารางที่ 4.6 ดัชนีชี้วัด ค่าจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย (ต่อ)

KPI	Definition	Function	Expression	Target	
				reorder point	จำนวนเทอร์เลอร์ที่เหมาะสม
13. จำนวนครั้งที่การส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย	จำนวนครั้งที่เทอร์เลอร์มาส่งช้ากว่า 15 นาทีในช่วงความถี่ในเทอร์เลอร์ที่สถานีบริการย่อยต่ำกว่าหรือเท่ากับ 500psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum NC(\text{Real late } i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Real Late all sub at main1	✓	✓
14. ระยะเวลาตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนถึงเทอร์เลอร์ได้รับจนเต็มคิวก๊าซ NGV ของแต่ละสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนถึงเทอร์เลอร์ได้รับการเปลี่ยนที่สถานีบริการย่อยนั้นๆ	$TAVG(\text{order leadtime } i, i = 1 \text{ to } 15)$	Order time at sub(i = 1 to 15)*	✓	✓
15. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนเต็มคิวก๊าซ NGV ของทุกสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาตั้งแต่ส่งเทอร์เลอร์จนถึงเทอร์เลอร์ได้รับการเปลี่ยนที่สถานีบริการย่อยนั้นๆ ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum TAVG(\text{order leadtime } i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Order leadtime all sub at main1	✓	✓
16. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าของแต่ละสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาที่เทอร์เลอร์มาส่งในช่วงความถี่ในเทอร์เลอร์ที่สถานีบริการย่อยต่ำกว่าหรือเท่ากับ 500psi ของสถานีบริการย่อย	$TAVG(\text{late time } i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Late time at sub(i = 1 to 15)	✓	✓

ตารางที่ 4.6 ดัชนีชี้วัด ค่าจำกัดความ วิธีการคำนวณ ชื่อที่ใช้ในแบบจำลองและเป้าหมาย (ต่อ)

KPI	Definition	Function	Expression	Target	
				reorder point	จำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสม
18. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย	ระยะเวลาที่เทรเลอร์มาส่งในช่วงความถี่ในเทรเลอร์ที่สถานีบริการย่อยต่ำกว่าหรือเท่ากับ 500psi ของทุกสถานีบริการย่อย	$\sum TAVG(\text{late time}_i, i = 1 \text{ to } 15)^*$	Total late time all sub at main1	✓	✓

*สำหรับสถานีบริการหลัก 1 (i= 1 ถึง 13 สำหรับสถานีบริการหลัก 2)

4.3 แนวคิดของแบบจำลอง

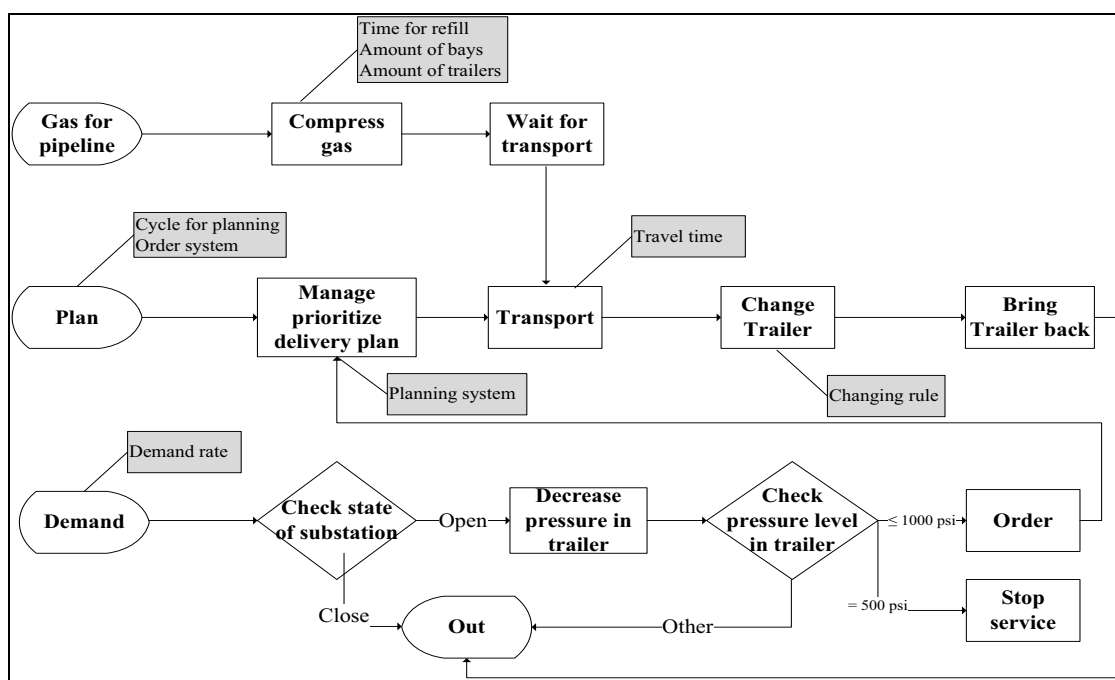
แนวคิดของแบบจำลองจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนตามกระบวนการทำงาน โดยมีเอนทิตีที่เข้ามา 3 ประเภทดังต่อไปนี้

1. ก๊าซจากแนวท่อ เพื่อที่จะใช้ในการบรรจุลงเทอร์เลอร์ เมื่อบรรจุก๊าซลงเทอร์เลอร์เสร็จแล้วจะทำการจัดส่ง ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของฝ่ายผลิตที่สถานีบริการหลัก

2. แผน เพื่อที่จะใช้ในการจัดลำดับการจัดส่งของแต่ละคำสั่งซื้อ เมื่อวางแผนการจัดส่งเสร็จแล้วจะทำการจัดส่งเทอร์เลอร์ไปยังสถานีบริการย่อย และรับเทอร์เลอร์กลับมาที่สถานีบริการหลัก ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของฝ่ายการจัดการก๊าซ และฝ่ายจัดส่งที่สถานีบริการหลัก

3. ความต้องการ เพื่อใช้ในการลดความดันในเทอร์เลอร์ของสถานีบริการย่อย เมื่อความดันในเทอร์เลอร์เท่ากับ 1000 psi สถานีบริการย่อยจะทำการสั่งก๊าซ และเมื่อความดันในเทอร์เลอร์เท่ากับ 500 psi สถานีบริการย่อยจะหยุดให้บริการ ซึ่งจะเกี่ยวข้องกับกระบวนการทำงานของสถานีบริการย่อย

การศึกษานี้ได้วางแนวคิดของแบบจำลองและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองตามรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 แนวคิดและข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลอง

4.3.1 การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อที่จะใช้ในแบบจำลอง

4.3.1.1 การวิเคราะห์อัตราการลดลงของความดันในเทอร์เลอร์

ข้อมูลที่เก็บได้ในช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม ปี 2552 ซึ่งประกอบด้วยความดันของก๊าซ NGV ที่อยู่ในเทอร์เลอร์ในช่วงเวลาต่างๆ โดยข้อมูลที่ได้นี้ต้องนำมาหาอัตราการลดลงของความดันต่อวินาที และทำการแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ชุด เนื่องจากอัตราการลดลงของเทอร์เลอร์ในช่วงวันจันทร์ถึงวันศุกร์นั้นมีความคล้ายคลึงกัน และในช่วงวันเสาร์และวันอาทิตย์นั้นก็มีความคล้ายคลึงกันเช่นเดียวกัน เมื่อได้อัตราการลดลงของความดันต่อวินาทีแล้วจึงทำการวิเคราะห์รูปแบบการกระจายของข้อมูลโดยกำหนดให้รูปแบบการกระจายของข้อมูลอยู่ในรูปแบบ Triangular เพราะการกระจายรูปแบบนี้มีความเหมาะสมกับข้อมูลที่ไม่ทราบการกระจายแต่รู้ขอบเขตของค่าที่มากที่สุดและค่าที่น้อยที่สุดของข้อมูล (Kelton, Sadowski, & Sturrock, 2007) โดยข้อมูลอัตราการลดลงของความดันในแต่ละสถานีบริการย่อยที่ใช้ในแบบจำลองนั้นจะอยู่ในภาคผนวก ก

4.3.1.2 การวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางจากสถานีบริการหลักไปสถานีบริการย่อย

ข้อมูลที่เก็บได้ในช่วงเดือนเมษายน ถึง พฤษภาคม ปี 2552 จะเป็นเวลาที่ใช้ในการเดินทางแต่ละครั้งจากสถานีบริการหลักไปยังสถานีบริการย่อยต่างๆ จากนั้นนำข้อมูลมาแยกให้เป็นของแต่ละสถานีบริการย่อย แล้วทำการหารูปแบบการกระจายของข้อมูลโดยใช้ Chi-square test ซึ่งค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์แสดงในตารางที่ 4.7

ตารางที่ 4.7 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาเดินทางของสถานีบริการย่อย

สถานีบริการย่อย	p-value
A1	0.698
A2	> 0.75
A3	0.0187
A4	0.018
A5	0.307
A6	0.167
A7	0.05
A8*	-
A9	0.05
A10	-
A11	0.0365
A12	>0.75
A13*	-
A14*	-

ตารางที่ 4.7 ค่า p-value ที่ได้จากการวิเคราะห์ข้อมูลเวลาเดินทางของสถานีบริการย่อย (ต่อ)

สถานีบริการย่อย	p-value
A15	>0.75
B1	0.00722
B2	0.049
B3	0.062
B4	0.195
B5	0.458
B6	0.0322
B7	0.0256
B8	0.381
B9	0.00951
B10	>0.75
B11	0.0208
B12	0.0948
B13	>0.75

* เป็นสถานีบริการย่อยที่มีข้อมูลเวลาการเดินทางที่ได้จากการสัมภาษณ์เพียงอย่างเดียว

4.3.2 รายละเอียดของแบบจำลอง

โมเดลจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนดังรูปด้านล่าง ซึ่งประกอบไปด้วย

1. ส่วนของการบรรจุก๊าซ จะทำหน้าที่ในการบรรจุก๊าซลงในเทรเลอร์ ซึ่งเป็นส่วนการทำงานของสถานีบริการหลัก โดยการทำงานจะเริ่มตั้งแต่ก๊าซเข้ามาแล้วรอคอยจนกว่าเทรเลอร์มีจำนวนเพียงพอที่จะบรรจุ หลังจากนั้นบรรจุโดยใช้คอมเพรสเซอร์ แล้วรอคอยเพื่อที่จะจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย

2. ส่วนของการจัดการก๊าซ จะทำหน้าที่จัดลำดับในการจัดส่งเทรเลอร์ ซึ่งเป็นส่วนการทำงานของสถานีบริการหลัก โดยเริ่มจากรอบการจัดลำดับ แล้วหยิบ order ที่รออยู่ และนำเทรเลอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วตามจำนวน order ไปยังส่วนของการจัดส่ง ในกรณีที่ order เข้ามาในช่วงที่ไม่ได้อยู่ในรอบการจัดลำดับจะรอคอยจนกว่าจำนวน order ในรอบการจัดลำดับนั้นไม่มีอยู่ จึงจะนำจะนำเทรเลอร์ที่บรรจุเสร็จไปยังส่วนของการจัดส่งได้

3. ส่วนของการจัดส่งก๊าซ จะทำหน้าที่จัดส่งเทรเลอร์ไปยังสถานีบริการย่อย จะเริ่มการทำงานตั้งแต่การที่เทรเลอร์ที่บรรจุเสร็จเข้ามาแล้วจะทำการแยกสถานีบริการย่อยที่จัดส่งตาม order หลังจากนั้นทำการจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อยและเมื่อ เมื่อเปลี่ยนเทรเลอร์เสร็จแล้วจะนำเทรเลอร์ที่ถูกเปลี่ยนกลับมาที่สถานีบริการหลัก

4. ส่วนของสถานีบริการย่อย จะเริ่มการทำงานตั้งแต่ความต้องการก๊าซเข้ามา แล้วปรับลดความดันเทรเลอร์ที่อยู่สถานีบริการย่อยตามความต้องการก๊าซ เมื่อความดันในเทรเลอร์มี

ค่าเท่ากับ 1000 psi จะสั่ง order ไปที่สถานีบริการหลัก และเมื่อความดันในเทอเรลล์มีค่าเท่ากับ 500 psi จะหยุดให้บริการ (กรณีที่สถานีบริการมีเทอเรลล์เดียว) เมื่อเทอเรลล์ที่จัดส่งมาถึงสถานีบริการย่อยแล้วจะทำการตรวจสอบว่าการจัดส่งนั้นมาเร็วเกินไป หรือ ช้าเกินไป หรือมาตรงเวลาที่สามารพทำการเปลี่ยนเทอเรลล์ที่อยู่ที่สถานีบริการย่อยได้ และทำการเปลี่ยนเทอเรลล์

ข้อมูลที่จะนำมาใช้ในแบบจำลองมีดังนี้

1. เวลาที่ใช้ในการบรรจุก๊าซลงในเทอเรลล์
2. จำนวนช่องที่ใช้สำหรับบรรจุก๊าซ สถานีบริการหลัก 1 มีจำนวน 12 ช่อง และสถานีบริการหลัก 2 มีจำนวน 9 ช่อง
3. จำนวนเทอเรลล์ที่มีในปัจจุบันของแต่ละสถานีบริการหลัก สถานีบริการหลัก 1 มี 70 เทอเรลล์ และสถานีบริการหลัก 2 มี 50 เทอเรลล์
4. รอบเวลาที่ใช้ในการจัดแผนของสถานีบริการหลัก สถานีบริการหลัก 1 จะจัดแผนทุกๆ 150 นาที และสถานีบริการหลัก 2 จะจัดแผนทุกๆ 120 นาที
5. ระบบการจัดเรียงคำสั่งซื้อ พนักงานจะทำการจัดเรียงคำสั่งซื้อแบบส่งก่อนได้ก่อน (FIFO)
6. เวลาที่ใช้ในการจัดส่งจากสถานีบริการหลักไปยังแต่ละสถานีบริการย่อย
7. ข้อกำหนดในการเปลี่ยนเทอเรลล์ที่สถานีบริการย่อย สถานีบริการย่อยจะทำการเปลี่ยนเทอเรลล์ก็ต่อเมื่อ
 - ความดันในเทอเรลล์อยู่ในช่วง 500-700 psi
 - เวลารอคอยในการเปลี่ยนเทอเรลล์เท่ากับ 1 ชั่วโมง
8. อัตราความต้องการ ในการศึกษานี้จะใช้อัตราการลดลงของก๊าซในแต่ละชั่วโมงของแต่ละวัน แทนอัตราความต้องการ
9. ระบบการสั่งซื้อ ทุกสถานีบริการย่อยจะทำการสั่งซื้อเมื่อความดันในเทอเรลล์มีค่าเท่ากับ 1000 psi

ในแบบจำลองจะใช้ ตัวแปร (Variable) และคุณลักษณะ (Attribute) ตามตารางที่ 4.8 ถึงตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.8 ตัวแปรที่ใช้ในการตรวจสอบแบบจำลอง

Variable	Definition
back to main	จำนวนของเทรเลอร์ที่กำลังกลับไปสถานีบริการหลัก
delivery to sub station	จำนวนของเทรเลอร์ที่กำลังไปสถานีบริการย่อย
inventory no	จำนวนเทรเลอร์หนักที่สามารถใช้งานได้
rate _i	อัตราการลดลงของสถานีบริการย่อยที่ i
reorder i	คำสั่งซื้อมาจากสถานีบริการย่อยที่ i
Tank level s _i	เทรเลอร์ไหนใช้งานได้ของสถานีบริการย่อยที่ i
total order	จำนวนคำสั่งซื้อที่ได้รับการจัดส่ง

ตารางที่ 4.9 ตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณดัชนีชี้วัดของแบบจำลอง

Variable	Definition
empty time _i	เวลาที่ก๊าซในเทรเลอร์น้อยกว่าเท่ากับ 500 psi ของสถานีบริการย่อยที่ i
full time _i	เวลาเปลี่ยนเทรเลอร์ของสถานีบริการย่อยที่ i
order time _i	เวลาการสั่ง order ของสถานีบริการย่อยที่ i
var_shortage time _i	เวลาที่ไม่สามารถให้บริการก๊าซได้ของสถานีบริการย่อยที่ i

ตารางที่ 4.10 ตัวแปรที่ใช้เพื่อปรับเปลี่ยนในแบบจำลอง

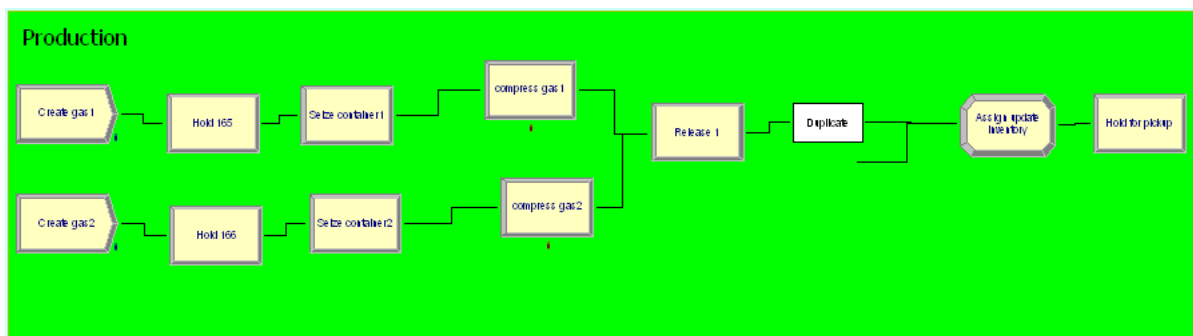
Variable	Definition
trailer cap	จำนวนของเทรเลอร์
vary	ใช้คุณความต้องการก๊าซเพื่อทำการปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซ
time	ใช้ในการปรับเปลี่ยนเวลาเพื่อระบุการล่าช้าของเทรเลอร์

ตารางที่ 4.11 คุณลักษณะที่ใช้ในแบบจำลอง

Attribute	Definition
Att_late _i	เพื่อระบุการส่งเทรเลอร์ที่ล่าช้าของสถานีบริการย่อยที่ i
for full _i	เพื่อบอกเวลามาถึงที่สถานีบริการย่อยที่ i ของเทรเลอร์
re	ระบุถึงสถานีบริการย่อยที่สั่งก๊าซ
Att_rei	เพื่อบอกว่าเทรเลอร์ไหนสั่งของสถานีบริการย่อยที่ i

