

ระบบการจองการจัดส่งด้วยรถบรรทุก



นายสุชีพพัฒน์ เทียมปฐม

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

CHULALONGKORN UNIVERSITY

บทคัดย่อและแฟ้มข้อมูลฉบับเต็มของวิทยานิพนธ์ตั้งแต่ปีการศึกษา 2554 ที่ให้บริการในคลังปัญญาจุฬาฯ (CUIR)
เป็นแฟ้มข้อมูลของนิสิตเจ้าของวิทยานิพนธ์ ที่ส่งผ่านทางบัณฑิตวิทยาลัย

The abstract and full text of theses from the academic year 2011 in Chulalongkorn University Intellectual Repository (CUIR)
are the thesis authors' files submitted through the University Graduate School.

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา ภาควิชาวิศวกรรมโยธา

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2558

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

TRUCK DELIVERY RESERVATION SYSTEM

Mr. Sukapat Tiempathom



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering Program in Civil Engineering
Department of Civil Engineering
Faculty of Engineering
Chulalongkorn University
Academic Year 2015
Copyright of Chulalongkorn University

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบการจองการจัดส่งด้วยรถบรรทุก
โดย	นายสุขพัฒน์ เทียมปฐม
สาขาวิชา	วิศวกรรมโยธา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก	รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วน
หนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(ศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต เอื้ออาภรณ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานิช โลหเตปานนท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย แสงเพชรงาม)

.....กรรมการภายนอกมหาวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ ร่องวิริยะพานิช)

สุพวัฒน์ เทียมปฐม : ระบบการจองการจัดส่งด้วยรถบรรทุก (TRUCK DELIVERY RESERVATION SYSTEM) อ.ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก: รศ. ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์, 90 หน้า.

การวิจัยวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับการจองรถขนส่งสินค้า โดยกรณีศึกษาเป็นบริษัทผู้ผลิตสินค้าเฟอร์นิเจอร์ที่ให้ลูกค้าสั่งซื้อและจองเวลาการจัดส่งสินค้าตามสาขา ในกรุงเทพและปริมณฑลของบริษัท ซึ่งในแต่ละวันจะมีการจองการจัดส่งสินค้าในแก่ลูกค้าประมาณ 400 ราย

ระบบการจองการจัดส่งที่พัฒนาขึ้น เป็นระบบตัดสินใจในการรับและจัดการคำสั่งซื้อของลูกค้า ประกอบด้วย 2 กระบวนการ คือ 1) กระบวนการรับจองการจัดส่งตั้งต้น เป็นการตัดสินใจรับคำสั่งซื้อของลูกค้า ตามลำดับการเข้ามาของคำสั่งซื้อ ภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนรถบรรทุก เวลาการจัดส่งสินค้า เวลาการติดตั้งสินค้า และความจุของรถบรรทุก โดยในการรับจองคำสั่งซื้อแต่ละครั้งนั้น ระบบจะคาดการณ์ถึงผลกระทบที่จะเกิดโอกาสในการให้บริการแก่ลูกค้าที่จะเข้ามาในอนาคต เพื่อสามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุดจำนวนรถที่จำกัด และ 2) กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดให้กับรถขนส่ง เป็นการสลับการจัดคำสั่งซื้อที่รับจองไปยังรถที่พร้อมให้บริการ ภายใต้เงื่อนไขเวลาในการจัดส่งลูกค้าที่ได้รับจองในแต่ละวันตามผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการแรกแล้ว เพื่อลดเวลาในวิ่งรอบรถขนส่งทั้งหมด ซึ่งการลดเวลาในการขนส่งจะช่วยลดต้นทุนในการขนส่ง

การศึกษาได้นำแบบจำลองที่ได้พัฒนาขึ้นไปทดสอบกับข้อมูลการจัดส่งที่รวบรวมในช่วงเวลา 10 วัน รวมทั้งหมดเป็น 30 สถานการณ์ของการจัดส่ง เมื่อเปรียบเทียบผลที่ได้จากแบบจำลองกับการจองที่เกิดขึ้นจริงซึ่งจัดโดยพนักงาน พบว่า การจัดการด้วยกระบวนการแรกของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สามารถลดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่งเฉลี่ยได้ประมาณร้อยละ 16.3 ในขณะที่การสลับคำสั่งซื้อด้วยกระบวนการที่สอง ช่วยลดเวลาการจัดส่งลงได้ร้อยละ 3.3 จากผลการจัดรถจากกระบวนการแรก

ภาควิชา วิศวกรรมโยธา

ลายมือชื่อนิสิต

สาขาวิชา วิศวกรรมโยธา

ลายมือชื่อ อ.ที่ปรึกษาหลัก

ปีการศึกษา 2558

5470565521 : MAJOR CIVIL ENGINEERING

KEYWORDS: TRUCK DELIVERY / RESERVATION SYSTEM

SUKAPAT TIEMPATHOM: TRUCK DELIVERY RESERVATION SYSTEM. ADVISOR: ASSOC. PROF. SOMPONG SIRISOPONSILP, Ph.D., 90 pp.

The purpose of this study is to develop a computer program for truck delivery reservation. The case company is a manufacturer of furniture products which allows its customers to place the orders and make the corresponding delivery reservation at its retail shops and showrooms located in the Bangkok Metropolitan Area. On average there have been about 400 delivery orders each day.

The delivery reservation system developed by this study consists of two basic processes. The first one is designed to accept and confirm the arriving delivery orders on the first come first served basis under the restrictions on the number of on-service trucks, required transit and installation service times, and carrying capacity of trucks. In considering whether or not to accept and confirm each delivery order, the system will predict the potential impacts on the prospects of serving future additional orders in order to maximize the number of accepted orders with the given fleet size. Given the set of accepted and confirmed delivery orders as determined by the first process, the second process then attempts to reassign the confirmed orders to available trucks in order to reduce the total delivery time while fulfilling all time and service requirements. The reduced delivery time will result eventually in the saving in operating delivery cost.

The developed program is subsequently tested against the historical data collected over 10 days representing a total of 30 delivery scenarios. A comparison between the delivery operation plans determined by the program and those earlier developed manually by the staff reveals that the first process of the program reduces the number of required trucks by 16.3% and that a 3.3% saving in total delivery time is achieved through the reassignment of orders to trucks in the second process of the program.

Department: Civil Engineering

Student's Signature

Field of Study: Civil Engineering

Advisor's Signature

Academic Year: 2015

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.สมพงษ์ ศิริโสภณศิลป์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เป็นอย่างสูงที่กรุณาให้คำแนะนำ ปรึกษา ตรวจสอบ และแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จลุล่วง นอกจากนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ประธานคณะกรรมการและกรรมการทุกท่าน ซึ่งประกอบด้วย ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มาโนช โลหเตปานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญชัย แสงเพชรงาม รองศาสตราจารย์ ดร.เทอดศักดิ์ รองวิริยะพานิช ที่ให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์จนสำเร็จเรียบร้อย

ผู้เขียนขอขอบพระคุณคุณอุดม ว่องขจรกิจ คุณพัฒนเดช สุนทรเดชา คุณสมชาย ชอบคำ และพนักงานบริษัทตัวอย่างทุกท่านที่ให้คำแนะนำและให้ความอนุเคราะห์ด้านข้อมูลในการทำงานวิจัยนี้อย่างดี ขอขอบพระคุณคุณศิริรัตน์ เชียงฉิน และพนักงานบริษัท ILS ทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่และให้คำปรึกษาในการทำวิทยานิพนธ์ ขอขอบพระคุณพี่ๆ กลุ่ม Smart Logistics ทุกคนที่ช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา และให้กำลังใจในการทำวิทยานิพนธ์

ผู้เขียนขอขอบคุณคุณวรเศรษฐ์ วสุจรรยาลักษณ์ สำหรับความช่วยเหลือและคำแนะนำในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานวิจัย และขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ นิสิตสาขาวิศวกรรมกรรมขนส่ง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยทุกคน

สุดท้ายนี้ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ซึ่งเป็นกำลังใจ และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาแก่ผู้เขียนจนสามารถทำงานวิจัยนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญรูป.....	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง.....	1
1.2 ลักษณะปัญหาและข้อจำกัดในการจองรถจัดส่งสินค้า	6
1.3 วัตถุประสงค์งานวิจัย.....	6
1.4 ขอบเขตงานวิจัย	7
1.5 ขั้นตอนการวิจัย	7
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 การจองการให้บริการ.....	8
2.2 การจัดการช่วงเวลา	11
2.2.1 การออกแบบตารางช่วงเวลา	11
2.2.2 ช่วงเวลาไดนามิก	16
2.3 ทบทวนงานวิจัย	17
บทที่ 3 กรอบแนวคิดระบบการจองการจัดส่ง	20
3.1 กรอบแนวคิดระบบการจองการจัดส่ง.....	20
3.2 การออกแบบการจองการจัดส่ง	20