รายละเอียดของแบบจำลองในแต่ละส่วนจะแสดงดังรูปที่ 4.8 ถึง รูปที่ 4.11

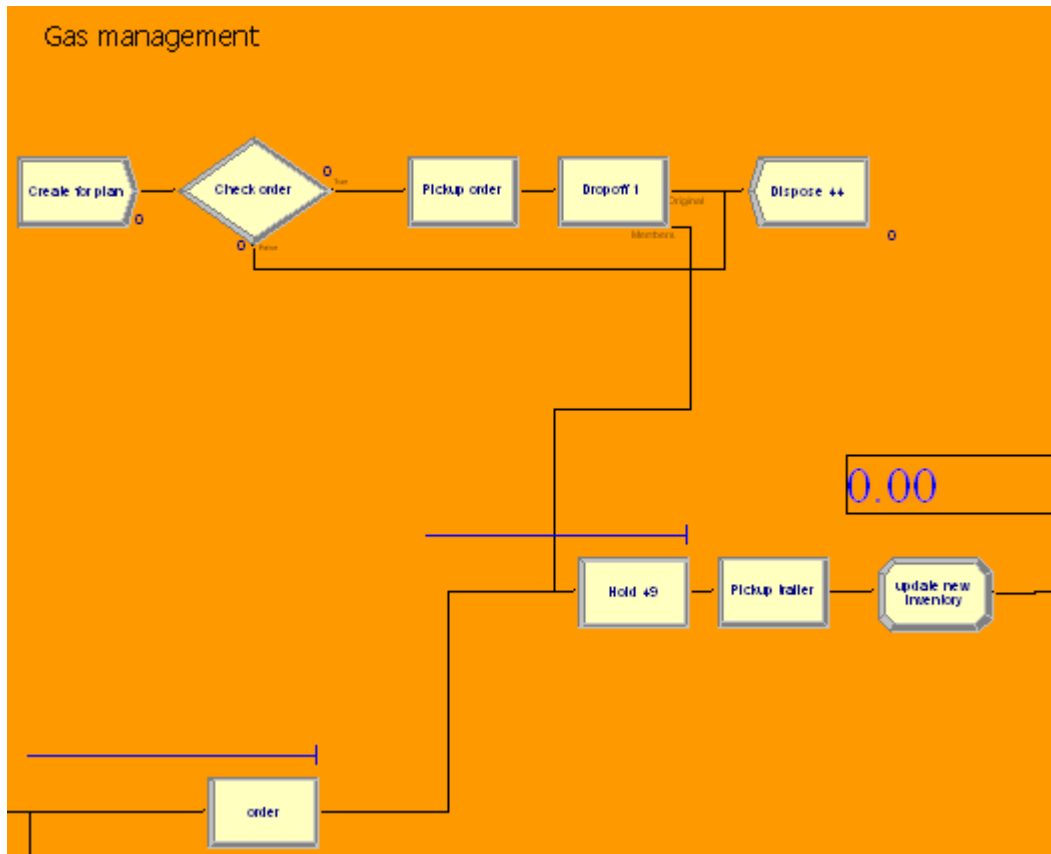
1. ส่วนของการบรรจุก๊าซ



รูปที่ 4.7 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของการบรรจุก๊าซ

โดยจะเริ่มจากการ create gas หลังจากนั้นทำการรอคอยจนกว่าจะมีเทรเลอร์เบาเพียงพอที่จะบรรจุและคอมเพรสเซอร์นั้นว่างอยู่แล้วใช้ resource ที่ชื่อว่า container1 หลังจากนั้นจะทำการอัดก๊าซซึ่งใช้เวลาคงที่โดยใช้ resource ที่ชื่อว่าคอมเพรสเซอร์ เมื่อบรรจุก๊าซลงในเทรเลอร์ เสร็จเรียบร้อยแล้วจะใช้ assign เพื่อบอกถึงจำนวนเทรเลอร์ที่บรรจุเสร็จ และจะรอเพื่อถูกเรียกจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อยตาม order ที่เข้ามา

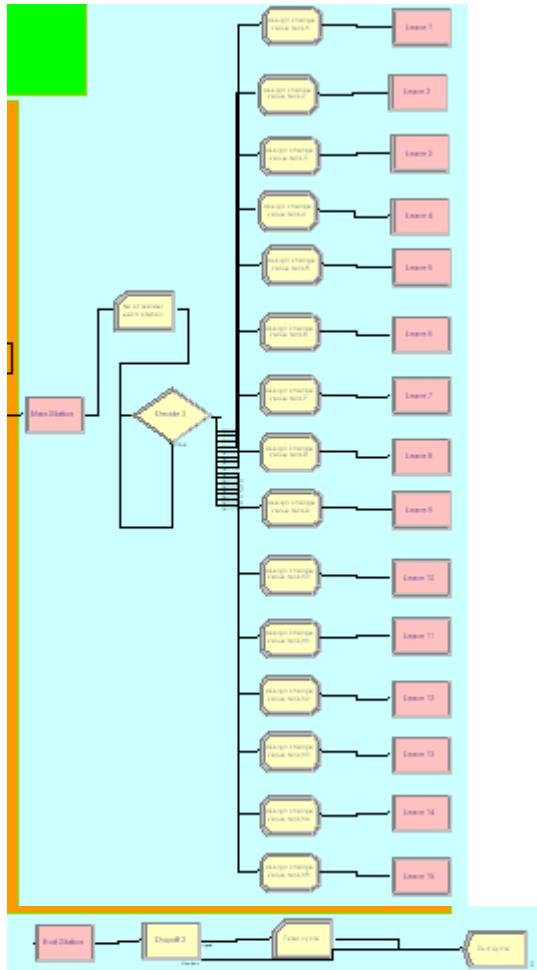
2. ส่วนของการจัดการก๊าซ



รูปที่ 4.8 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของการจัดการก๊าซ

โดยเริ่มทำการ create รอบการจัดลำดับการจัดส่ง โดยจะทำการตรวจสอบว่ามี order ที่รออยู่หรือไม่ ถ้ามี order รออยู่จะทำการหยิบ order แต่ถ้าไม่มี order รออยู่จะออกจาก ระบบ หลังจากนั้นจะพักไว้จนกว่ามีเทอร์เลอร์หนักเพื่อใช้ในการจัดส่ง แล้วทำการหยิบเทอร์เลอร์ หนักที่รอจัดส่ง และทำการเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์ที่บรรจุเสร็จโดยใช้ assign แล้วทำการจัดส่ง ต่อไป

3. ส่วนของการจัดส่ง

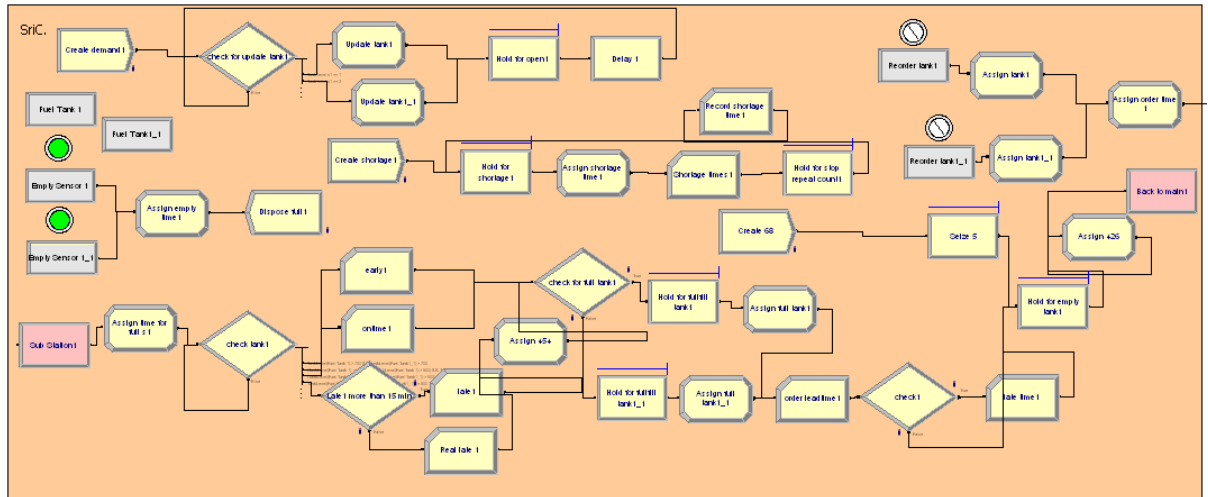


รูปที่ 4.9 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของการจัดส่ง

โดยเริ่มจากจัดส่งเทอร์เลอร์ไปยังสถานีบริการย่อยตามที่ส่วนการจัดก๊าซส่งมา และ จะทำการรับเทอร์เลอร์เบา (เทอร์เลอร์ที่มีความดันน้อยกว่า 700 psi ไปจนถึงน้อยกว่าเท่ากับ 500 psi) จากสถานีบริการย่อยกลับมาที่สถานีบริการหลัก

4. สถานีบริการย่อยแบ่งออกเป็น 2 แบบ

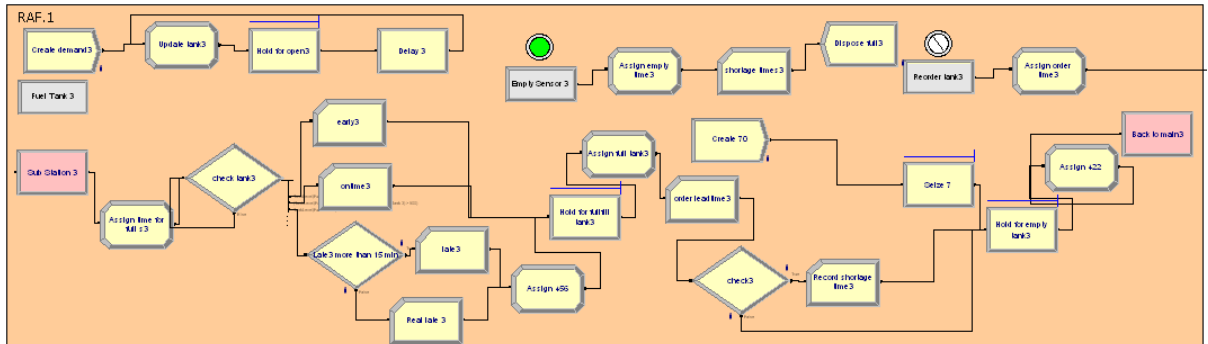
1) สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอเรลล์



รูปที่ 4.10 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของสถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอเรลล์

จะเริ่มจากความต้องการก๊าซที่เข้ามาเพียงครั้งเดียว แล้วทำการเลือกเทอร์เลอร์ที่จะทำการปรับลดความดัน หลังจากนั้นจะทำการปรับลดความดันในเทอร์เลอร์โดยใช้ assign แล้วทำการรอคอยว่าสถานีบริการย่อยสามารถให้บริการได้ จึงทำการหน่วงเวลา (1sec.) แล้วกลับไปทำการเลือกเทอร์เลอร์ อีกครั้ง เมื่อความดันใน เทอเรลล์ เท่ากับ 1000 psi จะทำการสั่ง order และระบุว่าสถานีบริการย่อยใด เวลาที่เริ่มทำการสั่งและเปลี่ยนกับเทอร์เลอร์ใดโดยใช้ assign และเมื่อเทอร์เลอร์ที่จัดส่งนั้นมาถึงสถานีบริการย่อยจะทำการตรวจสอบว่าเทอร์เลอร์นั้นมาส่งเร็วเกินไป ช้าเกินไปหรือทันเวลาที่จะทำการเปลี่ยน เทอเรลล์ เมื่อทำการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ จะสลับใช้เทอร์เลอร์ไปยังเทอร์เลอร์ที่ไม่ได้ถูกเปลี่ยนอยู่สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอเรลล์จะให้บริการลูกค้าและหยุดให้บริการเมื่อความดันทั้ง 2 เทอเรลล์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 psi

2) สถานีบริการย่อยที่มีเทอร์เลอร์เดียว

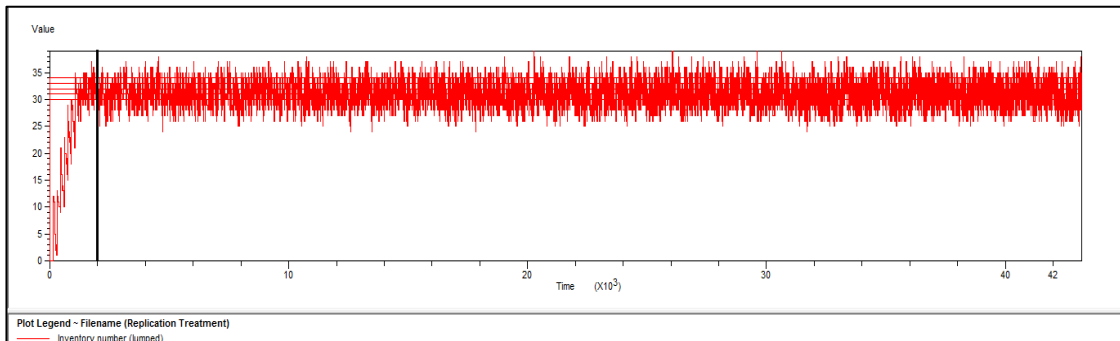


รูปที่ 4.11 ภาพตัดแบบจำลองส่วนของสถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์

จะเริ่มจากความต้องการก๊าซที่เข้ามาเพียงครั้งเดียว แล้วทำการปรับลดความดันในเทอร์เลอร์โดยใช้ assign แล้วทำการรอคอยว่าสถานีบริการย่อยสามารถให้บริการได้ จึงทำการหน่วงเวลา(1sec.) แล้วกลับไปทำการปรับลดความดันในเทอร์เลอร์อีกครั้ง เมื่อความดันในเทอร์เลอร์เท่ากับ 1000 psi จะทำการสั่ง order และระบุว่าสถานีบริการย่อยใด เวลาที่เริ่มทำการสั่งและเปลี่ยนกับเทอร์เลอร์ใดโดยใช้ assign และเมื่อเทอร์เลอร์ที่จัดส่งนั้นมาถึงสถานีบริการย่อยจะทำการตรวจสอบว่าเทอร์เลอร์นั้นมาส่งเร็วเกินไป ช้าเกินไปหรือทันเวลาที่จะทำการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ และหยุดให้บริการเมื่อความดันในเทอร์เลอร์น้อยกว่าหรือเท่ากับ 500 psi

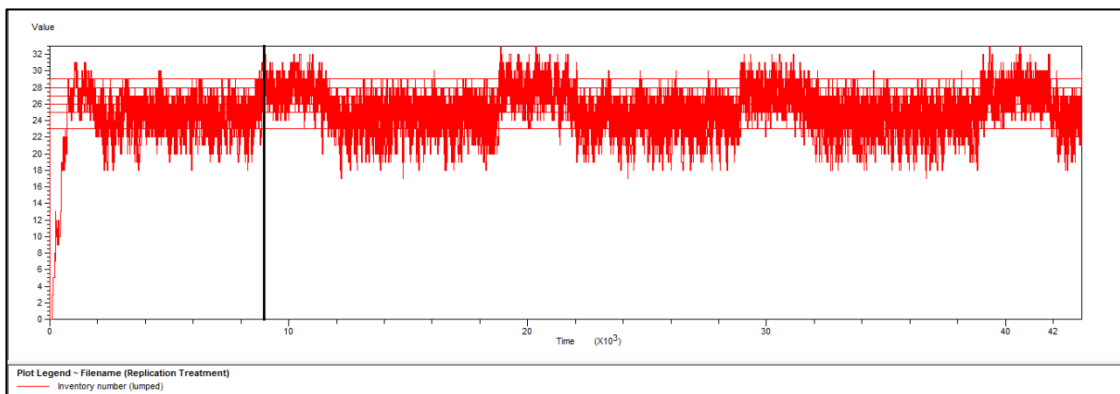
4.4 การวิเคราะห์ระยะเวลาที่ใช้ในการรัน และช่วงเวลา warm up ของแบบจำลอง

ระยะเวลาที่ใช้ในการรันแบบจำลองนั้นจะอ้างอิงจากข้อมูลที่นำมาใช้ในแบบจำลอง ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกิดขึ้นในระยะเวลา 1 เดือน และช่วงเวลา warm up จะคำนวณได้จากกราฟจำนวนเทอร์เลอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 1 ในช่วงเวลาต่างๆ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 กราฟจำนวนเทอร์เลอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 1

จากกราฟพบว่าช่วงเวลาที่จำนวนเทอร์เลอร์นั้นเริ่มจะคงที่อยู่ที่เวลา 2,000 นาที่ ซึ่งคิดเป็น 33.33 ชั่วโมง หรือประมาณ 2 วัน และรูปที่ 4.13 จะแสดงจำนวนเทอร์เลอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 2 ในช่วงเวลาต่างๆ



รูปที่ 4.13 กราฟจำนวนเทอร์เลอร์ที่บรรจุเสร็จแล้วรอจัดส่งของสถานีบริการหลัก 2

จากกราฟพบว่าช่วงเวลาที่จำนวนเทอร์เลอร์นั้นเริ่มเป็นรูปแบบเดียวกันนั้นอยู่ที่เวลา 9,000นาที่ ซึ่งคิดเป็น 150 ชั่วโมง หรือประมาณ 7 วัน

4.5 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลอง

ในการตรวจสอบความถูกต้องนั้นจะตรวจสอบจากลักษณะของการทำงานว่ามีความเหมือนกับระบบงานจริง และการตรวจสอบค่าที่ได้จากแบบจำลองจากตรรกะตามตารางที่ 4.12

ตารางที่ 4.12 เงื่อนไขในการตรวจสอบ

เงื่อนไข	expression	เหตุผล
ระยะเวลาการขาดแคลนเท่ากับ ระยะเวลารอคอยของแถวคอยในการ รอเพื่อเปิด	Record shortage time == Hold for open.Queue.WaitingTime	เนื่องจากการรอเพื่อเปิดนั้นจะทำหน้าที่ เช่นเดียวกับตัวเก็บข้อมูลระยะเวลาการขาด แคลนก๊าซ
จำนวนที่ออกจากการรอเพื่อเปิด เท่ากับจำนวนที่ออกจากตัวเก็บข้อมูล ระยะเวลาการขาดแคลนก๊าซเท่ากับ จำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซ	NumberOut.Hold for open == NumberOut.Record shortage time == Shortage times	เนื่องจากจำนวนที่ออกจากการรอเปิดและ จำนวนที่ออกจากตัวเก็บข้อมูลระยะเวลาการ ขาดแคลนก๊าซจะแสดงถึงจำนวนครั้งของ การขาดแคลนก๊าซที่เกิดขึ้น
จำนวนในการจัดส่งทั้งหมดจะ มากกว่าหรือเท่ากับผลรวมของ จำนวนการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลา การจำนวนการจัดส่งล่าช้า และการ จัดส่งตรงเวลา	Counter $\geq$ Early + Real late + Ontime	เนื่องจากจำนวนการจัดส่งที่เกิดขึ้นในระบบ อาจจะอยู่ในช่วงระหว่างการจัดส่งซึ่งยังไม่ ถึงสถานีบริการย่อย จึงไม่สามารถระบุว่า เป็นการจัดส่งแบบใด
จำนวนแถวคอยในการใช้เทรเลอร์ เพื่อบรรจุเท่ากับศูนย์	NQ(Seize container.Queue) == 0	เนื่องจากได้มีการกำหนดให้เทรเลอร์จะถูก ใช้เพื่อบรรจุเมื่อเทรเลอร์มีเพียงพอในช่อง การบรรจุและคอมเพรสเซอร์ว่างอยู่แล้ว เท่านั้น
จำนวนแถวคอยในการใช้ คอมเพรสเซอร์เท่ากับศูนย์	NQ(compress.Queue) == 0	เนื่องจากได้มีการกำหนดให้คอมเพรสเซอร์ จะถูกใช้เมื่อคอมเพรสเซอร์บรรจุก๊าซในรอบ นั้นๆเสร็จเรียบร้อยแล้ว

4.6 การคำนวณหาจำนวนรอบที่ใช้ในการรันแบบจำลอง

ในการวิเคราะห์หาจำนวนรอบที่ใช้ในการรันแบบจำลองนั้นจะมีสูตรในการคำนวณ
ดังนี้

$$n = n_o \frac{h_o^2}{h^2}$$

โดยที่

n คือจำนวนรอบที่ได้ต้องการในการรันแบบจำลอง

n_o คือ จำนวนรอบที่ทดสอบในการรันแบบจำลอง

h_o คือ Half Widthที่ได้จากการรันแบบจำลอง

h คือ Half Widthที่ต้องการ

ผลในการรันแบบจำลองจำนวน 185 รอบ ค่าHalf Width และค่าHalf Widthที่ต้องการอยู่ในภาคผนวก ข