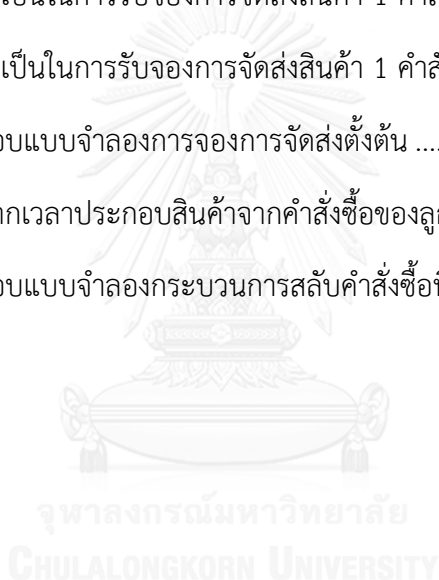
3.2.1 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่ง.....	22
3.2.2 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ	26
3.2.3 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ	27
3.3 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก.....	29
3.3.1 การเคลื่อนคำสั่งซื้อจากรถคันหลังไปยังช่องเวลาว่างของรถคันก่อนหน้า	29
3.3.2 การสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้เคียงกัน.....	30
3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจองการจัดส่ง.....	32
3.4.1 พื้นที่การจัดส่ง	32
3.4.2 ระยะทาง	42
3.4.3 เวลาการเดินทาง.....	49
3.4.4 เวลาติดตั้งสินค้า.....	55
3.4 ข้อมูลในการจองการจัดส่ง	56
3.4.1 ช่องเวลาการจอง.....	57
3.4.2 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาการขนส่ง (Travel Time Slot).....	57
3.4.3 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาติดตั้งสินค้า (Setup Time Slot).....	58
3.4.4 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ	59
3.4.5 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ	61
บทที่ 4 แบบจำลองการจองการจัดส่งสินค้า	63
4.1 กระบวนการนำเข้าข้อมูลคำสั่งซื้อสินค้า	64
4.2 กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า.....	66
4.3 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก	71
บทที่ 5 การทดสอบระบบและวิเคราะห์ผล.....	75
5.1 การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบ	75

5.1.1 การทดสอบความถูกต้องของข้อมูลในการนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง	75
5.1.2 การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง	75
5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง	76
5.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้น	76
5.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก	82
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	85
6.1 สรุปผลการวิจัย	85
6.1.1 การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	85
6.1.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล	86
6.1.3 แบบจำลองการจองการจัดส่ง	86
6.1.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล	87
6.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคในงานวิจัย	88
6.3 ข้อเสนอแนะ	88
รายการอ้างอิง	89
ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์	90

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.1 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งแต่ละสาขา.....	2
ตารางที่ 1.2 จำนวนช่องเวลาการจัดส่งของสาขา	4
ตารางที่ 3.1 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 1	42
ตารางที่ 3.2 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 2.....	43
ตารางที่ 3.3 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 3.....	43
ตารางที่ 3.4 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 4.....	44
ตารางที่ 3.5 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 5.....	44
ตารางที่ 3.6 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 6.....	45
ตารางที่ 3.7 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 7.....	45
ตารางที่ 3.8 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 8.....	46
ตารางที่ 3.9 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 9.....	46
ตารางที่ 3.10 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 10.....	47
ตารางที่ 3.11 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 11.....	48
ตารางที่ 3.12 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 12.....	48
ตารางที่ 3.13 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 1.....	49
ตารางที่ 3.14 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 2.....	50
ตารางที่ 3.15 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 3.....	50
ตารางที่ 3.16 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 4.....	51
ตารางที่ 3.17 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 5.....	51
ตารางที่ 3.18 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 6.....	52
ตารางที่ 3.19 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 7.....	52
ตารางที่ 3.20 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 8.....	53

ตารางที่ 3.21 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 9.....	53
ตารางที่ 3.22 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 10	54
ตารางที่ 3.23 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 11	54
ตารางที่ 3.24 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 12	55
ตารางที่ 3.25 เวลาการจองของลูกค้า	57
ตารางที่ 3.26 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาการขนส่ง	58
ตารางที่ 3.27 ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ.....	59
ตารางที่ 3.28 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา.....	60
ตารางที่ 3.29 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา.....	61
ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบแบบจำลองการจองการจัดส่งตั้งต้น	76
ตารางที่ 5.2 ผลกระทบจากเวลาประกอบสินค้าจากคำสั่งซื้อของลูกค้า.....	80
ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบแบบจำลองกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก.....	83



สารบัญรูป

รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการจองเวลาการจัดส่งของบริษัท	2
รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการจัดส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง	5
รูปที่ 2.1 ระยะทางของเส้นทางการจัดส่ง	15
รูปที่ 2.2 แบบจำลองการตัดสินใจ	18
รูปที่ 3.1 ลักษณะการจองการจัดส่ง	20
รูปที่ 3.2 การรับจองการจัดส่งสินค้าจากความน่าจะเป็น	21
รูปที่ 3.3 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่งกรณีที่ 1	22
รูปที่ 3.4 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่งกรณีที่ 2	23
รูปที่ 3.5 ช่องเวลาในการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า	23
รูปที่ 3.6 การตัดสินใจรับการจองกรณีขยับเวลาจัดส่งไปด้านหน้า	25
รูปที่ 3.7 การตัดสินใจรับการจองกรณีขยับเวลาจัดส่งไปด้านหลัง	26
รูปที่ 3.8 การรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ	26
รูปที่ 3.9 การรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ	28
รูปที่ 3.10 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก	29
รูปที่ 3.11 การเลื่อนคำสั่งซื้อ	30
รูปที่ 3.12 ก่อนสลับคำสั่งส่ง	31
รูปที่ 3.13 หลังสลับคำสั่งส่ง	31
รูปที่ 3.14 พื้นที่การจัดส่ง	33
รูปที่ 3.15 พื้นที่จัดส่งที่ 1	34
รูปที่ 3.16 พื้นที่จัดส่งที่ 2	34
รูปที่ 3.17 พื้นที่จัดส่งที่ 3	35
รูปที่ 3.18 พื้นที่จัดส่งที่ 4	36

รูปที่ 3.19 พื้นที่จัดส่งที่ 5.....	36
รูปที่ 3.20 พื้นที่จัดส่งที่ 6.....	37
รูปที่ 3.21 พื้นที่จัดส่งที่ 7.....	38
รูปที่ 3.22 พื้นที่จัดส่งที่ 8.....	38
รูปที่ 3.23 พื้นที่จัดส่งที่ 9.....	39
รูปที่ 3.24 พื้นที่จัดส่งที่ 10 ปทุมธานี.....	40
รูปที่ 3.25 พื้นที่จัดส่งที่ 11 นนทบุรี.....	41
รูปที่ 3.26 พื้นที่จัดส่งที่ 12 นครปฐม.....	41
รูปที่ 3.27 เวลาในการติดตั้งสินค้า.....	56
รูปที่ 3.28 การกระจายตัวของช่วงเวลาติดตั้งสินค้า.....	58
รูปที่ 3.29 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา.....	61
รูปที่ 3.30 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ.....	62
รูปที่ 4.1 แบบจำลองการจองการจัดส่งสินค้า.....	63
รูปที่ 4.2 กระบวนการนำเข้าข้อมูลสั่งซื้อสินค้า.....	65
รูปที่ 4.3 กระบวนการนำเข้าข้อมูลในโปรแกรม.....	66
รูปที่ 4.4 กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า.....	68
รูปที่ 4.5 เลือกช่วงเวลาจัดส่ง.....	69
รูปที่ 4.6 กระบวนการจองเวลาการจัดส่งสินค้าในโปรแกรม.....	69
รูปที่ 4.7 ตัวอย่างตารางการจองการจัดส่ง.....	70
รูปที่ 4.8 สรุปข้อมูลการจองการจัดส่ง.....	70
รูปที่ 4.9 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก.....	74
รูปที่ 5.1 ผลการทดสอบแบบจำลองการจองการจัดส่งตั้งต้น.....	78
รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการติดตั้งเฉลี่ยกับค่าร้อยละการลดจำนวนรถ.....	79
รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาติดตั้งกับค่าร้อยละการลดจำนวนรถ.....	79

รูปที่ 5.4 ผลกระทบจากเวลาประกอบสินค้าจากคำสั่งซื้อของลูกค้า	81
รูปที่ 5.5 ผลการทดสอบแบบจำลองกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก	82



บทที่ 1

บทนำ

1.1 กรณีศึกษาบริษัทตัวอย่าง

บริษัทตัวอย่างเป็นบริษัทขนาดใหญ่ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ โดยมีการส่งสินค้าทั่วประเทศโดยแบ่งลูกค้าเป็น 2 ประเภท คือ ลูกค้าที่เป็นโชว์รูมหรือเฟรนไชส์ และลูกค้าที่เป็นลูกค้าสุดท้าย (End Users)

ในการวิจัยนี้จะศึกษาเฉพาะการจ้องการจัดส่งสินค้าจากลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าตามสาขาในกรุงเทพและปริมณฑลของบริษัท โดยในแต่ละวันจะมีคิวการจ้องการจัดส่งสินค้าในแก่ลูกค้าสุดท้ายประมาณ 400 ราย ใช้รถกระบะ 4 ล้อ จำนวน 101 คันต่อวัน ในการจัดส่งสินค้าของบริษัทจะขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันโดยใช้รถกระบะขนาดเล็กทั้งหมดขนส่งจากจุดกระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังลูกค้าที่อยู่ในกรุงเทพและปริมณฑล

ขั้นตอนการจ้องเวลาการจัดส่งจะทำที่สาขาหลังจากลูกค้าได้ตัดสินใจซื้อสินค้าแล้ว โดยพนักงานขายจะเป็นผู้ดำเนินการจ้องเวลาการจัดส่งจากช่วงเวลาจ้องของของแต่ละสาขา โดยลูกค้าเป็นผู้เลือกวันและเวลาในการจัดส่ง ถ้าในช่วงวันเวลาที่ลูกค้าเลือกมีรถขนส่งว่าง พนักงานก็ทำการจ้องในระบบการจ้อง แต่ถ้ารถขนส่งไม่ว่าง พนักงานจะให้ลูกค้าเลือกวันเวลาในการจัดส่งใหม่ เมื่อลูกค้าจ้องวันและเวลาในการจัดส่งแล้วระบบจะออกเลขใบจัดส่งสินค้า (Delivery Order) แล้วบันทึกลงในระบบฐานข้อมูล ดังแสดงในรูป



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการจองเวลาการจัดส่งของบริษัท

ในปัจจุบันบริษัทตัวอย่างได้กำหนดช่วงเวลาในการจองรถจัดส่งแบ่งเป็นตามโควตาแต่ละสาขา โดยโควตาช่วงเวลาแต่ละสาขาคำนวณมาจากปริมาณสินค้าที่ขายในเวลา 1 ปีของแต่ละสาขามาคิดเป็นสัดส่วนร้อยละของปริมาณรวม แล้วนำมาคิดเป็นจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่ง 101 คัน ดังแสดงในตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 จำนวนรถที่ใช้ในการจัดส่งแต่ละสาขา

สาขา	ปริมาณสินค้านรวม (ลบ.ม.)	ร้อยละ	จำนวนรถ
1	6,810	6	6
2	11,306	9	10
3	7,293	6	6
4	3,631	3	3
5	6,806	6	6
6	8,436	7	7

สาขา	ปริมาณสินค้ารวม (ลบ.ม.)	ร้อยละ	จำนวนรถ
7	5,949	5	5
8	17,985	15	15
9	9,155	8	8
10	10,340	9	9
11	3,137	3	3
12	2,639	2	2
13	1,714	1	1
14	4,122	3	3
15	5,905	5	5
16	1,115	1	1
17	1,593	1	1
18	1,461	1	1
19	2,544	2	2
20	1,685	1	1
21	1,651	1	1
22	1,418	1	1
23	2,770	2	2
รวม	119,466	100	101

เมื่อได้จำนวนรถที่ใช้ในแต่ละสาขา บริษัทจะกำหนดจำนวนลูกค้าที่ต้องจัดส่งในแต่ละวัน จำนวน 410 ราย การกำหนดช่วงเวลาการจัดส่งให้แก่ลูกค้าเลือกนั้น กำหนดให้รถทุกคันเริ่มส่งลูกค้า รายแรกตอน 10.00 น. หรือ 11.00 น. ขึ้นกับระยะทางจากศูนย์กระจายสินค้าไปยังลูกค้า แล้วกระจายช่วงเวลาการจัดส่งแต่ละช่วงเวลาตามความเหมาะสม โดยในช่วงเวลา 12.00 – 13.00 น. จะไม่มีช่วงเวลาการจัดส่ง เพราะเป็นเวลาพักเที่ยงของพนักงานจัดส่ง โดยจำนวนช่วงเวลาการจัดส่งของแต่ละสาขาที่ลูกค้าสามารถเลือกได้แสดงในตารางที่ 1.2

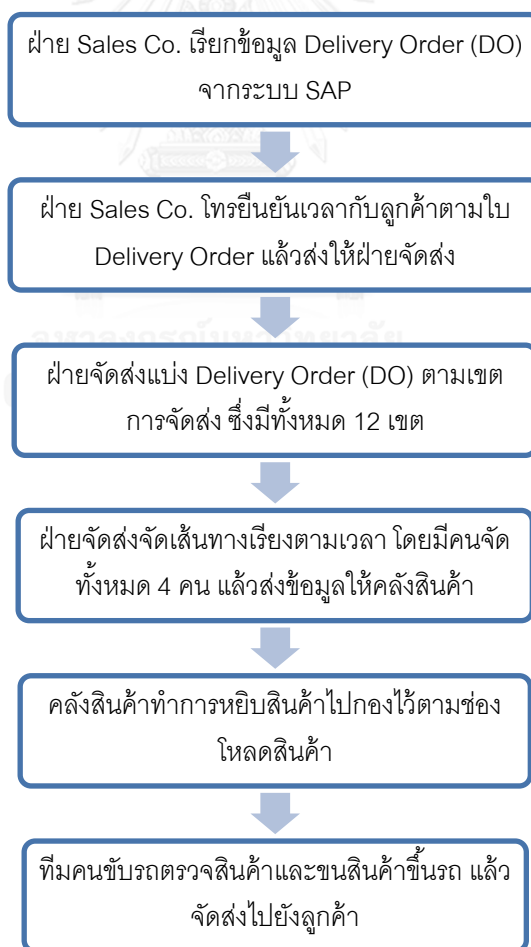
ตารางที่ 1.2 จำนวนช่องเวลาการจัดส่งของสาขา

สาขา	10.00 - 11.00	11.00 - 12.00	12.00 - 13.00	13.00 - 14.00	14.00 - 15.00	15.00 - 16.00	16.00 - 17.00	17.00 - 18.00	18.00 - 20.00	Total
1	6	0	0	4	4	4	3	3	2	26
2	0	9	0	4	4	4	4	4	3	32
3	0	6	0	4	4	4	3	3	2	26
4	1	2	0	2	2	2	2	1	1	13
5	4	2	0	4	4	3	3	3	3	26
6	8	0	0	5	5	5	3	3	2	31
7	2	3	0	3	3	3	3	3	2	22
8	0	16	0	8	8	8	8	8	6	62
9	8	0	0	4	4	4	4	4	3	31
10	0	10	0	6	6	6	6	6	4	44
11	0	3	0	2	2	2	2	1	1	13
12	0	2	0	1	1	1	1	1	1	8
13	0	1	0	1	0	1	0	1	0	4
14	3	0	0	2	2	2	2	1	1	13
15	0	5	0	3	3	2	2	2	2	19
16	0	1	0	1	0	1	0	0	1	4
17	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4
18	1	0	0	0	1	0	1	0	1	4
19	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8
20	1	0	0	1	0	1	0	1	0	4
21	0	1	0	1	0	0	1	0	1	4
22	0	1	0	0	1	0	1	0	1	4
23	2	0	0	1	1	1	1	1	1	8
Total	38	63	0	58	57	55	52	47	40	410

เมื่อได้จำนวนช่องเวลาให้ลูกค้าจองของแต่ละสาขาแล้ว ในการจัดส่งสินค้าของบริษัทจะขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันโดยใช้รถกระบวนขนาดเล็กทั้งหมดขนส่งจากจุดกระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังลูกค้าที่อยู่ในกรุงเทพและปริมณฑล ซึ่งมีความท้าทายเนื่องจาก

- พนักงานไม่สามารถเปลี่ยนแปลงเวลาการจัดส่งของลูกค้าได้ ซึ่งเวลาการจัดส่งมีผลโดยตรงต่อระดับการบริการลูกค้า
- เป็นการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าโดยตรง ซึ่งจุดส่งมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน
- ความยากง่ายในการประกอบชิ้นสินค้าส่งผลให้เวลาที่ใช้ในการประกอบและติดตั้งสินค้า (Service Time) ไม่เท่ากัน

จากการศึกษาศูนย์กระจายสินค้าของบริษัทตัวอย่างจะมีกระบวนการของการจัดส่งสินค้าดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ขั้นตอนการจัดส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง

1.2 ลักษณะปัญหาและข้อจำกัดในการจองรถจัดส่งสินค้า

ปัญหาและข้อจำกัดในการจองรถขนส่งสินค้า จากการที่กำหนดจำนวนช่องเวลาการจัดส่งของแต่ละสาขาเป็นแบบคงที่ สามารถแสดงได้เป็นข้อๆ ดังนี้

- จำนวนช่องเวลาในการจองคงที่ แต่ระยะเวลาในการประกอบสินค้าไม่คงที่ กล่าวคือลูกค้าบางรายอาจมีระยะเวลาในการประกอบสินค้านานจนไม่สามารถจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายต่อไปได้ทันเวลา
- ช่องเวลาขึ้นกับสาขาไม่ได้ขึ้นกับพื้นที่การจัดส่ง ส่งผลให้ลูกค้าบางรายที่บ้านอยู่คนละเขตการจัดส่งกับสาขา ทำให้บางพื้นที่จัดส่งที่จำนวนลูกค้ามากเกินความสามารถในการจัดส่งสินค้า
- ไม่มีการคิดระยะเวลาที่ใช้ในการขนส่งระหว่างลูกค้า กล่าวคือระยะทางระหว่างลูกค้าในแต่ละรายมีระยะทางไม่เท่ากัน ส่งผลให้อาจเกิดความล่าช้าในการจัดส่งสินค้าไปยังลูกค้ารายต่อไป
- การจัดการจัดส่งสินค้าของลูกค้าช่วงเวลาเดียวกันมีจำนวนมากเกินจำนวนรถบรรทุก แสดงถึงตารางปัจจุบันไม่สามารถจัดส่งสินค้าได้จริงตามจำนวนรถบรรทุกที่มีอยู่

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้งหมดล้วนเกิดจากการไม่มีระบบการจองรถที่สามารถคำนวณความเป็นไปได้ในการจัดส่งสินค้าตามเวลาที่ลูกค้าต้องการ อย่างไรก็ตามการออกแบบระบบการจองรถนี้เป็นเรื่องยากเนื่องจากลูกค้าที่จัดส่งมีความไม่แน่นอนทั้งสถานที่ จำนวนสินค้า ระยะเวลาในการประกอบสินค้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงออกแบบระบบการจองรถที่สามารถคำนวณความเป็นไปได้ในการจัดส่งสินค้าตามเวลาที่ลูกค้า เมื่อมีระบบการจองรถจัดส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพแล้ว จะส่งผลให้ประสิทธิภาพในการใช้รถสูงขึ้น ทำให้ลดต้นทุนในการบริการจัดส่งสินค้า

1.3 วัตถุประสงค์งานวิจัย

- เพื่อศึกษาการจัดการช่องเวลาสำหรับการจองรถขนส่งสินค้า
- เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจองรถขนส่งสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจองรถเพื่อการจัดส่งสินค้าถึงลูกค้า โดยลูกค้าจองบริเวณหน้าร้านตอนที่ลูกค้าได้สั่งซื้อสินค้า เพื่อให้พนักงานขายสามารถให้คำตอบแก่ลูกค้าได้ว่าวันและเวลาที่ลูกค้าต้องการให้ส่งสินค้านั้นบริษัทสามารถไปส่งได้หรือไม่ ถ้าส่งได้ก็ยืนยันการส่งสินค้าแก่ลูกค้าได้ แต่ถ้าเวลาที่ลูกค้าเลือกไม่สามารถส่งได้ ระบบก็จะมีช่วงวันเวลาที่สามารถส่งสินค้าแนะนำจากระบบให้ลูกค้าได้ตัดสินใจเลือกต่อไป

1.5 ขั้นตอนการวิจัย

ขั้นตอนของการวิจัยสามารถสรุปเป็นขั้นตอนหลักๆ ได้ดังนี้

- ศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่ผ่านมา โดยรวบรวมทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดการช่วงเวลาในการขนส่งสินค้า และการจองรถขนส่งสินค้า
- ศึกษาขั้นตอนและวิธีการทำงานของบริษัทตัวอย่าง
- ศึกษาปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นในกระบวนการขนส่งสินค้าของบริษัทตัวอย่าง
- ออกแบบระบบการจองรถขนส่งสินค้าจากข้อมูลที่ได้จากบริษัทตัวอย่าง
- เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ตามระบบที่ได้ออกแบบไว้
- ทดสอบการทำงาน ปรับปรุงแบบจำลองและโปรแกรม โดยทดสอบความถูกต้องแต่ละขั้นตอนการทำงานรวมถึงผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม
- วิเคราะห์และเปรียบเทียบผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรม
- สรุปผลงานวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจองรถขนส่งสินค้าที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจองรถขนส่งสินค้า ลดปัญหาในการจองรถขนส่งสินค้า และสามารถใช้โปรแกรมนี้ช่วยพนักงานขายสินค้าให้คำตอบเกี่ยวกับกำหนดเวลาในการส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าได้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยนี้เป็นการจองการจัดส่งด้วยรถบรรทุกจากคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้าซึ่งเป็นลูกค้าปลีก ต้องดำเนินการภายใต้ เงื่อนไข และข้อจำกัดที่สำคัญที่มีผลต่อการตัดสินใจรับคำสั่งซื้อ เวลาส่งสินค้า สถานที่จัดส่งสินค้า เวลาติดตั้งสินค้า เวลาขนส่งสินค้า ความจุรถบรรทุก และจำนวนรถบรรทุก ผู้วิจัยจึงได้ศึกษา และทบทวนทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจองการจัดส่ง ซึ่งงานวิจัยในเรื่องนี้ยังไม่เป็นที่แพร่หลายมากนัก

ในบทนี้ผู้วิจัยจะกล่าวถึงรายละเอียดเรื่องการจองการให้บริการ การจัดตารางเวลา การจัดการช่องเวลา และงานวิจัยในอดีตที่เกี่ยวข้อง

2.1 การจองการให้บริการ

การจองการให้บริการคือการแสดงความจำเป็นในการใช้บริการ การจองจะเป็นการกำหนดวัน และเวลาไว้ล่วงหน้าเพื่อให้แน่ใจว่าเมื่อถึงกำหนดจะได้รับบริการ

ในระบบบริการใดก็ตาม จะมีผู้เกี่ยวข้องอยู่ 3 ฝ่าย คือ ผู้รับบริการ ผู้ให้บริการ และผู้จัดการบริการ ผู้ใช้บริการหรือลูกค้ามักจะเข้าสู่ระบบการให้บริการแบบไม่แน่นอน ผู้ให้บริการมีหน้าที่เสนอบริการตามที่ลูกค้าต้องการ ส่วนผู้จัดการบริการคือคนกลางที่จัดเสนอบริการขึ้นเพื่อดึงดูดผู้ให้บริการ ผู้บริหารมักหาวิธีการดำเนินงานเพื่อให้ระบบบริการเหมาะสมที่สุด คือมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด และบริการลูกค้าได้โดยลูกค้ามีความพึงพอใจ

หลักการรับจอง คือทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัดควรจะมีการใช้ก็ต่อเมื่อในกรณีที่ราคาสูงกว่า ต้นทุนค่าเสียโอกาสของทรัพยากรนั้น ดังนั้นจะมีการยอมรับการจองก็ต่อเมื่อรายได้ที่เกิดจากการรับจองมากกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้น

ตัวอย่างการจองการให้บริการในภาคการขนส่ง เช่น การจองระวาง เป็นกระบวนการในการกำหนดว่าระวางที่ทำการจองเข้ามา ว่าระวางใดควรรับจอง และระวางใดควรจะปฏิเสธ การตัดสินใจรับหรือปฏิเสธมีหลายวิธี เช่น วิธีการรับจองระวางจากราคาประมูล

หลักการของการรับจองระหว่างจากราคาประมูล คือทรัพยากรที่มีจำนวนจำกัดควรมีการใช้ก็ต่อเมื่อในกรณีที่ราคาสูงกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาสของทรัพยากรนั้น โดยที่ราคาประมูลสำหรับทรัพยากร คือต้นทุนค่าเสียโอกาสของทรัพยากรนั้น ดังนั้นจะมีการยอมรับการจองก็ต่อเมื่อรายได้ที่เกิดจากการรับจองระหว่างมากกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาสที่เกิดขึ้น หรือราคาประมูลนั่นเอง มีขั้นตอนดังนี้

1. หาราคาประมูลของแต่ละขาการเดินทาง ราคาประมูลจะควบคุมกลไกเพื่อบอกให้แน่ใจว่าเราจะไม่รับธุรกิจที่มีผลต่างระหว่างราคาขายกับต้นทุนน้อยกว่าต้นทุนค่าเสียโอกาส แต่ไม่สามารถบอกถึงราคาตลาดได้อย่างถูกต้อง
2. นำค่าระหว่างมาเปรียบเทียบกับผลรวมของราคาประมูล ถ้าค่าระหว่างมากกว่าหรือเท่ากับราคาประมูลก็ยอมรับการจองระหว่างนั้น