4.7 การตรวจสอบความเหมือนของแบบจำลอง

โดยจากข้อมูลดัชนีชี้วัดที่บริษัทได้ทำการเก็บไว้มีเพียงแค่ 1 สถานีบริการย่อย ซึ่งจากการรันแบบจำลองได้ค่าเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 เปรียบค่าที่ได้จากแบบจำลองและค่าจริง

สถานีบริการย่อย	ค่าจริง (ครั้ง)	ค่าจากการรันแบบจำลอง(ครั้ง)	ผลของทดสอบแบบPaired T-test
B1	104	103.87	ข้อมูลมีความเหมือนกัน เนื่องจากได้ค่า α ต่ำกว่า 0.05

บทที่ 5

ผลการจำลองสถานการณ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลของการปรับเปลี่ยนแบบจำลอง ซึ่งจะมีทั้งหมด 3 สถานการณ์ โดยสามารถแบ่งกลุ่มของสถานการณ์ที่ปรับเปลี่ยนเป็น 3 เรื่องคือ การปรับเปลี่ยนนโยบายการสั่งซื้อเพื่อให้เกิดจำนวนครั้งการขนส่งที่ไปถึงตรงเวลามากที่สุดและไม่เกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อย การปรับเปลี่ยนจำนวนเทรเลอร์เพื่อหาจำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสมสำหรับสถานีบริการหลัก และการปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซเพื่อทดสอบการรองรับของนโยบายการสั่งซื้อและจำนวนเทรเลอร์

5.1 สถานการณ์ของสถานีบริการหลัก 1

5.1.1 สถานการณ์ปัจจุบัน (AS-IS)

ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีผลของการจำลองสถานการณ์ที่สถานีบริการหลัก 1 แสดงดังตารางที่ 5.1

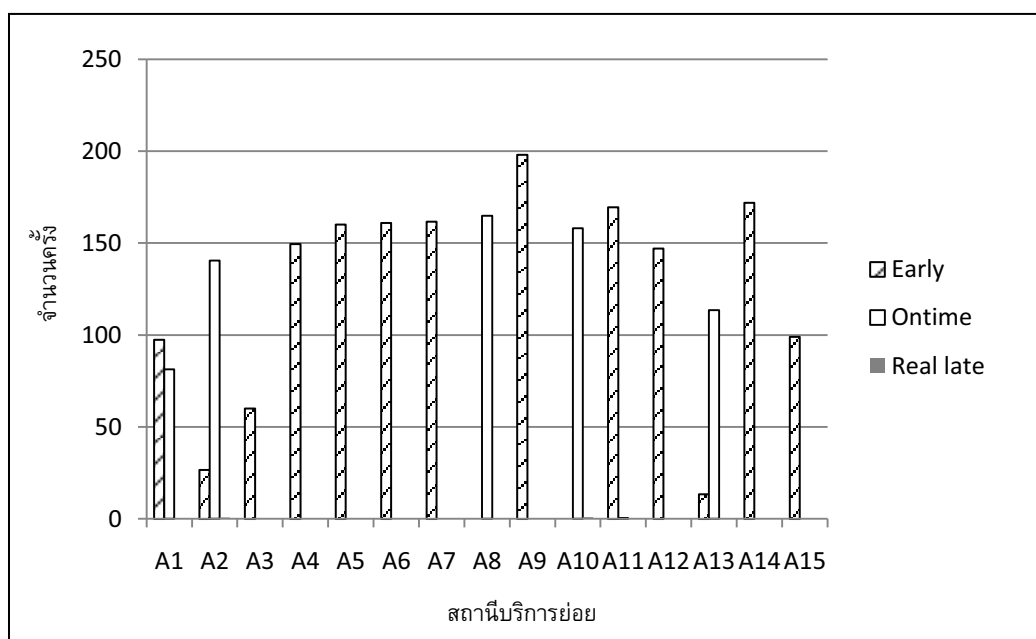
ตารางที่ 5.1 ผลของการจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 1

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	ค่าที่ได้	Half Width
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main1	0.5208	0
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์จัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย(นาทิต/เดือน)	Wait time for transport trailer at main1	588.64	0.1
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main1	0	0
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทิต/เดือน)	Shortage time all sub at main1	0	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Number of early all sub at main1	1615.70	2.54
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทิต/เดือน)	Wait time for change trailer all sub at main1	273.96	2.12
7.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	On time all sub at main1	658.73	2.5
8.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Real Late all sub at main1	1.8	0.43

ตารางที่ 5.1 ผลของการจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 1 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	ค่าที่ได้	Half Width
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทอเรอร์ จนเต็มเต็ม ก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order lead time all sub at main1	750.52	1.46
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอเรอร์มาส่งลำช้าของทุก สถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main1	20.4076	4.51

จากตารางที่ 5.1 พบว่า อรรถประโยชน์ของเทอเรอร์เท่ากับ 52.08% ระยะเวลารอคอยของเทอเรอร์โดยเฉลี่ยเพื่อไปจัดส่งที่สถานีบริการย่อย 589 นาทีก/เดือน หรือ 19 นาทีก/วัน ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่งเทอเรอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทอเรอร์ของทุกสถานีบริการนั้นคือ 750.52 นาทีก/15สถานี หรือ 50นาทีก/สถานี โดยผลการจัดส่งในเดือนเท่ากับ 2,277ครั้ง ซึ่งมีจำนวนการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลาจำนวน 1616 ครั้งโดยเป็นระยะเวลาเฉลี่ยของการจัดส่งก่อนเท่ากับ 274 นาทีก/15สถานี หรือ 18.27 นาทีก/สถานี การจัดส่งตรงเวลาจำนวน 659 ครั้ง และการจัดส่งล่าช้าจำนวน 2 ครั้งซึ่งมีระยะเวลาเฉลี่ย 20.4 นาทีก/15สถานี หรือ 1.36 นาทีก/สถานี โดยจากผลที่ได้พบว่ามีจำนวนการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลาคิดเป็น 70% ของการจัดส่งทั้งหมด ผลการจำลองสถานการณ์ที่ได้ของสถานีบริการย่อยต่างๆดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ผลของการจัดส่งในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1

จากรูปที่ 5.1 พบว่าสถานีบริการย่อย A2 A8 A10 และ A13 มีจำนวนครั้งของการที่ตรงเวลามากกว่าจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลา และในสถานีบริการย่อยอื่นๆเกิดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา โดยเฉพาะสถานีบริการย่อย A3 A4 A5 A6 A7 A11 A12 A14 และ A15 ซึ่งในสถานการณ์ต่อไปนั้นจะทำการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อย โดยการปรับเปลี่ยนนี้จะทำให้เกิดการจัดส่งที่ตรงเวลามากขึ้น

5.1.2 การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ

จากสถานการณ์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้น เพื่อให้เกิดจำนวนครั้งของการที่ตรงเวลามากขึ้นโดยไม่ทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซ ในสถานการณ์นี้จึงได้ปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการใหม่ดังตารางที่ 5.2

ตารางที่ 5.2 จุดส่งก๊าซที่ทำการปรับเปลี่ยนในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1

Sub-station	New reorder point (psi)		
	Min (TO-BE1)	Average (TO-BE2)	Max (TO-BE3)
1	901	1,089	1,372
2	871	1,195	1,536
3	553	578	612
4	590	628	709
5	897	1,123	1,471
6	909	1,773	2,615
7	595	655	759
8	1,068	1,068	1,068
9	890	1,677	3,000
10	1,161	1,161	1,161
11	616	701	853
12	1,124	1,447	1,761
13	983	983	983
14	783	783	783
15	583	639	715

ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซในแต่ละสถานการณ์โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน แสดงดังตารางที่ 5.3

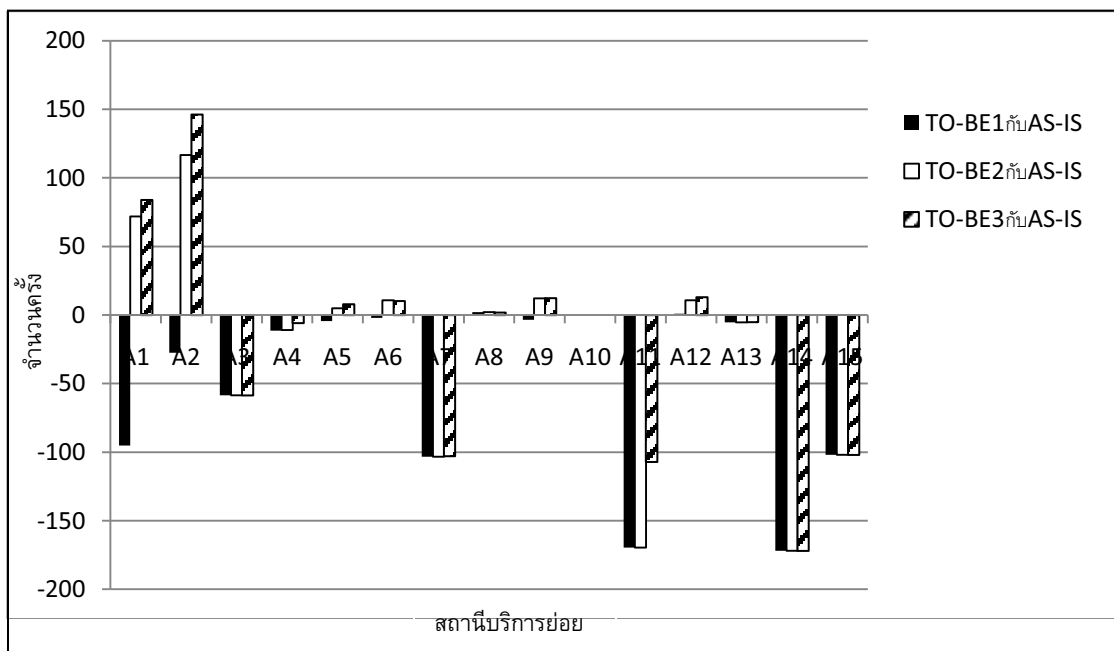
ตารางที่ 5.3 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของสถานีบริการหลัก 1

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO- BE1	TO- BE2	TO- BE3
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้	ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main1	0.5208	0.5096	0.5220	0.5433
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for transport trailer at main1	588.64	626.84	591.95	555.17
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main1	0	413.27	223.2	54.5333
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก/เดือน)	Shortage time all sub at main1	0	58.4738	19.1805	17.0420
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Number of early all sub at main1	1615.70	834.07	1222.17	1296.10
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for change trailer all sub at main1	273.96	273.96	310.73	915.50
7.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	On time all sub at main1	658.73	1297.90	852.93	829.33
8.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Real Late all sub at main1	1.8	58.933	32.301	11.101
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่งเทรเลอร์ จนเต็มเติมก๊าซNGV ของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order lead time all sub at main1	750.52	584.31	698.76	698.76
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main1	20.4076	69.9387	34.0055	30.9168

จากผลของการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซพบว่า การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซส่งผลให้จำนวนครั้งที่ขนส่งตรงเวลาเพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้เกิดจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซเพิ่มขึ้นเช่นกัน เนื่องจากการคำนวณจุดส่งก๊าซจะใช้ระยะเวลาเดินทางที่เป็นค่าคงที่หรือมีการกระจายแบบปกติ แต่ในแบบจำลองจะใช้ระยะเวลาเดินทางที่มีการกระจายตัวแบบสามเหลี่ยม (Triangular distribution) จึงทำให้การแกว่งของเวลาเดินทางนั้นแตกต่างกัน ส่งผลให้การจัดส่งนั้นเกิดการขาดแคลนก๊าซขึ้น

สำหรับระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่ส่งเทอเรอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทอเรอร์ของทุกสถานีบริการนั้นจะมีค่าลดลงจากเดิมเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซนั้นทำให้จำนวนครั้งที่มาส่งก่อนเวลาลดลง

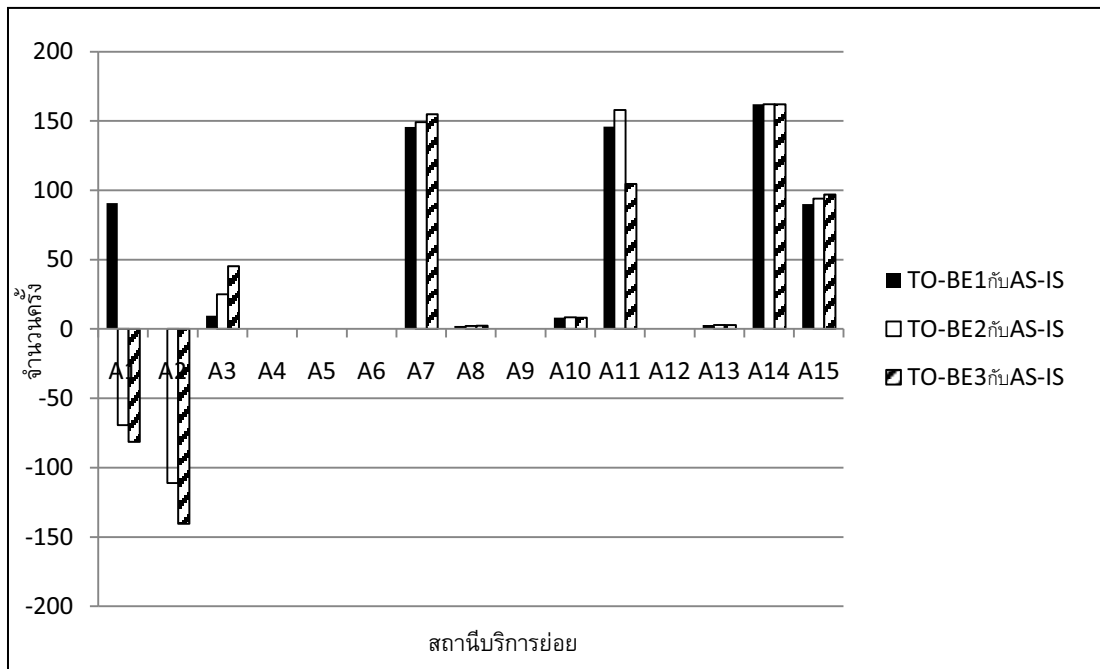
ผลที่ได้จากสถานีบริการย่อยแต่ละสถานีแสดงดังรูปที่ 5.2 5.3 5.4 และ 5.5



รูปที่ 5.2 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงก่อนเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1

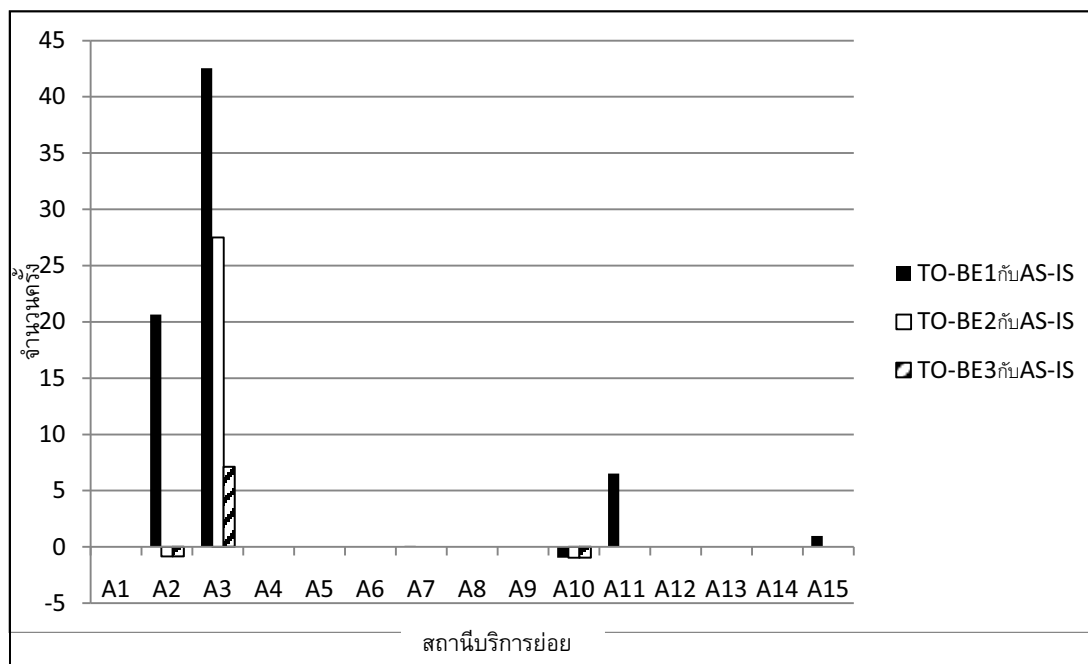
จากรูปที่ 5.2 พบว่า TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย A1 A2 A5 A6 และ A9 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ขณะที่ TO-BE2 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบในสถานการณ์ปัจจุบัน TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A3 A4 A6 A7 A11 A13 A14 และ A15 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาลดลง TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานี

บริการย่อย A8 และ A12 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้น และ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A10 พบว่าไม่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน



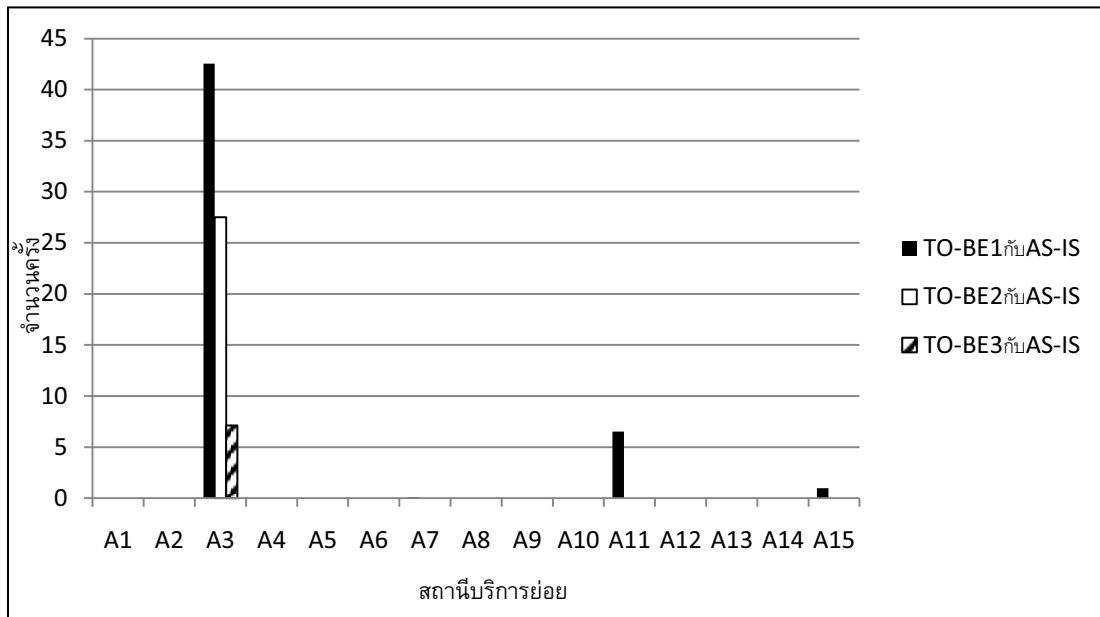
รูปที่ 5.3 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงตรงเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของ สถานีบริการหลัก 1

จากรูปที่ 5.3 พบว่า TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย A1 และ A2 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน ขณะที่ TO-BE2 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A3 A7 A8 A10 A11 A13 A14 และ A15 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้น และ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A4 A5 A6 A9 และ A12 พบว่าส่งผลต่อจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน



รูปที่ 5.4 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงลำช้าระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1

จากรูปที่ 5.4 TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย A7 A11 และ A15 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าเพิ่มขึ้น TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าเพิ่มขึ้น TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย A2 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าเพิ่มขึ้นแต่ TO-BE2 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าลดลง TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A10 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าลดลง และ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อยอื่นๆนั้น พบว่าไม่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้า



รูปที่ 5.5 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการหลัก 1

จากรูปที่ 5.5 TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย A11 และ A15 มีจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซเพิ่มขึ้น TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย A3 มีจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซเพิ่มขึ้น และ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อยอื่นๆ นั้น พบว่าไม่ส่งผลต่อจำนวนการขาดแคลนก๊าซ

จากผลการจำลองสถานการณ์ทั้งหมดพบว่าการเปลี่ยนจุดส่งก๊าซนั้นช่วยให้เกิดจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาได้เพิ่มขึ้น แต่ก็เกิดจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซที่เพิ่มขึ้นเช่นเดียวกัน โดยเฉพาะในสถานีบริการย่อย A3 A11 และ A15 ซึ่งโดยธรรมชาติของธุรกิจการขนส่งก๊าซนั้นประเด็นที่สำคัญที่สุดคือ การไม่เกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อย ดังนั้นการจำลองสถานการณ์ต่อไปจะพิจารณาจุดส่งก๊าซจากจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซควรมีค่าเท่ากับศูนย์ จำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้น จำนวนครั้งของการไปถึงล่าช้าลดลง จำนวนครั้งของการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาที่ลดลง ตามลำดับ จุดส่งก๊าซที่ได้ในแต่ละสถานีบริการย่อยดังตารางที่ 5.4

ตารางที่ 5.4 จุดสั่งซื้อก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อยที่ได้จากการเลือกของสถานีบริการหลัก 1

สถานีบริการย่อย	New reorder point (TO – BE4)
A1	Min reorder point
A2	Current reorder point
A3	Current reorder point
A4	Min reorder point
A5	Min reorder point
A6	Min reorder point
A7	Max reorder point
A8	Average reorder point
A9	Min reorder point
A10	Average reorder point
A11	Average reorder point
A12	Current reorder point
A13	Current reorder point
A14	Average reorder point
A15	Max reorder point

ผลของจุดสั่งซื้อก๊าซที่ได้จากการเลือกเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน แสดงดัง
ตารางที่ 5.5

ตารางที่ 5.5 ผลที่ได้จากการเลือกจุดสั่งซื้อก๊าซใหม่ของสถานีบริการหลัก 1

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO-BE4
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
1.อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 1	0.5208	0.5127
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทิต/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 1	588.64	614.05
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 1	0	0
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทิต/เดือน)	Shortage time all sub at main 1	0	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Number of early all sub at main 1	1615.70	942.60

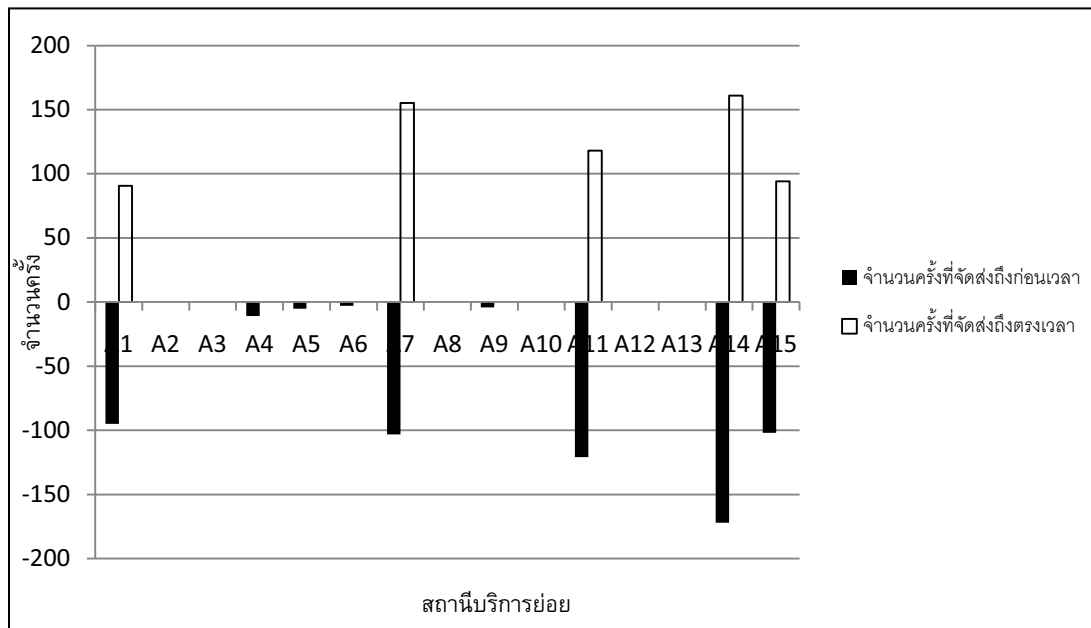
ตารางที่ 5.5 ผลที่ได้จากการเลือกจุดส่งก๊าซใหม่ของสถานีบริการหลัก 1 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO-BE4
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
6.ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Wait time for change trailer all sub at main 1	273.96	138.83
7.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	On time all sub at main1	658.73	1276.93
8.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 1	1.8	1.8
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซ NGV ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Order lead time all sub at main 1	750.52	649.77
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Total late time all sub at main 1	20.4076	19.2282

จากตารางที่ 5.5 พบว่า TO-BE4 มีจำนวนครั้งของการจัดส่งไปถึงตรงเวลามากกว่าสถานการณ์เดิมคิดเป็น 93.84% จำนวนครั้งของการจัดส่งไปถึงก่อนเวลาลดลงคิดเป็นร้อยละ 41.66 ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาลดลงคิดเป็นร้อยละ 49.32 ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่งเทรเลอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทรเลอร์ลดลงคิดเป็นร้อยละ 13.42

ผลของ TO-BE4 จะให้ผลกระทบต่อประโยชน์ของเทรเลอร์ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน เนื่องจากระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อยเพิ่มขึ้น ซึ่งเป็นผลมาจากจุดส่งก๊าซที่เปลี่ยนไป เพราะจุดส่งก๊าซนั้นเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการจัดส่ง โดยจุดส่งก๊าซที่ต่ำลง ก็จะทำให้ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งเพิ่มขึ้น

ผลของ TO-BE4 ในแต่ละสถานีบริการย่อยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบันแสดงดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 เปรียบเทียบผลของ TO-BE4 กับสถานการณ์ปัจจุบันในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 1

จากรูปที่ 5.6 พบว่า TO-BE4 ของแต่ละสถานีบริการย่อยดีขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน ในสถานการณ์ต่อไปจะทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์ เนื่องจากอัตราประโยชน์ของเทอร์เลอร์ที่ได้ต่ำซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทอร์เลอร์ที่มีในปัจจุบันมีจำนวนมากกว่าความจำเป็นที่ต้องใช้จริง

5.1.3 การปรับเปลี่ยนจำนวนเทอร์เลอร์

ในการปรับเปลี่ยนเทอร์เลอร์นี้ จะคำนวณจากโปรแกรม OptQuest ซึ่งจะตั้งเป้าหมายคือ อัตราประโยชน์ของเทอร์เลอร์ที่มากที่สุด โดยจะควบคุมจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซ จำนวนครั้งการจัดส่งไปถึงก่อนเวลา และจำนวนครั้งการจัดส่งไปถึงตรงเวลาจะต้องมีค่าเท่าเดิม ผลของจำนวนเทอร์เลอร์ที่ได้ของ AS-IS แสดงดังตารางที่ 5.6 และผลของจำนวนเทอร์เลอร์ที่ได้ของ TO-BE4 แสดงดังตารางที่ 5.7

ตารางที่ 5.6 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทรเลอร์ใน AS-IS ของสถานีบริการหลัก1 ในกรณีปัจจุบัน

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS		AS-IS	
		จำนวนเทรเลอร์ (70)		จำนวนเทรเลอร์ (48)	
		ค่าที่ได้	Half-Width	ค่าที่ได้	Half-Width
1.อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 1	0.5127	0	0.7597	0
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 1	614.05	0.20	5.725	0.09
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 1	0	0	0	0
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก/เดือน)	Shortage time all sub at main 1	0	0	0	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 1	1.8	0.40	2	0.42
6. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order lead time all sub at main 1	649.77	2.65	743.64	3.38
7. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main 1	19.2282	3.92	24.0632	3.47

จากตารางที่ 5.6 ผลที่ได้จากการปรับลดเทรเลอร์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก1 ทำให้อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์เพิ่มขึ้นเป็น 75.97% ซึ่งส่งผลให้เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งลดลง 72.06% แต่จำนวนเทรเลอร์ที่ได้นี้เป็นจำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันเท่านั้น

ตารางที่ 5.7 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทรเลอร์ใน TO-BE4 ของสถานีบริการหลัก1 ในกรณีปัจจุบัน

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE4		TO-BE4	
		จำนวนเทรเลอร์ (70)		จำนวนเทรเลอร์ (44)	
		ค่าที่ได้	Half-Width	ค่าที่ได้	Half-Width
1.อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 1	0.5127	0	0.8156	0
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 1	614.05	0.20	109.04	0.23

ตารางที่ 5.7 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทรเลอร์ใน TO-BE4 ของสถานีบริการหลัก1 ในกรณีปัจจุบัน (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE4		TO-BE4	
		จำนวนเทรเลอร์ (70)		จำนวนเทรเลอร์ (44)	
		ค่าที่ได้	Half-Width	ค่าที่ได้	Half-Width
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 1	0	0	0	0
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก/เดือน)	Shortage time all sub at main 1	0	0	0	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 1	1.8	0.40	1.8	0.43
6. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเติมก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order leadtime all sub at main 1	649.77	2.65	649.77	2.65
7. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main 1	19.2282	3.92	25.19	3.74

จากตารางที่ 5.7 จะเห็นว่าอรรถประโยชน์ของเทรเลอร์จะเพิ่มจากเดิมเป็น 81.56% เมื่อเปลี่ยนจำนวนเทรเลอร์ใน TO-BE4 ซึ่งส่งผลให้ระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งลดลง 82.24% แต่จำนวนเทรเลอร์ที่ได้นี้เป็นจำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันเท่านั้น

5.1.4 การปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซและระยะเวลาการจัดส่ง

ในการปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซจะทำการปรับเปลี่ยนในช่วง 10-30% เนื่องจากข้อมูลของปริมาณการจัดจำหน่ายก๊าซ NGV จะมีการขยับขึ้นอยู่ในช่วงไม่เกิน 30% ต่อเดือน และปรับเปลี่ยนระยะเวลาการจัดส่งในช่วง 10-50% ซึ่งการเปรียบเทียบผลของ AS-IS ในช่วงความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปแสดงดังตารางที่ 5.8 และการเปรียบเทียบผลของ TO-BE4 ในช่วงความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปแสดงดังตารางที่ 5.9

ตารางที่ 5.8 ผลของ AS-IS เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 1

ดัชนีวัด	ชื่อโมเดลจำลอง	AS-IS (48)										AS-IS (48)										AS-IS (48)									
		ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น10%										ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น20%										ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น30%									
		ระยะเวลาการจัดส่ง										ระยะเวลาการจัดส่ง										ระยะเวลาการจัดส่ง									
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
1.อัตราประสิทธิภาพของ แพลตฟอร์ม	Utilization of trailer at main1	0.759	0.766	0.772	0.779	0.786	0.792	0.78	0.789	0.796	0.804	0.811	0.819	0.804	0.812	0.82	0.828	0.836	0.844	0.822	0.831	0.84	0.849	0.858	0.867						
2.จำนวนครั้งที่เกิด การขาดแคลนรวมทุก สถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main1	0	0	0	0	14.03	105.87	0	0	0	15.37	95.83	107.8	0	0.23	5.43	108.67	115.43	114.93	0.27	0.93	92.53	132.97	123.03	126.13						
3.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA1	Number of shortage at A1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
4.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA2	Number of shortage at A2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
5.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA3	Number of shortage at A3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
6.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA4	Number of shortage at A4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
7.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA5	Number of shortage at A5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						

ตารางที่ 5.8 ผลของ AS-IS เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 1 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	AS-IS (48)								AS-IS (48)								AS-IS (48)							
	ความต้องการการกักตุน NGV เพิ่มขึ้น 0%								ความต้องการการกักตุน NGV เพิ่มขึ้น 10%								ความต้องการการกักตุน NGV เพิ่มขึ้น 20%							
	ระยะเวลาการจัดส่ง								ระยะเวลาการจัดส่ง								ระยะเวลาการจัดส่ง							
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
8. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A6	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A7	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A8	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A9	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A10	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13. จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อย A11	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

จากตารางที่ 5.8 จะเห็นว่าจุดส่งก๊าซในปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 1 สามารถรองรับความต้องการที่เพิ่มขึ้น 30% และระยะเวลาการจัดส่งที่เพิ่มขึ้น 50% ได้ โดยพิจารณาจากระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีบริการย่อยต้องไม่เกิน 225 นาที หรือ 15 นาที/สถานี ซึ่งการขาดแคลนก๊าซจะเกิดในสถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์ โดยเฉพาะสถานีบริการย่อย A13

ตารางที่ 5.9 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 1

ดัชนีชี้วัด	TO-BE4 (44)						TO-BE4 (44)						TO-BE4 (44)						TO-BE4 (44)					
	ความต้องการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น0%						ความต้องการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น10%						ความต้องการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น20%						ความต้องการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น30%					
	ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
1.อัตราประโยชน์ของ เทรลเลอร์	0.816	0.823	0.83	0.837	0.845	0.853	0.84	0.848	0.856	0.864	0.873	0.882	0.883	0.871	0.88	0.889	0.897	0.907	0.883	0.892	0.901	0.91	0.917	0.925
2.จำนวนครั้งที่เกิด การขาดแคลนรวมทุก สถานีบริการย่อย (ครั้ง) at main1	0.167	0.333	1.067	7.8	29.1	132.4	0.9	2.533	12	46.433	148.23	182.9	10.13	28.5	58.833	180.03	232.93	290.8	50.03	101.57	219.7	297	368.933	463.6
3.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	3	6	0	1	3	4	6	13
6.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ตารางที่ 5.9 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 1 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	TO-BE4 (44)						TO-BE4 (44)						TO-BE4 (44)					
	ความต้องการการกักขังNGV เพิ่มขึ้น0%						ความต้องการการกักขังNGV เพิ่มขึ้น10%						ความต้องการการกักขังNGV เพิ่มขึ้น20%					
	ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง					
	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
8.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA7	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	5	9	1	4	7	12	20	31
10.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยA11	0	0	1	6	12	23	0	1	5	15	27	42	3	7	18	33	52	71

ตารางที่ 5.9 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 1 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด ตัวชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE4 (44)								TO-BE4 (44)								TO-BE4 (44)															
		ความต้องการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น0%								ความต้องการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น10%								ความต้องการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น20%								ความต้องการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น30%							
		ระยะเวลาการจัดส่ง								ระยะเวลาการจัดส่ง								ระยะเวลาการจัดส่ง								ระยะเวลาการจัดส่ง							
		0%	10%	20%	30%	40%	50%		0%	10%	20%	30%	40%	50%		0%	10%	20%	30%	40%	50%		0%	10%	20%	30%	40%	50%					
14.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA12	Number of shortage at A12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
15.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA13	Number of shortage at A13	0	0	0	1	16	105	0	0	3	23	102	107	3	12	20	108	114	113	19	36	102	119	117	118								
16.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA14	Number of shortage at A14	0	0	0	1	1	2	0	1	2	4	10	16	3	4	10	18	31	45	9	20	33	50	68	103								
17.จำนวนครั้งที่ขาด แคลนของสถานี บริการย่อยA15	Number of shortage at A15	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2	4	8	1	2	4	8	13	24	5	9	16	27	42	56								
18.ระยะเวลาเฉลี่ยที่ เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาที/เดือน)	Shortage time all sub at main1	3.055	6.742	14.053	63.1	71.116	99.773	19.6	43.19	100.65	117.55	136.06	157.28	95.61	125.72	142.74	159.03	185.77	214.91	139.3	162.63	178.463	211.241	247.25	287.809								

จากตารางที่ 5.9 พบว่าจำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนก๊าซของ TO-BE4 จะแย่งเมื่อระยะเวลาในการจัดส่งเพิ่มขึ้น 40% และความต้องการก๊าซเพิ่มขึ้น 30% โดยพิจารณาจากระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีบริการย่อยต้องไม่เกิน 225 นาที หรือ 15 นาที/สถานี ซึ่งมีการขาดแคลนก๊าซเกิดสถานีบริการย่อย A7 A11 A13 A14 และ A15 ซึ่งเป็นสถานีบริการที่มีเทอร์เลอร์เดียว โดยแนวทางการแก้ไขในเบื้องต้นทำได้โดยเปลี่ยนรูปแบบของจุดส่งก๊าซให้เป็นจุดส่งก๊าซที่ใช้ในปัจจุบันหรือทำการคำนวณหาจุดส่งก๊าซก๊าซใหม่เพื่อให้รองรับความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งที่เพิ่ม

5.2 สถานการณ์ของสถานีบริการหลัก 2

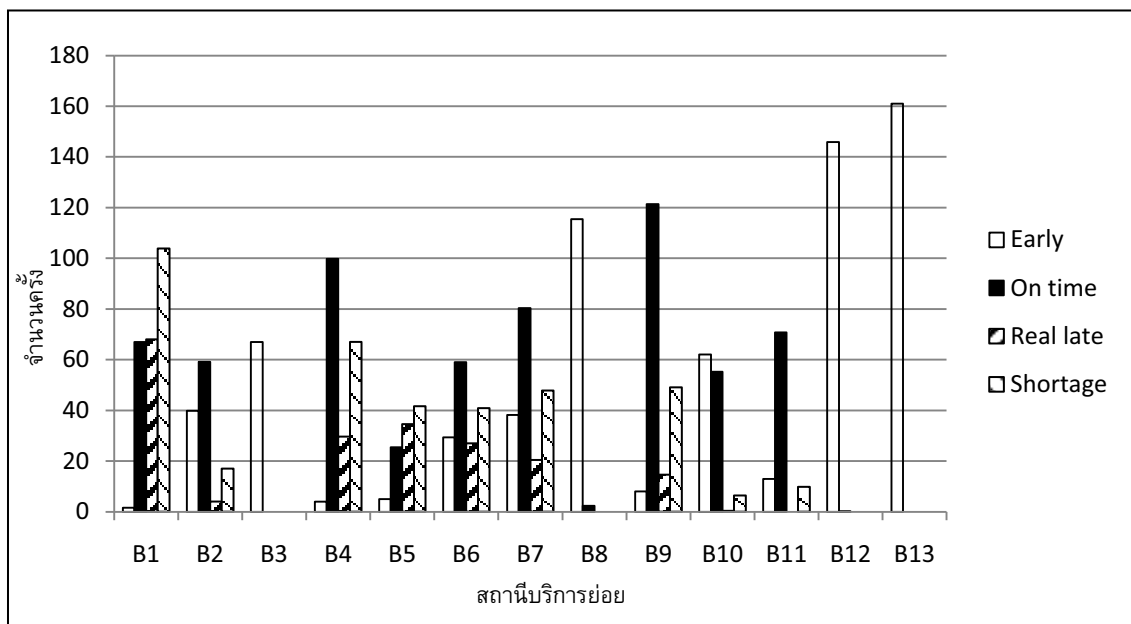
5.2.1 สถานการณ์ปัจจุบัน (AS-IS)