ขจาริน โตรักตระกูล (2553) ได้ศึกษาการจัดสรรระหว่างการขนส่งสินค้าเพื่อจัดการรายได้สำหรับสายเรือคอนเทนเนอร์ ได้มีการจัดการรับจองระหว่างแบบจำลองการจัดสรรระหว่างการขนส่งผู้คอนเทนเนอร์ ได้สร้างแบบจำลองสถานการณ์เพื่อจำลองการตัดสินใจในการรับของระหว่างของสายเรือด้วยการรับจองระหว่างจากราคาประมูล

มีแนวคิดการรับจองคือ หากรายได้ที่เกิดจากการรับจองระหว่างมากกว่าราคาประมูล ซึ่งเทียบได้กับทฤษฎีหาค่าที่เหมาะสมที่สุด (Optimization) คือเมื่อราคามากกว่าค่าใช้จ่ายที่ลดลง (Reduced Cost) จะทำการรับจองระหว่างทันที โดยพิจารณาคู่กับจำนวนระหว่างที่ยังเหลือว่างอยู่ในแต่ละขาการเดินทาง

การคำนวณหาราคาประมูลจะหาได้จากการแก้ปัญหาแบบจำลองการจัดสรรระหว่างการขนส่งผู้คอนเทนเนอร์ และนำราคาเงา (Shadow Price) ที่ได้จากสมการเงื่อนไขมาทำการหาราคาประมูลซึ่งราคาเงา หมายถึงมูลค่าของคำตอบที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงค่าด้านขวาของสมการเงื่อนไข 1 หน่วย

การรับจองระหว่างมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. นำแบบจำลองการจัดสรรระหว่างการขนส่งผู้คอนเทนเนอร์มาหาผลเฉลย
2. นำราคาเงาที่ได้จากการแก้ปัญหาแบบจำลองมาคำนวณหาราคาประมูลสำหรับการรับจองระหว่างการขนส่งผู้คอนเทนเนอร์ในแต่ละตลาด

3. เมื่อมีคำสั่งจองระวางการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์เข้ามา จะตรวจสอบว่าราคาค่าระวางของตู้คอนเทนเนอร์ที่ทำการจองเข้ามานั้นมีค่ามากกว่าราคาประมูลหรือไม่ หากราคาค่าระวางน้อยกว่าหรือเท่ากับราคาประมูล จะปฏิเสธคำสั่งจองนั้นทันที
4. หากราคาค่าระวางมากกว่าราคาประมูลจะตรวจสอบต่อว่ายังมีระวางที่ว่างเหลือเพียงพอหรือไม่ หากระวางที่ว่างเหลือไม่เพียงพอ จะปฏิเสธคำสั่งจอง
5. หากระวางที่ว่างยังเหลือเพียงพอกับความต้องการการขนส่ง จะรับการจองระวางการขนส่งนั้น และระบบจะปรับลดจำนวนระวางที่ว่างลง
6. ทำการหาผลเฉลยด้วยแบบจำลองการจัดสรรระวางการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ใหม่ เพื่อปรับลดราคาเงาให้มีความทันสมัย

สมมติฐานของการรับจองระวาง มีดังนี้

1. ระวางที่ทำการจองก่อนจะได้สิทธิ์ในการได้รับระวางก่อน
2. สามารถจองระวางล่วงหน้าได้ก่อน 1 เดือน โดยใช้วิธีปรับค่าราคาเงาตามช่วงเวลาคาบ 1 สัปดาห์ สำหรับ 3 สัปดาห์แรก และคาบ 1 วัน สำหรับสัปดาห์สุดท้าย
3. ลักษณะของความต้องการในการขนส่งจะสามารถพยากรณ์ได้เป็นรายสัปดาห์ แต่ในแต่ละตลาดจะมีการกระจายตัวที่แตกต่างกัน

ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบแบบจำลอง มีดังนี้

1. ความต้องการในการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์แต่ละประเภท
2. รายได้จากการขนส่งในแต่ละตลาด
3. ความสามารถในการให้บริการขนส่ง
4. ความต้องการหรือความสามารถในการให้บริการตู้เปล่า

ผลการศึกษาจากการจำลองสถานการณ์การรับจองระวางการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์สินค้า ด้วยวิธีการหาราคาประมูลจากแบบจำลองมาตรฐานและแบบจำลองสถานการณ์ พบว่ารายได้จากการรับจองระวางทั้ง 2 แบบมีค่าใกล้เคียงกัน เมื่อเปรียบเทียบรายได้จากการรับจองระวางการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์ระหว่างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์และแบบจำลองสถานการณ์พบว่ารายได้ที่เกิดจากทั้ง 2 ส่วนนี้ต่างกันค่อนข้างมาก เพราะว่ารูปแบบการเข้ามาของความต้องการการขนส่งตู้คอนเทนเนอร์มีผลต่อรายได้ที่เกิดขึ้น

2.2 การจัดการช่วงเวลา (Time Slot Management)

จุดประสงค์ของการจัดการช่วงเวลาคือการทำให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าที่เกิดจากคำสั่งซื้อของลูกค้าต่ำที่สุดจากการเสนอช่วงเวลาการจัดส่งสินค้า โดยมีสมมติฐานคือความต้องการมีผลต่อช่วงเวลาที่เสนอ ซึ่งความต้องการถูกวัดเป็นจำนวนคำสั่งซื้อของลูกค้า สามารถแบ่งเป็น 2 สมมติฐานหลักคือ

1. รู้ความต้องการรายสัปดาห์ในแต่ละพื้นที่ และเป็นอิสระกับกลุ่มของช่วงเวลาที่ถูกเสนอ
2. รู้ความต้องการรายสัปดาห์ในแต่ละพื้นที่แล้วแบ่งเข้ากับช่วงเวลาเสนอเท่าๆกัน

สมมติฐานแรกนั้นมีจุดประสงค์เพื่อให้มีความยืดหยุ่นแก่ลูกค้าซึ่งเปลี่ยนช่วงเวลาเสนอโดยไม่มีผลในการเสียยอดขาย ข้อมูลในอดีตสนับสนุนความถูกต้องของสมมติฐานสำหรับการเปลี่ยนแปลงการเสนอช่วงเวลา สมมติฐานที่สองมีสมมติฐานว่าทุกช่วงเวลาได้รับความนิยมเท่ากัน ค่าธรรมเนียมการขนส่งที่แตกต่างกันเป็นเหตุผลพิเศษสำหรับสมมติฐานนี้ เพราะพยายามลดความแตกต่างในช่องเวลาที่นิยมและให้ความต้องการมีความสม่ำเสมอ

ทั้ง 2 สมมติฐานให้ทุกคำสั่งซื้อ มีขนาดเดียวกัน เนื่องจากขนาดของคำสั่งซื้อ มีผลกับจำนวนของคำสั่งซื้อที่จะพอดีในรถขนส่ง แต่เมื่อใช้การทดลองการคำนวณโดยใช้ขนาดของคำสั่งซื้อต่างกัน และพบว่าขนาดคำสั่งซื้อ มีผลเล็กน้อยหรือแทบไม่มีผลต่อคำตอบ

ดังนั้นการจัดการช่วงเวลาพิจารณาต้นทุนคงที่ตลอดจนต้นทุนแปรผันที่ประกอบด้วยต้นทุนที่สัมพันธ์กับระยะทางและต้นทุนที่สัมพันธ์กับเวลา เพื่อหาต้นทุนการขนส่งที่จะเกิดขึ้นในต่ำที่สุด

2.2.1 การออกแบบตารางช่วงเวลา (Time Slot Schedule Design)

การออกแบบตารางช่วงเวลาประกอบด้วย 2 ความสัมพันธ์ แต่แบ่งกลุ่มการตัดสินใจ ซึ่งจัดการตามลำดับขั้นดังนี้

- กำหนดความต้องการของการบริการและค่าจัดส่งสินค้าสำหรับแต่ละพื้นที่ (อาจแบ่งตามรหัสไปรษณีย์)
- กำหนดช่วงเวลาเฉพาะในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง (ตามความต้องการบริการ)