ในสถานการณ์ปัจจุบัน มีผลของการจำลองสถานการณ์ที่สถานีบริการหลัก 2 เป็นดังตารางที่ 5.10

ตารางที่ 5.10 ผลของการจำลองสถานการณ์ในสถานการณ์ปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 2

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	ค่าที่ได้	Half Width
1.อัตราประโยชน์ของเทอร์เลอร์	Utilization of trailer at main 2	0.4933	0
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์จัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 2	677.23	4.19
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 2	382.20	18.06
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาที/เดือน)	Shortage time all sub at main 2	245.89	17.58
5.จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of early all sub at main 2	690.20	3.77
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Wait time for change trailer all sub at main 2	781.19	93.39
7.จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Ontime all sub at main 2	640.80	17.23
8.จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 2	198.60	14.96
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทอร์เลอร์ จนเติมเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Order leadtime all sub at main 2	941.81	51.65
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Total late time all sub at main 2	209.07	14.93

จากตารางที่ 5.10 พบว่า อรรถประโยชน์ของเทอร์เลอร์เท่ากับ 49.33% โดยเป็นระยะเวลารอคอยของเทอร์เลอร์โดยเฉลี่ยเพื่อไปจัดส่งที่สถานีบริการย่อย 677 นาที/เดือน หรือ 23 นาที/วัน ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่งเทอร์เลอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทอร์เลอร์ของทุกสถานีบริการนั้นคือ 941.81 นาที/13สถานี หรือ 72.45 นาที/สถานี ซึ่งผลของการจัดส่งจำนวน 1531 ครั้งใน 1 เดือนนั้นเกิดการขาดแคลนก๊าซจำนวน 383 ครั้ง ระยะเวลาเฉลี่ยของการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย 246 นาที/เดือน หรือ 8.2 นาที/วัน โดยมีการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลาจำนวน 691 ครั้ง โดยจัดส่งก่อนเป็นระยะเวลาเฉลี่ยทั้งหมด 782 นาที/13สถานี หรือ 60.15 นาที/สถานี มีจัดส่งตรงเวลาจำนวน 641 ครั้ง และมีการจัดส่งล่าช้าจำนวน 199 ครั้ง โดยจัดส่งล่าช้าเป็นระยะเวลาเฉลี่ย 209.07 นาที/13สถานี หรือ 16.08 นาที/สถานี จากผลที่ได้พบว่ามีจำนวนการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลาและจำนวนครั้งของการจัดส่งตรงเวลานั้นมีเปอร์เซ็นต์ที่ใกล้เคียงกัน แต่มีจัดส่งล่าช้าถึง 13% ของการจัดส่งทั้งหมด โดยกราฟด้านล่างจะแสดงผลการจำลองสถานการณ์ที่ได้ของสถานีบริการย่อยต่างๆ



รูปที่ 5.7 ผลของการจัดส่งในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 2

จากรูปที่ 5.7 พบว่าสถานีบริการย่อย B3 B8 B12 และ B13 เกิดจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพียงอย่างเดียว ส่วนสถานีบริการย่อย B11 เกิดจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลามากกว่าจำนวนครั้งของไปถึงก่อนเวลา และในสถานีบริการย่อยอื่นๆ มีทั้งจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลา จำนวนครั้งของการไปถึงล่าช้า และจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซเกิดขึ้น

ในสถานการณ์ต่อไปนี้จะทำการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อย โดยการปรับเปลี่ยนนี้จะทำให้เกิดการขาดแคลนก๊าซน้อยลง

5.2.2 การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซ

จากสถานการณ์ที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นยังไม่มีสถานีบริการย่อยใดมีจุดส่งก๊าซที่มีจำนวนครั้งของการขนส่งที่ไปถึงตรงเวลาพร้อมกับไม่มีจำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนก๊าซเกิดขึ้นจึงทำการเปลี่ยนจุดส่งก๊าซใหม่ทุกสถานีบริการย่อย ซึ่งในสถานการณ์นี้ได้ปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการใหม่แสดงดังตารางที่ 5.11

ตารางที่ 5.11 จุดส่งก๊าซที่ทำการปรับเปลี่ยนในแต่ละสถานีบริการย่อยของสถานีบริการหลัก 2

Sub-station	New reorder point (psi)		
	Min (TO-BE1)	Average (TO-BE2)	Max (TO-BE3)
1	831	1043	1565
2	590	683	1028
3	548	597	693
4	734	1031	1171
5	563	628	952
6	604	839	1213
7	608	912	1289
8	556	678	716
9	726	1136	1235
10	599	777	931
11	675	786	814
12	593	737	738
13	828	1526	1763

ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซในแต่ละสถานการณ์โดยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบันแสดงดังตารางที่ 5.12

ตารางที่ 5.12 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของสถานีบริการหลัก 2

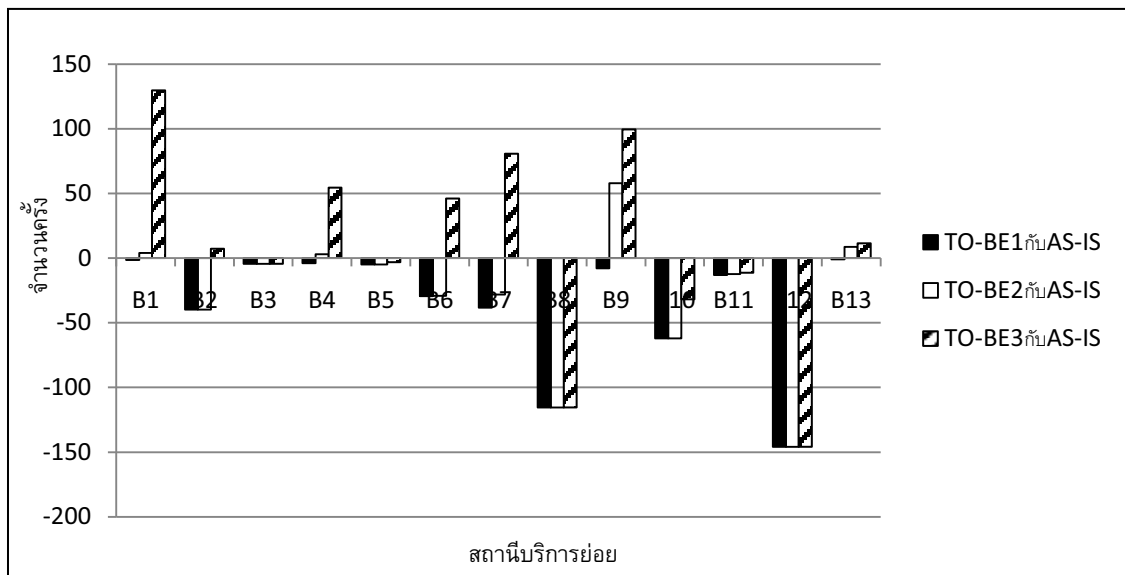
ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO- BE1	TO- BE2	TO- BE3
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้	ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 2	0.4933	0.4557	0.4719	0.4926
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Wait time for transport trailer at main 2	677.23	831.54	746.46	679.10
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 2	382.20	1145.47	675.23	260.80
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก่อน)	Shortage time all sub at main 2	245.89	463.78	333.20	194.41
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of early all sub at main 2	690.20	222.90	321.40	807.10
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่เปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Wait time for change trailer all sub at main 2	781.19	18.43	265.97	1634.10
7.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Ontime all sub at main 2	640.80	178.10	802.07	663.97
8.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 2	198.60	922.77	356.20	88.93
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก่อน)	Order leadtime all sub at main 2	941.81	799.39	826.48	981.89
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก่อน)	Total late time all sub at main 2	209.07	407.14	288.73	157.12

จากผลของการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซพบว่า การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซลดลง แต่ก็ส่งผลให้เกิดจำนวนครั้งของขนส่งไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้นเช่นกัน

TO-BE1 และ TO-BE2 มีระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่งเทรเลอร์จนได้รับการเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการนั้นจะมีค่าลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน เนื่องจากการ

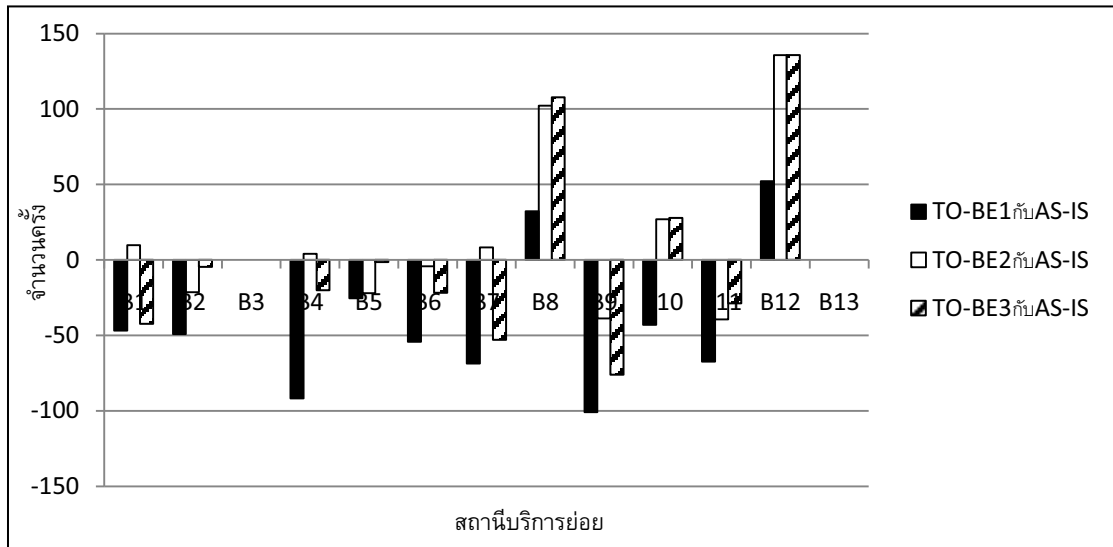
ปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซนั้นทำให้จำนวนครั้งที่มาส่งก่อนเวลาลดลง แต่เพิ่มจำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อย

ผลที่ได้จากสถานีบริการย่อยแต่ละสถานีแสดงดังรูปที่ 5.8 5.9 5.10 และ 5.11



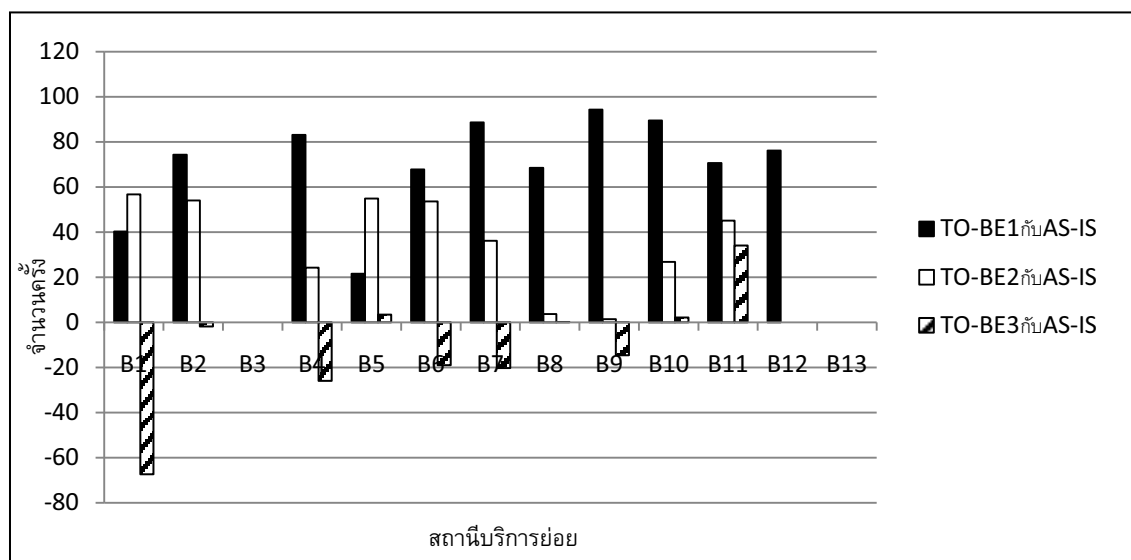
รูปที่ 5.8 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงก่อนเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของสถานีบริการที่ 2

จากรูปที่ 5.8 พบว่า TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B9 และ B13 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน แต่ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B3 B5 B8 B10 B11 และ B12 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย B13 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาลดลง ในขณะที่ TO-BE2 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้น และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B1 B4 B6 และ B7 มีจำนวนครั้งของการไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน



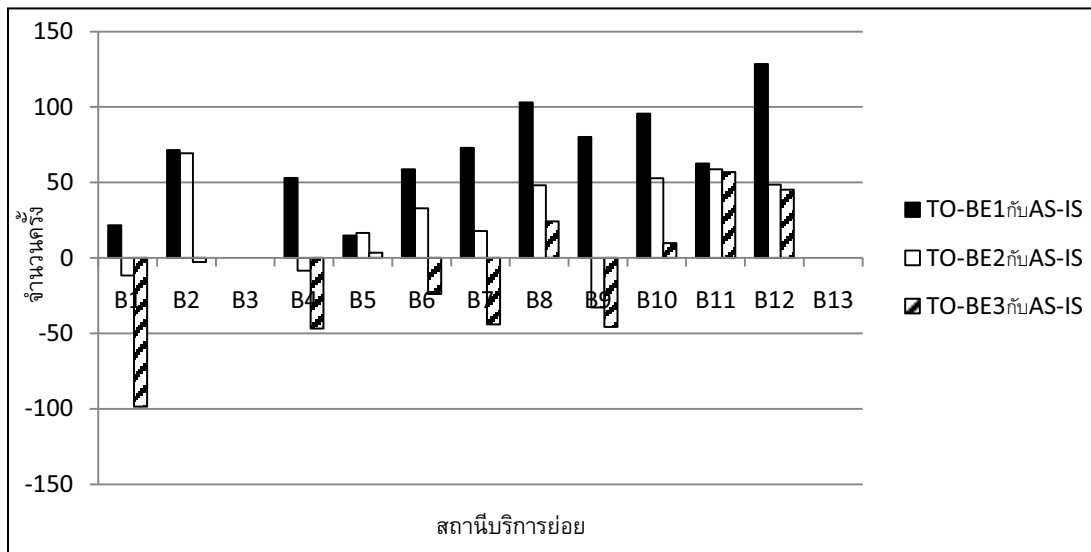
รูปที่ 5.9 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงตรงเวลาระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของ สถานีบริการหลัก 2

จากรูปที่ 5.9 พบว่า TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B8 และ B12 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน TO-BE2 ของสถานีบริการย่อย B1 B4 และ B7 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้น แต่ในขณะที่ TO-BE1 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B2 B5 B6 B9 และ B11 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาลดลง TO-BE1 ของสถานีบริการย่อย B10 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาลดลงแต่ TO-BE2 และ TO-BE3 มีจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลาเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบันและ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B3 และ B13 ไม่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการไปถึงตรงเวลา



รูปที่ 5.10 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขนส่งไปถึงลำช้าระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของ สถานีบริการหลัก 2

จากรูปที่ 5.10 TO-BE1 จะเพิ่มจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าในทุกสถานีบริการย่อย TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B1 B2 B4 B6 B7 และ B9 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าลดลง แต่ TO-BE1 และ TO-BE2 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าเพิ่ม TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B5 B10 และ B11 มีจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้าเพิ่มขึ้นและ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B3 และ B13 จะไม่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการไปถึงลำช้า



รูปที่ 5.11 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซระหว่าง TO-BE และ AS-IS ของ สถานีบริการหลัก 2

จากรูปที่ 5.11 TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ทำให้สถานีบริการย่อย B8 B10 B11 และ B12 มีจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซเพิ่มขึ้น ในขณะที่ TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B1 B4 และ B9 มีจำนวนครั้งการขาดแคลนที่ก๊าซที่ลดลง TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B6 B7 มีจำนวนครั้งการขาดแคลนที่ก๊าซที่ลดลงเพียงอย่างเดียว และ TO-BE1 TO-BE2 และ TO-BE3 ของสถานีบริการย่อย B3 และ B13 จะไม่ส่งผลต่อจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซ

จากผลของการจำลองสถานการณ์ทั้งหมดพบว่าการเปลี่ยนจุดส่งก๊าซนั้นช่วยลดจำนวนการขาดแคลนก๊าซลง แต่ก็เกิดจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซที่เพิ่มขึ้นในบางสถานีบริการย่อย โดยเฉพาะในสถานีบริการย่อย B5 B8 B10 B11 และ B12 ซึ่งโดยธรรมชาติของธุรกิจการขนส่งก๊าซนั้นประเด็นที่สำคัญที่สุดคือ การไม่เกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อย ดังนั้นในสถานการณ์ต่อไปที่จะจำลองนั้นจะพิจารณาจุดส่งก๊าซจากจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซควรมีค่าน้อยที่สุด จำนวนครั้งการขนส่งที่ไปถึงตรงเวลาที่เพิ่มขึ้น จำนวนครั้งการขนส่งที่ล่าช้าที่ลดลง จำนวนครั้งการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาที่ลดลง ตามลำดับ จุดส่งก๊าซที่ได้ในแต่ละสถานีบริการย่อยแสดงดังตารางที่ 5.13

ตารางที่ 5.13 จุดสั่งซื้อก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อยที่ได้จากการเลือกของสถานีบริการหลัก2

สถานีบริการย่อย	New reorder point (TO – BE4)
B1	Max reorder point
B2	Max reorder point
B3	Average reorder point
B4	Max reorder point
B5	Current reorder point
B6	Max reorder point
B7	Max reorder point
B8	Current reorder point
B9	Max reorder point
B10	Current reorder point
B11	Current reorder point
B12	Current reorder point
B13	Min reorder point

ผลของจุดสั่งซื้อก๊าซที่ได้จากการเลือกเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบันแสดงดัง
ตารางที่ 5.14

ตารางที่ 5.14 ผลที่ได้จากการเลือกจุดสั่งซื้อก๊าซใหม่ของสถานีบริการหลัก2

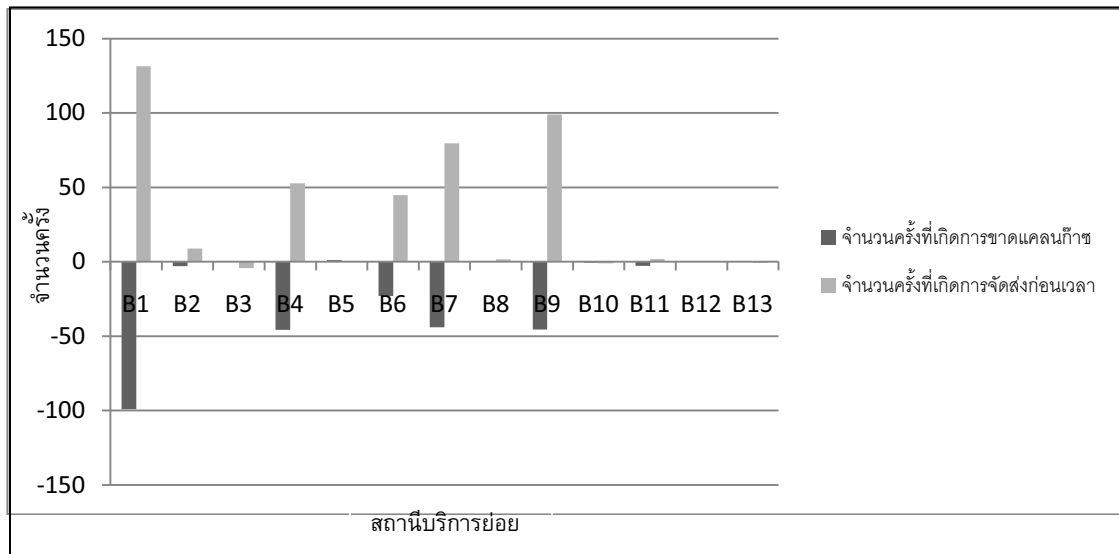
ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO- BE4
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
1.อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 2	0.4933	0.4955
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์จัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 2	677.23	668.49
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 2	382.20	120.77
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Shortage time all sub at main 2	245.89	144.63
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of early all sub at main 2	690.20	1104.00
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาที/เดือน)	Wait time for change trailer all sub at main 2	781.19	752.43

ตารางที่ 5.14 ผลที่ได้จากการเลือกจุดส่งก๊าซใหม่ของสถานีบริการหลัก 2 (ต่อ)

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	AS-IS	TO- BE4
		ค่าที่ได้	ค่าที่ได้
7.จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	On time all sub at main 1	640.80	418.50
8.จำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Real Late all sub at main 1	198.60	52.33
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทอร์เลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซNGV ของทุกสถานีบริการย่อย(นาที/เดือน)	Order lead time all sub at main 1	941.81	1015.91
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(นาที/เดือน)	Total late time all sub at main 1	209.07	117.39

จากตารางที่ 5.14 ผลของ TO-BE4 จะให้ค่าจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซน้อยลงกว่าสถานการณ์เดิมถึง 68.40% ลดระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซลง 41.18% ลดระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาถึงก่อนเวลาลง 3.68% ลดจำนวนครั้งในการส่งเทอร์เลอร์ล่าช้าลง 73.65% ลดระยะเวลาเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์มาส่งล่าช้าลง 43.85%

ผลของ TO-BE4 นั้นจะให้อัตราประโยชน์ของเทอร์เลอร์เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ในปัจจุบัน เนื่องจากระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์จัดส่งไปยังสถานีบริการย่อยลดลง ซึ่งเป็นผลมาจากจุดส่งก๊าซที่เปลี่ยนไป เพราะจุดส่งก๊าซนั้นเป็นกลไกที่ทำให้เกิดการจัดส่งจุดส่งก๊าซที่เพิ่มขึ้น ก็จะทำให้ระยะเวลาการรอคอยเฉลี่ยที่เทอร์เลอร์จัดส่งลดลง ผลของ TO-BE4 ในแต่ละสถานีบริการย่อยเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบันแสดงดังรูปที่ 5.12



รูปที่ 5.12 เปรียบเทียบจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซและจำนวนครั้งที่เกิดการจัดส่งก่อนเวลาของ TO-BE4 กับสถานการณ์ปัจจุบัน

จากรูปที่ 5.12 พบว่าการที่จะลดจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซลงนั้น จะทำให้เกิดจำนวนครั้งที่เกิดการจัดส่งก่อนเวลามากขึ้น เนื่องจากข้อมูลความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งของสถานีบริการย่อยในสถานีบริการหลัก 2 นี้ มีค่าความแปรปรวนของข้อมูลสูง ในสถานการณ์ต่อไปจึงทำการเพิ่มค่าสต็อกความปลอดภัย (safety stock) แสดงดังตารางที่ 5.15

ตารางที่ 5.15 ค่าสต็อกความปลอดภัยของแต่ละสถานีบริการย่อยในสถานีบริการหลัก 2

สถานีบริการย่อย	สต็อกความปลอดภัย
B1	700
B2	800
B3	500
B4	800
B5	1500
B6	900
B7	700
B8	500
B9	600
B10	700
B11	700
B12	500
B13	500

ผลของการเพิ่มค่าสต็อกความปลอดภัย (TO-BE5) ทำให้ไม่เกิดการขาดแคลนก๊าซที่สถานีบริการย่อย แต่เพิ่มจำนวนการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา ซึ่งผลแสดงดังตารางที่ 5.16

ตารางที่ 5.16 ผลของการเพิ่มค่าสต็อกความปลอดภัยของแต่ละสถานีบริการย่อยในสถานีบริการหลัก 2

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE5
		ค่าที่ได้
1.อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 2	0.5167
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 2	626.62
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 2	0.233
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก/เดือน)	Shortage time all sub at main 2	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ที่มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Number of early all sub at main 2	1547.00
6.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาถึงก่อนเวลาที่จะเปลี่ยนเทรเลอร์ของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for change trailer all sub at main 2	557.71
7.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ตรงเวลาของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Ontime all sub at main 1	58.5
8.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย(ครั้ง)	Real Late all sub at main 1	0
9. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order leadtime all sub at main 1	1326.07
10. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main 1	0

จากตารางที่ 5.16 จะเห็นได้ว่าอรรถประโยชน์ของเทรเลอร์มีค่าค่อนข้างต่ำซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทรเลอร์ที่มีในปัจจุบันมีจำนวนมากกว่าความจำเป็นที่ต้องใช้จริง ในหัวข้อต่อไปจะทำการปรับเปลี่ยนจำนวนเทรเลอร์

5.2.3 การปรับเปลี่ยนจำนวนเทรเลอร์

ในการปรับเปลี่ยนเทรเลอร์นี้ จะคำนวณจากโปรแกรม OptQuest ซึ่งจะต้องเป้าหมายคือ อรรถประโยชน์ของเทรเลอร์ที่มากที่สุด โดยจะควบคุมจำนวนครั้งของการขาดแคลนก๊าซ จำนวนครั้งการจัดส่งไปถึงก่อนเวลา และจำนวนครั้งการจัดส่งไปถึงตรงเวลาจะต้องมีค่าเท่าเดิม ผลของจำนวนเทรเลอร์ที่ได้แสดงดังตารางที่ 5.17

ตารางที่ 5.17 ผลที่ได้จากการปรับเปลี่ยนเทรเลอร์ใน TO-BE5 ของสถานีบริการหลัก 2 ในกรณีปัจจุบัน

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE4		TO-BE5	
		จำนวนเทรเลอร์ (50)		จำนวนเทรเลอร์ (34)	
		ค่าที่ได้	Half-Width	ค่าที่ได้	Half-Width
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main 2	0.5167	0	0.7599	0
2.เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งไปยังสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Wait time for transport trailer at main 2	626.62	0.75	193.95	1.19
3.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Number of shortage all sub at main 2	0.233	0.01	0.266	0.01
4.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีย่อย (นาทีก/เดือน)	Shortage time all sub at main 2	0	0	0	0
5.จำนวนครั้งในการส่งเทรเลอร์ล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (ครั้ง)	Real Late all sub at main 2	0	0	0	0
6. ระยะเวลาเฉลี่ยตั้งแต่สั่ง เทรเลอร์ จนเต็มเต็มก๊าซNGVของทุกสถานีบริการย่อย(นาทีก/เดือน)	Order leadtime all sub at main 2	1,326.07	13.58	1,321.06	10.47
7. ระยะเวลาเฉลี่ยที่เทรเลอร์มาส่งล่าช้าของทุกสถานีบริการย่อย (นาทีก/เดือน)	Total late time all sub at main 2	0	0	0	0

จากตารางที่ 5.17 จะเห็นว่าอัตราประโยชน์ของเทรเลอร์จะเพิ่มจากเดิมเป็น 75.99% เมื่อเปลี่ยนจำนวนเทรเลอร์ใน TO-BE5 ซึ่งส่งผลให้เวลารอคอยเฉลี่ยที่เทรเลอร์รอจัดส่งลดลง 69.05% แต่จำนวนเทรเลอร์ที่ได้นี้เป็นจำนวนเทรเลอร์ที่เหมาะสมกับสถานการณ์ปัจจุบันเท่านั้น

5.2.4 การปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซและระยะเวลาการจัดส่ง

ในการปรับเปลี่ยนความต้องการก๊าซจะทำการปรับเปลี่ยนในช่วง 10-30% เนื่องจากข้อมูลของปริมาณการจัดจำหน่ายก๊าซ NGV จะมีการขยับขึ้นอยู่ในช่วงไม่เกิน 30% ต่อเดือน และปรับเปลี่ยนระยะเวลาการจัดส่งในช่วง 10-50% ซึ่งการเปรียบเทียบผลของ TO-BE5 ในช่วงความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงไปแสดงดังตารางที่ 5.18

ตารางที่ 5.18 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 2

ดัชนีชี้วัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE5						TO-BE5						TO-BE5					
		ความต้องการการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น0%						ความต้องการการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น10%						ความต้องการการก๊าซNGV เพิ่มขึ้น20%					
		ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง					
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
1.อัตราประโยชน์ของเทรเลอร์	Utilization of trailer at main2	0.76	0.768	0.78	0.786	0.795	0.802	0.796	0.8	0.809	0.816	0.822	0.83	0.817	0.824	0.832	0.841	0.849	0.854
2.จำนวนครั้งที่เกิดการขาดแคลนรวมทุกสถานีบริการย่อย (ครึ่ง) sub at main2	Number of shortage all station at main2	0	5	25	59	111	161	7	31	78	144	212	298	32	91	169	267	358	459
3.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB1	Number of shortage at B1	0	1	5	10	18	24	2	6	12	22	33	45	6	15	25	38	51	61
4.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB2	Number of shortage at B2	0	0	1	3	7	12	0	1	5	11	16	20	1	6	10	20	24	32
5.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB3	Number of shortage at B3	0	0	4	8	17	25	1	4	12	20	34	45	5	13	27	40	54	66
6.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB4	Number of shortage at B4	0	1	3	6	9	12	1	4	7	11	13	18	4	8	12	18	21	24
7.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB5	Number of shortage at B5	0	0	2	5	10	13	1	3	7	12	17	24	3	7	14	22	27	35

ตารางที่ 5.18 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 2 (ต่อ)

ดัชนีวัด	ชื่อในแบบจำลอง	TO-BE5						TO-BE5						TO-BE5											
		ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น0%						ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น10%						ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น20%											
		ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง						ระยะเวลาการจัดส่ง											
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%						
8.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB6	Number of shortage at B6	0	0	2	6	10	16	0	3	7	15	20	29	2	9	15	24	34	44	8	17	28	38	51	60
9.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB7	Number of shortage at B7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	3	0	1	2	3	6	11	2	4	7	12	19	25
10.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB8	Number of shortage at B8	0	2	8	16	27	35	2	8	20	31	43	57	8	21	37	54	68	83	22	41	60	77	93	107
11.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB9	Number of shortage at B9	0	0	1	3	6	9	0	1	4	9	13	20	1	4	11	17	25	34	5	11	20	29	40	50
12.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB10	Number of shortage at B10	0	0	0	2	7	13	0	0	3	11	20	34	1	5	14	26	41	55	5	15	29	46	59	70
13.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB11	Number of shortage at B11	0	0	0	2	7	13	0	0	3	11	20	34	1	5	14	26	41	55	5	15	29	46	59	70
14.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB12	Number of shortage at B12	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	3	1	2	3	5	7	12	4	6	9	13	21	41

ตารางที่ 5.18 ผลของ TO-BE4 เมื่อความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไปของสถานีบริการหลัก 2 (ต่อ)

ดัชนีวัด	ชื่อโมเดลจำลอง	TO-BE5										TO-BE5										TO-BE5									
		ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น0%										ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น10%										ความต้องการการกักตุนNGV เพิ่มขึ้น20%									
		ระยะเวลาการจัดส่ง										ระยะเวลาการจัดส่ง										ระยะเวลาการจัดส่ง									
		0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	0%	10%	20%	30%	40%	50%
15.จำนวนครั้งที่ขาดแคลนของสถานีบริการย่อยB13	Number of shortage at B13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2					
16.ระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนที่สถานี NGV ทุกสถานีย่อย (นาที/เดือน)	Shortage time all sub at main2	0	6.251	55.026	124.889	195.297	259.585	12.89	60.41	148.86	224.96	284.13	331.31	74.65	178.26	245.64	313.82	356.27	396.88	193.8	274.71	326.316	369.898	412.606	457.449						

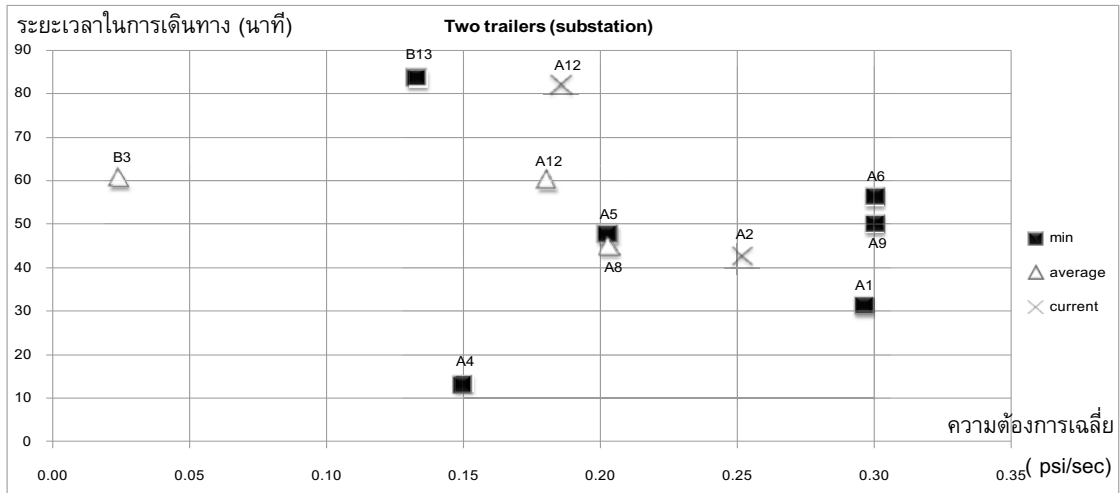
จากตารางที่ 5.18 TO-BE5 จะเหมาะสมกับระยะเวลาในการจัดส่งเพิ่มขึ้น 30% หรือความต้องการที่เพิ่มขึ้น 10% และระยะเวลาในการจัดส่งเพิ่มขึ้น 20% หรือความต้องการที่เพิ่มขึ้น 20% และระยะเวลาในการจัดส่งเพิ่มขึ้น 10% หรือความต้องการที่เพิ่มขึ้น 30% โดยพิจารณาจากระยะเวลาเฉลี่ยที่เกิดการขาดแคลนก๊าซ NGV ทุกสถานีบริการย่อยต้องไม่เกิน 195 นาที หรือ 15 นาที/สถานีซึ่งเกิดการขาดแคลนก๊าซส่วนใหญ่เกิดสถานีบริการย่อยที่มีเทอร์เลอร์เดียว โดยแนวทางการแก้ไขทำได้โดยการคำนวณหาจุดส่งก๊าซก๊าซใหม่เพื่อให้รองรับความต้องการและระยะเวลาการจัดส่งที่เพิ่ม

บทที่ 6

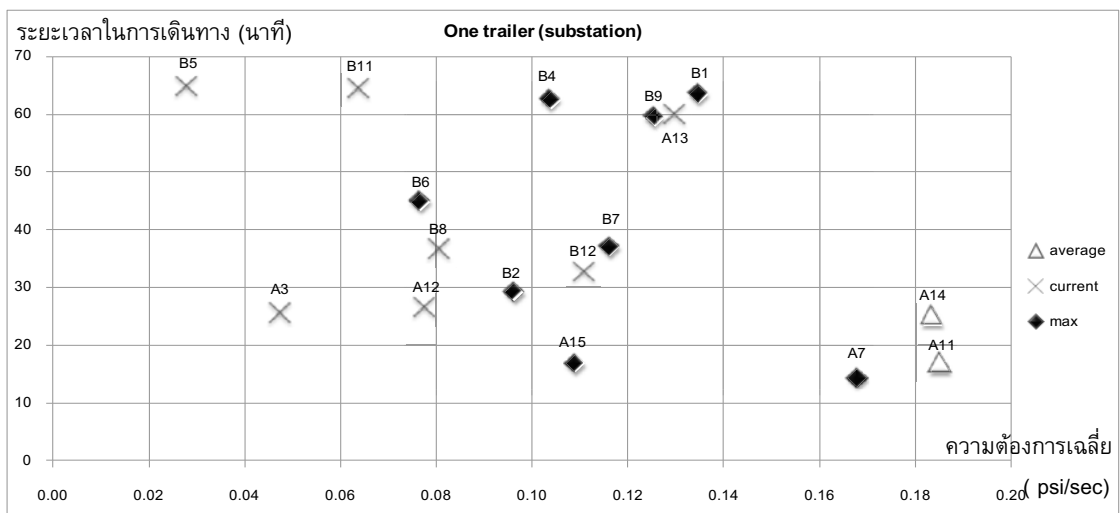
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

จากการทำวิจัยพบว่าผลของการจำลองสถานการณ์ในปัจจุบันของสถานีบริการหลัก 1 เกิดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาประมาณ 70% ของการขนส่งทั้งหมดและสถานีบริการหลัก 2 เกิดการขาดแคลนก๊าซและมีการขนส่งที่ล่าช้าประมาณ 13% ของการขนส่งทั้งหมด ซึ่งในการพิจารณาจุดส่งก๊าซใหม่ของทั้งสองสถานีบริการหลักมีรายละเอียดดังนี้ ในสถานีบริการหลัก 1 ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งน้อยที่สุดจำนวน 5 สถานีบริการย่อย ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งเฉลี่ยจำนวน 4 สถานีบริการย่อย ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งมากที่สุดจำนวน 2 สถานีบริการย่อย และใช้จุดส่งก๊าซที่ 1000 psi จำนวน 4 สถานีบริการย่อย ในสถานีบริการหลัก 2 ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งน้อยที่สุดจำนวน 1 สถานีบริการย่อย ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งเฉลี่ยจำนวน 1 สถานีบริการย่อย ใช้จุดส่งก๊าซที่คำนวณจากระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งมากที่สุดจำนวน 6 สถานีบริการย่อย และใช้จุดส่งก๊าซที่ 1000 psi จำนวน 5 สถานีบริการย่อย

จากการพิจารณาจำนวนเทอร์เลอร์ที่วางได้ของแต่ละสถานีบริการย่อยพบว่า สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์ จะเหมาะกับการนำระยะเวลาการจัดส่งที่น้อยที่สุด ระยะเวลาการจัดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์จะต้องระวังในเรื่องของการจัดส่งที่ไปถึงก่อนเวลา ในกรณีที่จุดส่งก๊าซมีค่ามากเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลา และถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและอาจจะทำให้เกิดการขนส่งขาดแคลนก๊าซ สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์ จึงเหมาะกับการนำระยะเวลาการจัดส่งที่มากที่สุด ระยะเวลาการจัดส่งเฉลี่ย และจุดส่งก๊าซที่ 1000 psi มาคำนวณ เนื่องจากสถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์จะต้องระวังในเรื่องของการขาดแคลนก๊าซ ซึ่งถ้าจุดส่งก๊าซมีค่าน้อยเกินไปจะทำให้เกิดการขนส่งที่ล่าช้าและเกิดการขาดแคลนก๊าซ ภาพรวมความสัมพันธ์ของประเภทสถานีบริการย่อยกับจุดส่งก๊าซ ดังแสดงในรูปที่ 6.1 และ 6.2