การตัดสินใจเหล่านี้ขึ้นกับสภาพของเส้นทางการขนส่ง ซึ่งมีพื้นฐานจากคำสั่งซื้อของลูกค้า ข้อกำหนด และรายละเอียดข้อมูลที่อยู่ของลูกค้า ซึ่งแต่ละกลุ่มของการตัดสินใจตารางช่องเวลามีความท้าทาย เพราะการกำหนดความต้องการของการบริการและค่าจัดส่งสินค้าเป็นแรงผลักดันขั้นต้น โดยการพิจารณาของการตลาด แต่ทว่าการกำหนดตารางช่องเวลาในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง (รหัสไปรษณีย์) เป็นกระบวนการขั้นต้นที่มีผลต่อการพิจารณาจัดเส้นทางจัดส่ง สิ่งเกิดได้ว่าถ้าความต้องการของการบริการในทุกช่วงเวลาที่มิขอเสนอในทุกพื้นที่ ซึ่งเป็นอย่างนี้ก็ไม่จำเป็นต้องมีการกำหนดตารางช่องเวลาในพื้นที่ อย่างไรก็ตามการเพิ่มความถี่ความต้องการช่องเวลาแต่ละพื้นที่จะมีประโยชน์ในการเสนอจำนวนของช่องเวลาที่จำกัดในพื้นที่ เพราะรถขนส่งอาจจะไปหลายพื้นที่การจัดส่งในระหว่างช่วงเวลาเดียวกัน และเส้นรอบการจัดส่งครอบคลุมหลายช่วงเวลา การกำหนดช่องเวลาพิเศษแต่ละพื้นที่ไม่สามารถแยกออกมาพิจารณาได้ ดังนั้นการกำหนดตารางช่องเวลาพิเศษแต่ละพื้นที่ต้องทำด้วยความระมัดระวัง เพื่อให้แน่ใจได้ว่าจะมีการสร้างเส้นทางการจัดส่งภายใต้ต้นทุนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

การกำหนดความต้องการของการบริการเกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างฝ่ายการตลาดและข้อจำกัดของฝ่ายปฏิบัติการ ซึ่งสามารถอธิบายความแตกต่างการตัดสินใจออกแบบได้เป็นข้อๆ ดังนี้

- ความยาวช่องเวลา (Time Slot Length)

ความยาวของเวลามีผลกระทบต่อระดับการให้บริการลูกค้าตลอดจนต้นทุนการจัดส่งสินค้า ช่องเวลาที่สั้นจะมีระดับการให้บริการลูกค้าสูง แต่ลดความยืดหยุ่นในการจัดส่งสินค้า ส่งผลให้ต้นทุนการจัดส่งสินค้าสูงขึ้น มีความเป็นไปได้ที่อาจจะออกแบบช่องเวลาด้วยความยาวที่แตกต่างกัน เช่น ความยาวช่องเวลา 2 ชั่วโมงในช่วงเช้า และ 3.5 ชั่วโมงในช่วงบ่าย

- การเหลื่อมกันของช่องเวลา (Time Slot Overlap)

การกำหนดตารางช่องเวลาอาจจะมีหรือไม่มีช่องเวลาที่เวลาเหลื่อมกัน ยกตัวอย่างเช่น ช่วงเวลาจาก 8.00-12.00 น. อาจกำหนด 2 ช่องเวลา ช่องละ 2 ชั่วโมง คือ จาก 8.00-10.00 น. และ 10.00-12.00 น. หรือกำหนด 3 ช่องเวลา ช่องละ 2 ชั่วโมง คือ 8.00-10.00 น. 9.00-11.00 น. และ 10.00-12.00 น. โดยการเหลื่อมกันของเวลามีประโยชน์ในการตลาด คือมีช่องเวลาให้ลูกค้าได้เลือกมากขึ้น

- จำนวนของการกำหนดช่วงเวลา (Number of Time Slot Offered)

จำนวนของการกำหนดช่วงเวลามีผลกระทบต่อระดับการให้บริการลูกค้าตลอดจนต้นทุนการจัดส่งสินค้า จำนวนช่วงเวลาเยอะจะเพิ่มระดับการให้บริการลูกค้า แต่มีผลให้เพิ่มต้นทุนการจัดส่งสินค้า ลูกค้าที่ไกลจากศูนย์กระจายสินค้าหรืออาศัยในพื้นที่ที่มีประชากรหนาแน่นน้อยอาจจะกำหนดให้มีจำนวนช่วงเวลาน้อยกว่า ไปเพิ่มจำนวนช่วงเวลาในพื้นที่ประชากรหนาแน่นมาก หรือกำหนดจำนวนช่วงเวลาแต่ละพื้นที่การจัดส่งตามความหนาแน่นประชากร

- ค่าการจัดส่ง (Delivery Charges)

ลูกค้าส่วนมากมีความพึงพอใจที่จะจ่ายสำหรับความสะดวกจากการจัดส่งสินค้าตามความต้องการถึงหน้าบ้าน แต่พวกเขาไม่ต้องการจ่ายมากเกินไปสำหรับความสะดวกนี้ ค่าการจัดส่งที่แตกต่างกันอาจจะพิจารณาจากตำแหน่งบ้านลูกค้า ขนาดของคำสั่งซื้อ และช่วงเวลาของการจัดส่งสินค้า

ในมุมมองของลูกค้า ลูกค้าต้องการความสมดุลในการกำหนดช่วงเวลาระหว่างวัน (เช้า บ่าย เย็น) และระหว่างสัปดาห์ (วันราชการ วันหยุด) แต่ในมุมมองบริษัท ความต้องการที่สม่ำเสมอระหว่างวันและสัปดาห์มีค่าต่อการบริหารต้นทุนการหยิบสินค้าและการจัดส่งสินค้าให้มีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามความต้องการที่สม่ำเสมอเป็นแค่ส่วนหนึ่งเท่านั้น เส้นทางการจัดส่งที่มีประสิทธิภาพเป็นผลมาจากความต้องการในทางภูมิศาสตร์มีความสม่ำเสมอ เพราะฉะนั้นเส้นทางที่กำหนดมีผลอย่างมากต่อการกำหนดช่วงเวลาในแต่ละพื้นที่การจัดส่ง

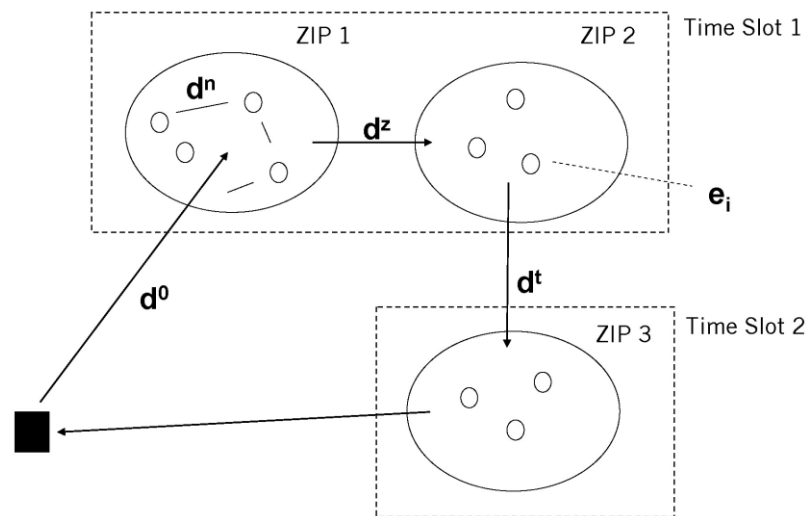
การออกแบบช่วงเวลามีผลจากการพยากรณ์ความต้องการในพื้นที่ ในขณะที่เดียวกันการพยากรณ์ความต้องการในพื้นที่ซับซ้อนจากการออกแบบช่วงเวลา ความต้องการมีความสำคัญมาก และมีหลายมิติ ขนาดของความต้องการมีความสำคัญทั้งในรูปของจำนวนคำสั่งซื้อและปริมาตรของคำสั่งซื้อ ยอดขายในพื้นที่ที่มีความสัมพันธ์กับความหนาแน่นประชากร ขนาดของคำสั่งซื้อส่วนมากขึ้นกับประเภทของลูกค้า (บริษัท หรือผู้บริโภค) ไม่ได้มีเฉพาะขนาดของความต้องการในพื้นที่เท่านั้นที่สำคัญ จำเป็นต้องมีเวลาการจัดส่งที่หลากหลาย ท้ายที่สุดน่าจะเป็นลักษณะของความต้องการประเมินยากมาก จะเกิดอะไรขึ้นกับความต้องการเมื่อเวลาที่ต้องการให้จัดส่งไม่ว่าง (หรือไม่ได้กำหนดไว้)

M. Punakivi and J. Saranen (2001) เปรียบเทียบค่าขนส่งแบบการส่งสินค้าถึงหน้าบ้านลูกค้ากับการส่งสินค้าไม่ถึงบ้านลูกค้า และผลกระทบจากความกว้างของช่วงเวลา ผลการศึกษาพบว่าได้รับประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นจากการผ่อนคลायข้อจำกัดทางด้านเวลา

จากการศึกษาที่ผ่านมาในอดีตที่เกี่ยวกับแบบจำลองการบริการส่งสินค้าถึงลูกค้าโดยตรง เริ่มต้นจากตรวจสอบผลกระทบจากความกว้างของเวลาที่แตกต่างกัน ผลจากการศึกษาแสดงให้เห็นว่าประสิทธิภาพการจัดตารางเวลาจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีการผ่อนคลायข้อจำกัดทางด้านเวลา

การออกแบบตารางเวลาต้องการเพิ่มความง่ายในการหาเส้นทางการจัดส่งสินค้าที่มีประสิทธิภาพต้นทุน โดยมีสมมติฐานขั้นต้น 2 ข้อ คือ (1) ู้ความต้องการทั้งหมดในแต่ละพื้นที่ และ (2) ความต้องการทั้งหมดในแต่ละช่วงของช่วงเวลา โดยไม่คำนึงถึงจำนวนของช่วงเวลา ข้อมูลทั้งหมดนี้สามารถหาจากข้อมูลในอดีต แบบจำลองที่ใช้มี 2 แบบที่แตกต่างกัน คือ การประมาณค่าต่อเนื่องกัน และโปรแกรมทางคณิตศาสตร์

- การประมาณค่าต่อเนื่องกัน (Continuous Approximation) อาศัยสมการอย่างง่ายเพื่อประมาณระยะทางเส้นทางจากพื้นฐานและลักษณะของปัญหา เช่น ความจุยานพาหนะและความหนาแน่นของความต้องการ แนวคิดนี้ใช้ในการระยะทางเดินทางในแต่ละวัน กล่าวคือ ประมาณระยะทางแต่ละพื้นที่ และช่วงเวลาที่กำหนดถูกประมาณจากความหนาแน่นของความต้องการในพื้นที่ ซึ่งระยะทางทั้งหมดประมาณได้โดยการรวมระยะทางแต่ละพื้นที่และช่วงเวลาที่กำหนดเข้าด้วยกัน กฎของสมมติฐานการประมาณค่าต่อเนื่องกันคือความหนาแน่นของความต้องการที่เปลี่ยนไปแต่ละพื้นที่และช่วงเวลา จุดเริ่มต้นของการประมาณค่าต่อเนื่องกันคือการแบ่งระยะทางของเส้นทางการจัดส่งเป็น 4 ส่วน ดังแสดงในรูป



รูปที่ 2.1 ระยะทางของเส้นทางการจัดส่ง

- ระยะทางระหว่างจุดส่งในพื้นที่เดียวกันและช่วงเวลาเดียวกัน (d^n)
- ระยะทางระหว่างจุดส่งระหว่างพื้นที่ในช่วงเวลาเดียวกัน (d^z)
- ระยะทางระหว่างจุดส่งใน 2 ช่วงเวลาที่แตกต่างกัน (d^t)
- ระยะทางระหว่างศูนย์กระจายสินค้ากับเขตพื้นที่การจัดส่ง (d^0)

จากได้ระยะทางของเส้นทางการจัดส่งทั้งหมดแล้วจะทำการค้นหาตำแหน่ง (Local Search) ในการปรับปรุงการกำหนดตารางช่วงเวลา

- การเขียนโปรแกรมสมการกำลังสองมีพื้นฐานจากการรวมการประมาณต้นทุน 2 ประเภทเข้าด้วยกัน เมื่อพิจารณาที่รถขนส่ง ต้นทุนจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
 1. ต้นทุนระหว่างช่วงเวลาซึ่งหาโดยจัดกลุ่มพื้นที่ (cluster) ระหว่างช่วงเวลา
 2. ต้นทุนที่ย้ายจากช่วงเวลาหนึ่งไปอีกช่วงเวลาหนึ่ง ต้นทุนรูปแบบนี้ประมาณโดยกำหนดจุดเริ่ม (seed) ของพื้นที่กลุ่ม และพิจารณาระยะทางแต่ละพื้นที่ในกลุ่มถึงจุดเริ่มของพื้นที่

ต้นทุนตัวสุดท้ายคือต้นทุนที่ประมาณโดยพิจารณาระยะทางในกลุ่มพื้นที่จากจุดเริ่มไปจุดส่ง ในช่วงเวลาเดียวกัน ทั้งนี้สมการระยะทางมีความสัมพันธ์กับจุดเริ่มต้นในพื้นที่และสมการ วัตถุประสงค์รวมถึงสมการกำลังสอง

2.2.2 ช่องเวลาไดนามิก (Dynamic Time Slotting)

ช่องเวลาไดนามิก คือ ช่องเวลาที่สามารถบริการลูกค้าได้ซึ่งพิจารณาจากผู้จัดส่งสินค้า คำนวณหาความเหมาะสมของต้นทุนกับการจัดส่งแต่ละช่องเวลาที่เป็นไปได้ เมื่อมีคำสั่งซื้อและ ต้องการกำหนดตารางเวลาการจัดส่งสินค้า ถ้าส่งได้จะแสดงผลกลุ่มของช่องเวลาให้แก่ลูกค้า ลูกค้า สามารถเลือกช่องเวลานั้นๆ หรือสามารถตัดสินใจยกเลิกคำสั่งซื้อ

การออกแบบการจัดการช่องเวลาไดนามิก อยู่ภายใต้สมมติฐานดังนี้

- ช่องเวลาการจัดส่งสินค้าที่ลูกค้าต้องการ
- ปฏิกริยาของลูกค้าเมื่อกลุ่มของช่องเวลาที่ถูกเสนอไม่มีช่องเวลาที่ลูกค้าต้องการ

พฤติกรรมของลูกค้าเป็นความท้าทายของการบริหารช่องเวลาไดนามิก ความเป็นจริงของ ลูกค้าที่สั่งซื้อสินค้าทางอินเทอร์เน็ตเป็นข้อดีเพราะสามารถสังเกตและวิเคราะห์พฤติกรรมของลูกค้า มี ผลดีต่อการวางแผนการตลาด และมีความสำคัญต่อการวางแผนการขนส่งที่พิจารณาโดยการดู พฤติกรรมกรเลือกช่องเวลาของลูกค้า และข้อมูลนี้สามารถนำไปพัฒนาปรับปรุงช่องเวลาให้ตรงกับ ความต้องการของลูกค้า

ยุทธศาสตร์การกำหนดช่องเวลาไดนามิกสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ ยุทธศาสตร์พื้นฐาน จะมีมุมมองเสนอช่องเวลาที่เป็นไปได้ในการแก่ลูกค้า ซึ่งอาจแบ่งกลุ่มช่องเวลาตามพื้นที่การจัดส่ง (รหัสไปรษณีย์) ส่วนยุทธศาสตร์ขั้นสูงจะมีการรวมข้อมูลการสั่งซื้อแบบทันที (real time) มารวมกับ คำสั่งซื้อที่ตกลงเรียบร้อยแล้ว และคำสั่งซื้อที่จะมีในอนาคต

A. Campbell and M. Savelbergh (2005) ได้ศึกษาการคำนวณจะยอมรับหรือปฏิเสธการ จัดส่งสินค้า โดยเขียนโปรแกรมการคำนวณความต้องการการจัดส่งสามารถจัดให้อยู่ในส่วนของความ ต้องการช่องเวลา ประมาณค่าจากการเขียนโปรแกรม 2 แบบ คือ โปรแกรม PATH และ DIFF ทั้ง 2 โปรแกรมจะคำนวณความเป็นไปได้ในการจัดส่งและให้เกิดผลกำไรมากที่สุด มีสมมติฐานจากกรณี

ปัญหาตัวอย่างและพฤติกรรมผู้บริโภค แล้วคำนวณการเปลี่ยนแปลงความต้องการการจัดส่ง ลักษณะเฉพาะของขนาดและที่อยู่ในการจัดส่ง ความเป็นไปได้ในทุกช่วงเวลา แต่มีลักษณะต่างกัันดังนี้

- โปรแกรม PATH เป็นโปรแกรมแทรกจัดส่งโดยวิธีฮิวริสติกส์ ในกรณีจัดเส้นทางเดินรถ ภายใต้กรอบเวลา (VRPTW) และทำให้ความต้องการแต่ละช่วงเวลาสามารถทำได้จริง การจัดเส้นทางเดินรถภายใต้กรอบเวลาร่วมกับความต้องการที่ต้องตกลงทั้งหมด จุดประสงค์ของการพิจารณาคือกำไรสูงสุดบนความเป็นไปได้ของความต้องการการจัดส่ง ภายใต้ข้อจำกัดด้านความจุรถหรือเวลา
- โปรแกรม DIFF เป็นโปรแกรมแทรกจัดส่งโดยวิธีฮิวริสติกส์ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือการตอบรับทุกความต้องการการจัดส่งแล้วจึงนำไปแทรกลงในเส้นทางจัดส่งของรถ ดังนั้นผลสรุปของเส้นทางจะต้องมีความเป็นไปได้กับช่วงเวลาด้วย ส่วนที่ 2 ความต้องการการจัดส่งพิจารณาจากการประเมินค่า ถ้าสามารถใส่ได้ 1 เส้นทางในแต่ละช่วงเวลา และคำสั่งซื้อที่แทรกต้องสามารถดำเนินการได้จริง การตัดสินใจในการประเมินคือกำไรรวมของช่วงเวลาจัดส่งได้และกำไรที่คาดว่าจะได้จากลูกค้าที่ไม่มีช่วงเวลา