รูปที่ 6.1 สถานีบริการย่อยที่มี 2 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ



รูปที่ 6.2 สถานีบริการย่อยที่มี 1 เทอร์เลอร์และประเภทของจุดส่งก๊าซ

ในการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของสถานีบริการหลัก 1 ส่งผลให้มีการขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาลดลง ขนส่งตรงเวลามากขึ้น ส่วนในสถานีบริการหลัก 2 ส่งผลให้เกิดการขาดแคลนก๊าซลดลง การขนส่งที่ล่าช้าลดลง แต่การขนส่งที่ไปถึงก่อนเวลาเพิ่มขึ้น เนื่องจากในสถานีบริการหลัก 2 มีจำนวนสถานีบริการที่มี 1 เทอร์เลอร์มากกว่า 80% ของสถานีบริการย่อยทั้งหมด การปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซส่งผลให้สามารถลดจำนวนเทอร์เลอร์ในทางปฏิบัติที่สถานีบริการหลักได้อีกด้วย โดยสถานีบริการหลัก 1 จะใช้เทอร์เลอร์เพียง 44 เทอร์เลอร์ และสถานีบริการหลัก 2 จะใช้เทอร์เลอร์เพียง 34 เทอร์เลอร์

เนื่องจากในงานวิจัยนี้ได้ทำการปรับเปลี่ยนจุดส่งก๊าซของแต่ละสถานีบริการย่อยซึ่งการจำลองสถานการณ์จะใช้ในการเปรียบเทียบจุดส่งก๊าซที่คำนวณได้ในแต่ละรูปแบบโดยแสดงค่าด้วยดัชนีชี้วัด ซึ่งทำให้เห็นถึงข้อดีและข้อเสียของจุดส่งก๊าซแต่ละแบบ อีกทั้งยังสามารถปรับเปลี่ยนตัวแปรด้านความต้องการและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งเพื่อทดสอบจุดส่งก๊าซที่ได้อีกด้วย ในการวิเคราะห์ความไวของจุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่ได้โดยทำการปรับเปลี่ยนพารามิเตอร์สองตัว คือ ความต้องการก๊าซและระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งก๊าซ โดยจุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่คำนวณได้ของสถานีบริการหลัก 1 สามารถรองรับความต้องการและระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนไม่เกิน 30% โดยพิจารณาจากดัชนีชี้วัดในเรื่องของระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการขาดแคลนก๊าซทุกสถานีบริการย่อยต้องไม่เกิน 225 นาที หรือระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการขาดแคลนก๊าซต้องไม่เกิน 15 นาที/สถานี ส่วนจุดส่งก๊าซและจำนวนเทอร์เลอร์ที่คำนวณได้ของสถานีบริการหลัก 2 สามารถรองรับผลรวมของความต้องการและระยะเวลาในการจัดส่งที่เปลี่ยนไม่เกิน 30% คือ ถ้าความต้องการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 10% จะสามารถรองรับระยะเวลาที่ใช้ในการการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 20% หรือถ้าความต้องการเปลี่ยนแปลงน้อยกว่า 20% จะสามารถรองรับระยะเวลาที่ใช้ในการการจัดส่งเปลี่ยนแปลงไม่เกิน 10% หรือถ้าความต้องการเปลี่ยนแปลง 30% จะไม่สามารถรองรับระยะเวลาที่ใช้ในการการจัดส่งที่เปลี่ยนแปลงได้ โดยพิจารณาจากดัชนีชี้วัดในเรื่องของระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการขาดแคลนก๊าซทุกสถานีบริการย่อยต้องไม่เกิน 195 นาที หรือระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการขาดแคลนก๊าซต้องไม่เกิน 15 นาที/สถานี

ในการประยุกต์ใช้นั้นสถานีบริการหลัก 1 ต้องทำการเปลี่ยนจุดส่งก๊าซให้เป็นจุดส่งก๊าซที่ใช้ในปัจจุบันเมื่อมีความต้องการที่เพิ่ม 30% และระยะเวลาในการจัดส่งที่เพิ่ม 40% และจำนวนเทอร์เลอร์ที่ต้องมี คือ 48 เทอร์เลอร์ สถานีบริการหลัก 2 จะต้องทำการคำนวณจุดส่งก๊าซใหม่เมื่อมีระยะเวลาในการจัดส่งที่เพิ่มขึ้น 30% และความต้องการเพิ่มขึ้น 10% จำนวนเทอร์เลอร์ที่ต้องมีในสถานีบริการหลัก 2 คือ 37 เทอร์เลอร์

แนวทางการวิจัยในอนาคต

ในปัจจุบันขนาดของเทอร์เลอร์ที่ใช้สำหรับบรรจุก๊าซ NGV มีหลายประเภทและขนาด ซึ่งสถานีบริการย่อยบางสถานีบริการสามารถรองรับเทอร์เลอร์บางประเภทและขนาดเท่านั้น จึงส่งผลให้เกิดปัญหาของรูปแบบของการบรรจุก๊าซที่สถานีบริการหลักเปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะจำนวนของเทอร์เลอร์ที่บรรจุได้ต่อรอบ และประเภทของเทอร์เลอร์ที่เหมาะสมต่อการบรรจุ ดังนั้นจึงควรทำการศึกษาในเรื่องประเภทและจำนวนของเทอร์เลอร์ที่ควรบรรจุต่อรอบ และประเภทและจำนวนเทอร์เลอร์แต่ละแบบที่ต้องมีในสถานีบริการหลัก รวมทั้งจำนวนคอมเพรสเซอร์และช่องบรรจุที่ต้องมีสำหรับสถานีบริการหลัก โดยข้อมูลที่จะต้องเก็บนำมา

วิเคราะห์เพิ่มเติมคือ ข้อจำกัดในการจัดส่งเทอร์เลอร์แต่ละประเภทของแต่ละสถานีบริการย่อย ตารางที่การซ่อมบำรุงของคอมเพรสเซอร์ เวลาที่ใช้ในการบรรจุก๊าซของเทอร์เลอร์แต่ละประเภท ความสัมพันธ์ของจำนวนช่องบรรจุกับคอมเพรสเซอร์ และรูปแบบการเสียของคอมเพรสเซอร์

บรรณานุกรม

- Anderson, N. P., Evans, G. W., Biles, W. E., & Whyte, T. C. (2003). *Optimization of a Barge Transportation System for Petroleum Delivery*. Paper presented at the Winter Simulation.
- Cortés, P., Muñuzuri, J., Ibáñez, J. N., & Guadix, J. (2007). Simulation of Freight Traffic in The Seville Inland Port. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(3), 256-271.
- Deborah, B. L., & Morton, O. K. E. (1999). Hub- and-Spoke Network in Air Transportation: An Analytical Review. *Journal of Regional Science*, 39.
- Goldsman, D., Pernet, S., & Keebom, K. (2002). *Simulation of transportation logistics*. Paper presented at the Winter Simulation Conference Proceedings
- Kelton, W. D., Sadowski, R. P., & Sturrock, D. T. (2007). *Simulation with Arena* (4 ed.). New York (America): McGraw-Hill.
- Meignan, D., Simonin, O., & Koukam, A. (2007). Simulation And Evaluation Of Urban Bus-Networks Using A Multiagent Approach. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 15(6), 659-671.
- Najibi, H., Rezaei, R., Javanmardi, J., Nasrifar, K., & Moshfeghian, M. (2009). Economic Evaluation of Natural Gas Transportation from Iran's South-Pars Gas Field to Market. *Applied Thermal Engineering*, 29(10), 2009-2015.
- Ottman, W. S., Ford, A. C., & Reinhardt, G. R. (1999). *An Aircraft Taxi Simulation Model for The United Parcel Service Louisville Air Park*. Winter Simulation Conference.
- Papier, F., & Thonemann, U. W. (2008). Queuing Models for Sizing and Structuring Rental Fleets. *Transportation Science*, 42(3), 302-317.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- Rizzoli, A. E., Fornara, N., & Gambardella, L. M. (2002). A Simulation Tool for Combined Rail/Road Transport in Intermodal Terminals. *Mathematics and Computers in Simulation*, 59(1-3), 57-71.
- Wu, P., Hartman, J. C., & Wilson, G. R. (2005). An Integrated Model and Solution Approach for Fleet Sizing With Heterogeneous Assets. *Transportation Science*, 39(1), 87-103.
- Yang, J., Jaillet, P., & Mahmassani, H. (2002). Real-Time Multivehicle Truckload Pickup And Delivery Problems. *Transportation Science*.
- ชัยวิทย์ ตันสุขโกศล, ธาตรี เมธาจิตติพันธ์, และพีรพัฒน์ สิทธิยานุรักษ์ (2007). แบบจำลองเส้นทางการขนส่งปูนถุง: กรณีศึกษาโรงงานปูนซีเมนต์นครหลวง. ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ_มหาวิทยาลัยมหิดล. ปริญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
- ผศ.ดร. รุ่งรัตน์ ภิรัชเพ็ญ (2003). คู่มือการสร้างแบบจำลองด้วยโปรแกรม Arena. Bangkok, SE-EDUCATION Public Company Limited.
- รศ.พิภพ ลลิตาภรณ์ (2552). การบริหารพัสดุคงคลัง. กรุงเทพมหานคร: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์ (2002). คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการเขียนโปรแกรมยุคใหม่. กรุงเทพมหานคร: หจก. ไทยเจริญการพิมพ์.
- ศุภชัย นาทะพันธ์ (2004). ความน่าจะเป็นและสถิติ. กรุงเทพมหานคร, บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).
- เอกภพ กองกาญจน์ (2002). การจัดตารางเวลาเดินรถจัดส่งเครื่องดื่มน้ำอัดลมไปยังลูกค้ารายใหญ่. ภาควิชาวิศวกรรมโยธา_จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. ปริญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

อัตราการลดลงของก๊าซแต่ละสถานีบริการย่อย

A1

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.22,0.28)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.29)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0.03,0.16,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.17,0.3)
TRIA(0.02,0.14,0.3)	TRIA(0,0.16,0.28)
TRIA(0.02,0.25,0.3)	TRIA(0,0.15,0.26)
TRIA(0.03,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.06,0.14,0.29)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0.02,0.21,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0.3)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0.3)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0.04,0.25,0.29)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0.02,0.18,0.3)	TRIA(0.02,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.04,0.09,0.3)
TRIA(0.02,0.2,0.3)	TRIA(0.03,0.27,0.29)
TRIA(0.01,0.23,0.3)	TRIA(0.01,0.17,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.04,0.16,0.3)

A2

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.2,0.29)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.12,0.28)	TRIA(0,0.14,0.26)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.27)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.15,0.27)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.13,0.29)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0,0.17,0.23)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.04,0.3)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.1,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.29)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.18,0.25)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.14,0.25)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.03,0.17,0.29)
TRIA(0,0.16,0.28)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.15,0.29)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.11,0.28)

A3

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.04,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.02,0.3)	TRIA(0,0.03,0.27)
TRIA(0,0.03,0.3)	TRIA(0,0.01,0.17)
TRIA(0,0.01,0.28)	TRIA(0,0.03,0.28)
TRIA(0,0.05,0.26)	TRIA(0,0.04,0.25)
TRIA(0,0.04,0.3)	TRIA(0,0.01,0.23)
TRIA(0,0.06,0.28)	TRIA(0,0.01,0.21)
TRIA(0,0.01,0.29)	TRIA(0,0.04,0.28)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.15,0.22)
TRIA(0,0.04,0.3)	TRIA(0,0.01,0.28)
TRIA(0,0.05,0.3)	TRIA(0,0.03,0.23)
TRIA(0,0.02,0.28)	TRIA(0,0.01,0.21)
TRIA(0,0.01,0.21)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)

A4

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.08,0.23)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.13,0.28)
TRIA(0,0.01,0.27)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.01,0.29)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.01,0.26)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.14,0.26)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.15,0.22)
TRIA(0,0.13,0.28)	TRIA(0,0.11,0.24)
TRIA(0,0.13,0.28)	TRIA(0,0.13,0.29)
TRIA(0,0.15,0.28)	TRIA(0,0.14,0.26)
TRIA(0,0.13,0.27)	TRIA(0,0.13,0.27)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.01,0.12,0.25)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.06,0.12,0.24)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0,0.14,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.22)
TRIA(0.02,0.15,0.29)	TRIA(0.03,0.06,0.27)
TRIA(0,0.14,0.28)	TRIA(0.01,0.13,0.27)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.17,0.29)	TRIA(0.02,0.14,0.28)
TRIA(0,0.09,0.27)	TRIA(0.02,0.09,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.14,0.3)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.13,0.24)

A5

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0.02,0.18,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.12,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.28)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.09,0.27)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0,0.17,0.29)	TRIA(0,0.11,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.11,0.24)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.15,0.28)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.28)
TRIA(0,0.16,0.29)	TRIA(0,0.15,0.28)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.18,0.28)
TRIA(0,0.15,0.28)	TRIA(0,0.16,0.26)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.12,0.27)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.03,0.17,0.28)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0.01,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.03,0.17,0.29)

A6

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0.01,0.15,0.29)	TRIA(0.05,0.15,0.29)
TRIA(0.01,0.13,0.3)	TRIA(0.07,0.14,0.27)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.04,0.15,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.14,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.07,0.14,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.06,0.15,0.27)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.27)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.17,0.28)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.15,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.17,0.23)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0.03,0.15,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.06,0.13,0.27)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.16,0.29)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.01,0.15,0.29)
TRIA(0.05,0.13,0.28)	TRIA(0.04,0.13,0.26)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.05,0.13,0.3)
TRIA(0.03,0.15,0.3)	TRIA(0.08,0.16,0.29)
TRIA(0,0.15,0.28)	TRIA(0.07,0.15,0.27)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.12,0.29)
TRIA(0.04,0.17,0.3)	TRIA(0.08,0.17,0.3)
TRIA(0.03,0.15,0.29)	TRIA(0.04,0.16,0.3)

A7

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.02,0.27)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.01,0.28)	TRIA(0,0.01,0.27)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.01,0.29)
TRIA(0,0.02,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.01,0.28)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.19,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.19,0.29)
TRIA(0,0.2,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.04,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.07,0.29)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.05,0.14,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.15,0.29)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0.01,0.18,0.3)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0,0.16,0.28)
TRIA(0.01,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.17,0.3)
TRIA(0.06,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.27)
TRIA(0,0.18,0.29)	TRIA(0.01,0.18,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.03,0.28)

A8

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.21,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.07,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.06,0.14,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.2,0.3)	TRIA(0.02,0.17,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.2,0.26)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.15,0.27)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0.04,0.15,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0.03,0.13,0.29)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.15,0.28)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.02,0.21,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.19,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.07,0.17,0.29)
TRIA(0.02,0.13,0.3)	TRIA(0.02,0.15,0.28)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.19,0.29)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.02,0.11,0.3)

A9

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0.02,0.27,0.3)	TRIA(0.04,0.22,0.29)
TRIA(0,0.25,0.3)	TRIA(0.01,0.25,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.08,0.23,0.29)
TRIA(0,0.28,0.3)	TRIA(0.12,0.25,0.3)
TRIA(0,0.22,0.3)	TRIA(0,0.21,0.3)
TRIA(0.04,0.27,0.3)	TRIA(0.14,0.25,0.3)
TRIA(0,0.29,0.3)	TRIA(0.04,0.16,0.3)
TRIA(0.02,0.19,0.3)	TRIA(0.15,0.24,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.22,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.26,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0,0.28,0.3)	TRIA(0,0.29,0.3)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0,0.23,0.3)
TRIA(0,0.29,0.3)	TRIA(0.08,0.15,0.3)
TRIA(0,0.3,0.3)	TRIA(0.02,0.27,0.3)
TRIA(0,0.27,0.3)	TRIA(0,0.26,0.3)
TRIA(0,0.3,0.3)	TRIA(0.06,0.26,0.29)
TRIA(0.02,0.27,0.3)	TRIA(0.14,0.17,0.3)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0.11,0.28,0.3)
TRIA(0,0.26,0.3)	TRIA(0.12,0.2,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0.09,0.24,0.3)
TRIA(0.06,0.27,0.3)	TRIA(0.03,0.28,0.3)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0.06,0.23,0.3)
TRIA(0,0.3,0.3)	TRIA(0.05,0.26,0.3)

A10

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0,0.15,0.28)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.02,0.19,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0,0.18,0.29)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0.01,0.14,0.3)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0.02,0.13,0.29)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.04,0.18,0.3)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.17,0.28)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.05,0.18,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.06,0.2,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.02,0.11,0.3)
TRIA(0.01,0.16,0.3)	TRIA(0.02,0.19,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.09,0.14,0.25)
TRIA(0.02,0.16,0.3)	TRIA(0.03,0.17,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0.04,0.17,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0.04,0.16,0.3)

A11

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0.01,0.17,0.3)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0.01,0.13,0.3)	TRIA(0.02,0.2,0.3)
TRIA(0,0.02,0.3)	TRIA(0,0.2,0.3)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0.03,0.19,0.28)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.18,0.3)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.15,0.29)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.28)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.22,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.18,0.28)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.01,0.17,0.27)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.01,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.01,0.01,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.01,0.01,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.01,0.27)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.01,0.28)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0.02,0.28,0.3)
TRIA(0.01,0.14,0.14)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.03,0.17,0.3)
TRIA(0.05,0.19,0.3)	TRIA(0.03,0.15,0.27)

A12

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.15,0.25)	TRIA(0.07,0.16,0.24)
TRIA(0,0.13,0.26)	TRIA(0,0.15,0.26)
TRIA(0,0.01,0.26)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.14,0.2)
TRIA(0.01,0.17,0.3)	TRIA(0,0.19,0.29)
TRIA(0.01,0.15,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0.01,0.15,0.29)	TRIA(0,0.15,0.29)
TRIA(0,0.14,0.27)	TRIA(0.04,0.17,0.27)
TRIA(0,0.17,0.29)	TRIA(0,0.1,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0,0.26)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0,0.27)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,0.28)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.05,0.14,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.03,0.15,0.24)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0.01,0.15,0.25)
TRIA(0.01,0.16,0.3)	TRIA(0.03,0.13,0.28)
TRIA(0.01,0.14,0.3)	TRIA(0.07,0.15,0.25)
TRIA(0.03,0.14,0.27)	TRIA(0.01,0.07,0.28)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0.02,0.21,0.29)
TRIA(0.01,0.17,0.29)	TRIA(0.02,0.17,0.23)
TRIA(0,0.16,0.27)	TRIA(0.03,0.16,0.25)
TRIA(0,0.13,0.26)	TRIA(0,0.16,0.28)
TRIA(0,0.15,0.27)	TRIA(0,0.12,0.25)

A13

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.16,0.29)	TRIA(0,0.01,0.25)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.17,0.27)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.01,0.28)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0.02,0.12,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.15,0.27)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.03,0.12,0.29)
TRIA(0,0.13,0.28)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0.01,0.12,0.3)	TRIA(0,0.15,0.29)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.16,0.28)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.07,0.15,0.26)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.15,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.02,0.16,0.29)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.13,0.28)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.12,0.24)

A14

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.21,0.29)	TRIA(0.02,0.19,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0.02,0.12,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.02,0.14,0.28)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.29)
TRIA(0.01,0.17,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0.03,0.14,0.3)	TRIA(0.01,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.1,0.15,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.01,0.16,0.3)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0,0.16,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.14,0.29)
TRIA(0,0.2,0.3)	TRIA(0.02,0.15,0.3)
TRIA(0,0.19,0.3)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0.04,0.17,0.26)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0.06,0.17,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0.02,0.15,0.3)
TRIA(0.05,0.15,0.29)	TRIA(0.01,0.17,0.3)
TRIA(0.02,0.13,0.3)	TRIA(0.09,0.15,0.28)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0.02,0.15,0.3)
TRIA(0,0.2,0.3)	TRIA(0.02,0.13,0.29)
TRIA(0,0.15,0.28)	TRIA(0.01,0.15,0.29)
TRIA(0.01,0.15,0.29)	TRIA(0.03,0.03,0.29)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0.01,0.14,0.27)

A15

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.11,0.26)
TRIA(0,0.1,0.24)	TRIA(0,0.06,0.25)
TRIA(0,0.06,0.23)	TRIA(0,0.07,0.29)
TRIA(0,0.09,0.28)	TRIA(0,0.1,0.23)
TRIA(0,0.1,0.27)	TRIA(0,0.07,0.26)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.1,0.3)
TRIA(0,0.09,0.22)	TRIA(0,0.09,0.29)
TRIA(0,0.09,0.27)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.1,0.26)	TRIA(0,0.12,0.29)
TRIA(0,0.08,0.24)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0.01,0.09,0.27)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.07,0.21)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.08,0.29)
TRIA(0,0.09,0.3)	TRIA(0.01,0.09,0.23)
TRIA(0,0.08,0.27)	TRIA(0.02,0.09,0.26)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.14,0.29)
TRIA(0,0.06,0.29)	TRIA(0,0.1,0.3)
TRIA(0,0.09,0.3)	TRIA(0,0.08,0.25)
TRIA(0,0.09,0.3)	TRIA(0,0.07,0.29)
TRIA(0,0.08,0.28)	TRIA(0,0.08,0.26)
TRIA(0,0.09,0.26)	TRIA(0,0.09,0.29)

B1

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.04,0.3)	TRIA(0,0.02,0.3)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.05,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.21,0.3)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0,0.24,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.01,0.29)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.18,0.3)
TRIA(0,0.23,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)
TRIA(0,0.23,0.3)	TRIA(0,0.25,0.3)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.02,0.3)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0,0.22,0.3)
TRIA(0,0.17,0.29)	TRIA(0,0.22,0.3)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.02,0.28)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.02,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.3,0.3)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.2,0.28)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.01,0.3)	TRIA(0,0.03,0.3)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.2,0.3)
TRIA(0,0.25,0.3)	TRIA(0,0.05,0.3)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.22,0.29)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.17,0.3)

B2

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.11,0.27)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.1,0.27)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.25)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0.01,0.12,0.3)	TRIA(0,0,0)

B3

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.23)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.24)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.21)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.27)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.23)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.27)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.27)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.18)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.26)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.24)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.24)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)

B4

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.07,0.29)	TRIA(0,0,)
TRIA(0,0.05,0.29)	TRIA(0,0,)
TRIA(0,0.02,0.26)	TRIA(0,0,)
TRIA(0,0.02,0.28)	TRIA(0,0.17,)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.12,)
TRIA(0,0.1,0.26)	TRIA(0.01,0.06,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,)
TRIA(0,0.05,0.29)	TRIA(0,0.14,)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.13,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.16,)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.11,)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.19,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.16,)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.15,)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.14,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.14,)
TRIA(0,0.12,0.28)	TRIA(0,0.14,)
TRIA(0,0.15,0.28)	TRIA(0,0.09,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.09,)
TRIA(0,0.15,0.3)	TRIA(0,0.13,)
TRIA(0,0.14,0.3)	TRIA(0,0.18,)
TRIA(0,0.16,0.3)	TRIA(0,0.11,)
TRIA(0,0.15,0.29)	TRIA(0,0.15,)
TRIA(0,0.1,0.28)	TRIA(0,0.05,)

B5

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0,0.25)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.25)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.28)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.23)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.29)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0.27)	TRIA(0,0,0)

B6

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.08,0.28)	TRIA(0,0.09,0.12)
TRIA(0,0.08,0.25)	TRIA(0,0.08,0.13)
TRIA(0,0.08,0.22)	TRIA(0,0.09,0.25)
TRIA(0,0.09,0.17)	TRIA(0,0.07,0.19)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.09,0.22)
TRIA(0,0.09,0.22)	TRIA(0,0.11,0.26)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.01,0.2)
TRIA(0,0.11,0.22)	TRIA(0,0.01,0.18)
TRIA(0,0.08,0.27)	TRIA(0,0.01,0.29)
TRIA(0,0.09,0.26)	TRIA(0,0.1,0.26)
TRIA(0,0.08,0.23)	TRIA(0,0.08,0.17)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.09,0.16)
TRIA(0,0.08,0.26)	TRIA(0,0.09,0.15)
TRIA(0,0.08,0.26)	TRIA(0,0.09,0.19)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0.04,0.07,0.28)
TRIA(0,0.08,0.22)	TRIA(0,0.09,0.15)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.08,0.24)
TRIA(0,0.09,0.24)	TRIA(0,0.09,0.25)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.09,0.28)	TRIA(0,0.12,0.22)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.09,0.26)	TRIA(0,0.1,0.21)
TRIA(0,0.08,0.27)	TRIA(0,0.09,0.2)

B7

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.1,0.28)	TRIA(0,0.07,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.05,0.3)
TRIA(0,0.14,0.29)	TRIA(0,0.17,0.27)
TRIA(0,0.11,0.24)	TRIA(0,0.13,0.22)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.14,0.28)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.12,0.23)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0.1,0.18)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0.1,0.27)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.1,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.18,0.29)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0.03,0.13,0.21)
TRIA(0,0.11,0.27)	TRIA(0,0.12,0.27)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.1,0.2)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.11,0.15)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.09,0.3)
TRIA(0,0.09,0.3)	TRIA(0,0.18,0.25)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0.09,0.15,0.18)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0.07,0.12,0.15)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0.08,0.1,0.14)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.1,0.25)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.17,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.05,0.14,0.29)
TRIA(0,0.12,0.27)	TRIA(0.07,0.12,0.2)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.06,0.12,0.17)

B8

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.07,0.20)	TRIA(0,0.07,0.15)
TRIA(0,0.07,0.30)	TRIA(0,0.08,0.18)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.07,0.12)
TRIA(0,0.11,0.26)	TRIA(0,0.07,0.25)
TRIA(0,0.08,0.21)	TRIA(0,0.07,0.19)
TRIA(0,0.07,0.16)	TRIA(0,0.07,0.27)
TRIA(0,0.07,0.14)	TRIA(0,0.07,0.24)
TRIA(0,0.06,0.25)	TRIA(0,0.08,0.22)
TRIA(0,0.07,0.28)	TRIA(0,0.06,0.24)
TRIA(0,0.07,0.29)	TRIA(0,0.06,0.22)
TRIA(0,0.07,0.30)	TRIA(0,0.07,0.21)
TRIA(0,0.08,0.28)	TRIA(0,0.08,0.16)
TRIA(0,0.08,0.30)	TRIA(0,0.07,0.16)
TRIA(0,0.08,0.13)	TRIA(0,0.08,0.18)
TRIA(0,0.07,0.26)	TRIA(0,0.07,0.26)
TRIA(0,0.07,0.28)	TRIA(0,0.06,0.28)
TRIA(0,0.07,0.23)	TRIA(0,0.06,0.18)
TRIA(0,0.07,0.27)	TRIA(0,0.09,0.26)
TRIA(0,0.07,0.28)	TRIA(0,0.09,0.22)
TRIA(0,0.07,0.30)	TRIA(0,0.08,0.25)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.08,0.18)
TRIA(0,0.08,0.25)	TRIA(0,0.07,0.28)
TRIA(0,0.07,0.17)	TRIA(0,0.07,0.20)
TRIA(0,0.07,0.28)	TRIA(0,0.07,0.23)

B9

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.02,0.13,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.06,0.12,0.28)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.04,0.13,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.02,0.11,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.07,0.12,0.3)
TRIA(0,0.11,0.29)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0.02,0.12,0.29)
TRIA(0,0.12,0.27)	TRIA(0,0.13,0.28)
TRIA(0,0.12,0.26)	TRIA(0,0.11,0.19)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0.11,0.28)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.11,0.27)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.12,0.29)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0,0.1,0.29)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.02,0.12,0.27)
TRIA(0,0.12,0.29)	TRIA(0.06,0.12,0.29)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.11,0.3)
TRIA(0,0.11,0.27)	TRIA(0,0.12,0.28)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.13,0.27)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0.04,0.12,0.3)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0.04,0.13,0.25)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.12,0.28)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.12,0.29)
TRIA(0.04,0.11,0.3)	TRIA(0,0.11,0.28)

B10

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.08,0.26)	TRIA(0,0.09,0.3)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0.02,0.08,0.21)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.07,0.14)
TRIA(0,0.08,0.24)	TRIA(0,0.07,0.23)
TRIA(0,0.08,0.22)	TRIA(0,0.06,0.22)
TRIA(0,0.08,0.2)	TRIA(0,0.07,0.19)
TRIA(0,0.07,0.29)	TRIA(0,0.05,0.27)
TRIA(0,0.07,0.2)	TRIA(0,0.04,0.17)
TRIA(0,0.06,0.23)	TRIA(0,0.04,0.17)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.04,0.27)
TRIA(0,0.08,0.23)	TRIA(0,0.03,0.16)
TRIA(0,0.07,0.29)	TRIA(0,0.03,0.22)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.07,0.16)
TRIA(0,0.07,0.26)	TRIA(0,0.08,0.24)
TRIA(0,0.07,0.22)	TRIA(0,0.07,0.27)
TRIA(0,0.08,0.24)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.08,0.19)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.09,0.27)
TRIA(0,0.06,0.28)	TRIA(0.03,0.09,0.2)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0.03,0.06,0.3)
TRIA(0,0.09,0.2)	TRIA(0,0.04,0.24)
TRIA(0,0.07,0.25)	TRIA(0,0.04,0.17)
TRIA(0,0.08,0.24)	TRIA(0.01,0.03,0.22)
TRIA(0,0.08,0.27)	TRIA(0,0.04,0.23)

B11

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0.01,0.26)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.09,0.22)
TRIA(0,0.09,0.22)	TRIA(0,0.1,0.3)
TRIA(0,0.08,0.28)	TRIA(0,0.09,0.16)
TRIA(0,0.08,0.28)	TRIA(0,0.08,0.15)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.07,0.12)
TRIA(0,0.07,0.29)	TRIA(0,0.07,0.11)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.08,0.13)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.07,0.18)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.08,0.16)
TRIA(0,0.08,0.26)	TRIA(0,0.07,0.29)
TRIA(0,0.09,0.3)	TRIA(0,0.07,0.28)
TRIA(0,0.09,0.2)	TRIA(0,0.08,0.16)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.08,0.28)
TRIA(0,0.08,0.21)	TRIA(0,0.08,0.21)
TRIA(0,0.07,0.3)	TRIA(0,0.09,0.17)
TRIA(0,0.08,0.26)	TRIA(0,0.07,0.19)
TRIA(0,0.01,0.22)	TRIA(0,0.01,0.22)
TRIA(0,0,0)	TRIA(0,0,0)

B12

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.12,0.28)	TRIA(0,0.12,0.3)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.09,0.28)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.12,0.3)
TRIA(0,0.13,0.29)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.1,0.28)	TRIA(0,0.09,0.29)
TRIA(0,0.12,0.28)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.11,0.28)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.1,0.29)
TRIA(0,0.1,0.27)	TRIA(0,0.1,0.24)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.12,0.26)
TRIA(0,0.08,0.29)	TRIA(0,0.1,0.25)
TRIA(0,0.1,0.28)	TRIA(0,0.1,0.28)
TRIA(0,0.1,0.26)	TRIA(0,0.08,0.29)
TRIA(0,0.1,0.29)	TRIA(0,0.11,0.25)
TRIA(0,0.1,0.3)	TRIA(0,0.11,0.21)
TRIA(0,0.09,0.29)	TRIA(0,0.11,0.26)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.11,0.28)
TRIA(0,0.11,0.3)	TRIA(0,0.1,0.29)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.14,0.22)
TRIA(0,0.11,0.28)	TRIA(0,0.13,0.3)
TRIA(0,0.12,0.3)	TRIA(0,0.09,0.23)
TRIA(0,0.09,0.28)	TRIA(0,0.13,0.28)

B13

Workday (psi/sec)	Weekend (psi/sec)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.23,0.29)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.22,0.29)	TRIA(0,0.22,0.3)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0,0.25,0.3)
TRIA(0,0.08,0.3)	TRIA(0,0.01,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0,0)
TRIA(0,0.21,0.3)	TRIA(0,0.01,0.28)
TRIA(0,0.23,0.3)	TRIA(0,0.01,0)
TRIA(0,0.22,0.29)	TRIA(0,0.05,0.3)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.22,0.28)
TRIA(0,0.2,0.29)	TRIA(0,0.26,0.3)
TRIA(0,0.22,0.3)	TRIA(0,0.23,0.29)
TRIA(0,0.23,0.3)	TRIA(0,0.29,0.3)
TRIA(0,0.18,0.3)	TRIA(0,0.21,0.3)
TRIA(0,0.27,0.3)	TRIA(0,0.2,0.3)
TRIA(0,0.13,0.3)	TRIA(0,0.14,0.3)
TRIA(0,0.25,0.3)	TRIA(0,0.08,0.29)
TRIA(0,0.2,0.28)	TRIA(0,0.12,0.3)
TRIA(0,0.25,0.29)	TRIA(0,0.16,0.29)
TRIA(0,0.17,0.3)	TRIA(0,0.01,0.01,0.3)
TRIA(0,0.24,0.3)	TRIA(0,0.2,0.3)
TRIA(0,0.02,0.3)	TRIA(0,0.23,0.3)
TRIA(0,0.22,0.3)	TRIA(0,0.25,0.3)
TRIA(0,0.26,0.28)	TRIA(0,0,0)

ภาคผนวก ข

ผลการจำลองสถานการณ์ 185 รอบ

KPI	Average value	Half Width	Expected Half Width (Average*0.05)	Number of replication
Utilization of trailer at main1	0.5208	.00	0.02608	185
Wait time for transport trailer at main1	645.02	.10	32.251	185
Shortage times1	0	<.00	0	185
Shortage times10	0	<.00	0	185
Shortage times11	0	<.00	0	185
Shortage times12	0	<.00	0	185
shortage times13	0	<.00	0	185
Shortage times14	0	<.00	0	185
shortage times15	0	<.00	0	185
Shortage times2	0	<.00	0	185
shortage times3	0	<.00	0	185
Shortage times4	0	<.00	0	185
Shortage times5	0	<.00	0	185
Shortage times6	0	<.00	0	185
Shortage times7	0	<.00	0	185
Shortage times8	0	<.00	0	185
Shortage times9	0	<.00	0	185
Number of shortage all sub at main1	0	<.00	0.40108	185
Record shortage time7	0	<.00	0	185
Shortage time all sub at main1	0	<.00	0	185
early1	96.0162	< 1.04	4.80081	185
early10	0	< .00	0	185
early11	169.5	<.10	8.475	185
early12	147	<.01	7.35	185
early13	14.8054	<.19	0.74027	185
early14	172	<.00	8.6	185

KPI	Average value	Half Width	Expected Half Width (Average*0.05)	Number of replication
early15	102	<.02	5.1	185
early2	27.6649	<.67	1.383245	185
early3	58.5135	<.07	2.925675	185
early4	148.58	<.08	7.429	185
early5	160.18	<.06	8.009	185
early6	161.14	<.07	8.057	185
early7	103.21	<.04	5.1605	185
early8	0	<.00	0	185
early9	198.64	<.08	9.932	185
Number of early all sub at main1	1559.25	1.33	77.9625	185
Wait time for change trailer at sub1	9.1923	.08	0.459615	185
Wait time for change trailer at sub10	0	.00	0	185
Wait time for change trailer at sub11	14.4045	.05	0.720225	185
Wait time for change trailer at sub12	0.00110315	.03	5.51575E-05	185
Wait time for change trailer at sub13	60.1972	1.69	3.00986	185
Wait time for change trailer at sub14	7.7539	.01	0.387695	185
Wait time for change trailer at sub15	35.3668	.92	1.76834	185
Wait time for change trailer at sub2	7.6413	.17	0.382065	185
Wait time for change trailer at sub3	57.8225	1.13	2.891125	185
Wait time for change trailer at sub4	46.8416	.08	2.34208	185
Wait time for change trailer at sub5	3.6437	.24	0.182185	185

KPI	Average value	Half Width	Expected Half Width (Average*0.05)	Number of replication
Wait time for change trailer at sub6	10.2655	.33	0.513275	185
Wait time for change trailer at sub7	13.4101	.05	0.670505	185
Wait time for change trailer at sub8	0	.00	0	185
Wait time for change trailer at sub9	7.4223	.27	0.371115	185
Wait time for change trailer all sub at main1	273.96	2.12	13.698	185
ontime1	81.6919	<1.00	4.084595	185
ontime10	0.7514	<.12	0.03757	185
ontime11	0.5459	<.10	0.027295	185
ontime12	0	<.00	0	185
ontime13	113.22	<.19	5.661	185
ontime14	0	<.00	0	185
ontime15	0	<.00	0	185
ontime2	114.42	<.88	5.721	185
ontime3	0	<.00	0	185
ontime4	0	<.00	0	185
ontime5	0	<.00	0	185
ontime6	0	<.00	0	185
ontime7	0	<.00	0	185
ontime8	165	<.00	8.25	185
ontime9	0	<.00	0	185
Real late 1	0.1946	<.07	0.00973	185
Real late 10	158.25	<.12	7.9485	185
Real late 11	0	<.00	0	185
Real late 12	0	<.00	0	185
Real late 13	0	<.00	0	185
Real late 14	0	<.00	0	185
Real late 15	0	<.00	0	185
Real late 2	26.0757	<.64	1.303785	185

KPI	Average	Half Width	Expected Half	Number of
-----	---------	------------	---------------	-----------

	value		Width (Average*0.05)	replication
Real late 3	0	< .00	0	185
Real late 4	0	< .00	0	185
Real late 5	0	< .00	0	185
Real late 6	0	< .00	0	185
Real late 7	0	< .00	0	185
Real late 8	0	< .00	0	185
Real late 9	0	< .00	0	185
Real late all sub at main1	184.52	.65	9.226	185
order leadtime1	33.9259	<.05	1.69727	185
order leadtime10	60	<.00	3	185
order leadtime11	33.2249	<.01	1.661245	185
order leadtime12	82.1266	<.14	4.10633	185
order leadtime13	56.9961	<.14	2.849805	185
order leadtime14	32.7539	<.01	1.637695	185
order leadtime15	52.7134	<.91	2.63567	185
order leadtime2	43.1801	<.1	2.159005	185
order leadtime3	85.8581	<1.12	4.292905	185
order leadtime4	37.7593	<.02	1.887965	185
order leadtime5	48.1914	<.11	2.40957	185
order leadtime6	56.7061	<.18	2.835305	185
order leadtime7	39.075	<.03	1.95375	185
order leadtime8	45	<.00	2.25	185
order leadtime9	42.9849	<.09	2.149245	185
Order leadtime all sub at main1	750.52	1.46	37.526	185
late time1	0.1739	<.08	0.008695	185
late time10	5.5436	<.01	0.27718	185
late time2	5.5863	<.12	0.279315	185