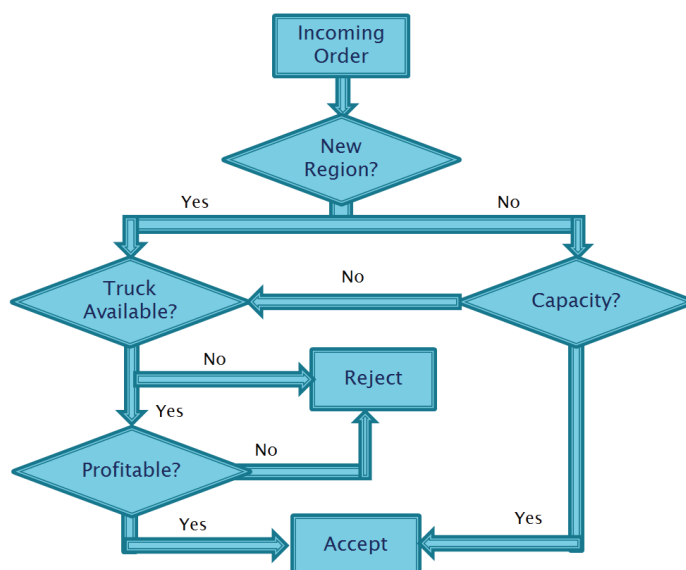
จากการศึกษาพบว่าการหาช่วงเวลาที่เหมาะสมของการจัดส่งสามารถเพิ่มกำไรและลดความเสี่ยงจากการพลาดการส่งสินค้าช่วงต่อไปได้

2.3 ทบทวนงานวิจัย

Hiral Nisar and Joshua Rosenzweig (2014) งานวิจัยนี้ได้ศึกษาการตัดสินใจการรับคำสั่งซื้อแบบทันกาลภายใต้ความไม่แน่นอน โดยสร้างแบบจำลองในการตัดสินใจยอมรับหรือปฏิเสธคำสั่งซื้อแบบทันกาลจากข้อมูลคำสั่งซื้อในอดีต เพื่อจัดการกลุ่มรถให้เกิดประสิทธิภาพ ภายใต้จุดประสงค์ไม่รับคำสั่งซื้อที่ไม่มีกำไรในการขนส่ง แบบจำลองถูกพัฒนาให้ตัดสินใจในทันทีว่าจะยอมรับหรือปฏิเสธคำสั่งซื้อ พิจารณาจากสถานที่และเวลาในการรับสินค้า

แบบจำลองมีเกณฑ์ในการตัดสินใจ คือ จำนวนคำสั่งซื้อที่ถึงจุดคุ้มทุน และความน่าจะเป็นในการรับคำสั่งซื้อ ความจุรถ โดยจุดคุ้มทุนพิจารณาจากเกณฑ์ที่มีผลกระทบต่อค่าขนส่งมากที่สุด ซึ่งพิจารณาจากพื้นที่การจัดส่งเพราะมีผลกระทบโดยตรงกับค่าขนส่ง ส่วนความน่าจะเป็นของคำสั่งซื้อพิจารณาจากรายได้ของคำสั่งซื้อลบกับต้นทุนของพื้นที่ ดังนั้นรายได้จากคำสั่งซื้อต้องครอบคลุมต้นทุนการจัดส่ง การคำนวณต้นทุนขนส่งจะประมาณจากกำหนดจุดคุ้มทุนของจำนวนคำสั่งซื้อในเขตจัดส่ง

แบบจำลองจะรับคำสั่งซื้อจนถึงเวลาที่กำหนด จากนั้นจะดำเนินการจัดส่งสินค้า อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ไม่คำนวณต้นทุนที่แน่นอนจากเส้นทางเดินรถ สามารถอธิบายโครงสร้างความน่าจะเป็นของแบบจำลองการรับคำสั่งซื้อรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แบบจำลองการตัดสินใจ

ทุกคำสั่งซื้อที่เข้ามาจะตรวจสอบเขตจัดส่ง ถ้าเขตจัดส่งมีรถสามารถบริการได้จะถูกรับคำสั่งซื้อ ถ้ามีความจุว่างอยู่ ต้นทุนที่สำคัญจะพิจารณาพร้อมกับการรับคำสั่งซื้อตั้งต้น คำสั่งซื้อที่เข้ามาในเขตจัดส่งใหม่จะถูกตรวจสอบกำไร โดยจะคำนวณความสามารถในการทำกำไรในการจัดรถขนส่งไปในเขตใหม่ ในเหตุการณ์ที่เขตจัดส่งไม่มีคำสั่งซื้อมาก่อน โมเดลจะคำนวณหาจำนวนคำสั่งซื้อที่คุ้มทุนที่ใกล้เคียงกันของช่วงเวลารับคำสั่งซื้อ ถ้าความน่าจะเป็นของการรับคำสั่งซื้อที่จุดคุ้มทุนสูงกว่าที่คำนวณไว้ตอนแรกและความจุยังเหลืออยู่ โมเดลจะรับคำสั่งซื้อในเขตจัดส่งเดียวกันไปจนกระทั่งความจุเต็มความสามารถ

จากผลการศึกษาพบว่าแบบจำลองความน่าจะเป็นสามารถทำกำไรได้น้อยกว่าผลที่ดีที่สุดประมาณ 8% ภายใต้เหตุการณ์ที่สามารถยืดหยุ่นจำนวนรถ สามารถสรุปได้ว่าความน่าจะเป็นของคำสั่งซื้อมีความสำคัญสำหรับกระบวนการตัดสินใจแบบทันกาล การศึกษานี้แสดงการคำนวณความน่าจะเป็นของคำสั่งซื้อจากรูปแบบคำสั่งซื้อในอดีตควรพิจารณาบริษัทที่เป็นเจ้าของกลุ่มรถขนส่งที่สามารถตัดสินใจรับหรือปฏิเสธคำสั่งซื้อได้

2.4 บทสรุป

จากผลการทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยในอดีตที่ผ่านมา สามารถสรุปได้ดังนี้

- การศึกษานี้ควรออกแบบช่วงเวลาให้มีความยืดหยุ่นแบบจำกัดเพื่อลดต้นทุนในการจัดส่ง แต่ไม่ลดความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าในการเลือกเวลาการจัดส่ง และช่องเวลาจะสามารถรวมลูกค้าแต่ละรายที่อยู่ในพื้นที่จัดส่งเดียวกันให้จัดส่งในรถคันเดียวกัน
- การออกแบบระบบการจูงจูงใช้ช่วงเวลาแบบไดนามิกเพราะสามารถประเมินความเป็นไปได้ในการจัดส่งแต่ละคำสั่งซื้อ
- การตัดสินใจรับคำสั่งซื้อควรตัดสินใจจากค่าความน่าจะเป็นของคำสั่งซื้อจากรูปแบบคำสั่งซื้อในอดีต



บทที่ 3

กรอบแนวคิดระบบการจองการจัดส่ง

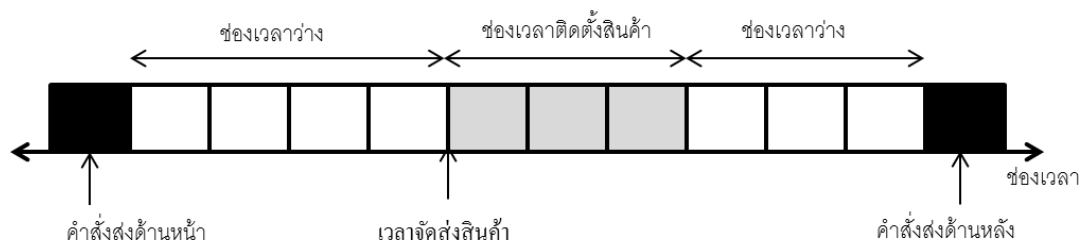
3.1 กรอบแนวคิดระบบการจองการจัดส่ง

ระบบการจองการจัดส่งเป็นระบบตัดสินใจในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า สามารถแบ่งเป็น 2 กระบวนการ คือ กระบวนการจองการจัดส่ง และกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

กระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้น เป็นการตัดสินใจรับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยบริการตามลำดับคำสั่งซื้อที่เข้ามาก่อน มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความสามารถในการให้บริการ และลดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่ง ภายใต้ข้อจำกัดของเวลาการจัดส่งสินค้า เวลาการติดตั้งสินค้า และความจุของรถบรรทุก การรับคำสั่งซื้อจะพิจารณาจากความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่ง เพื่อสามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุดภายในจำนวนรถที่จำกัด

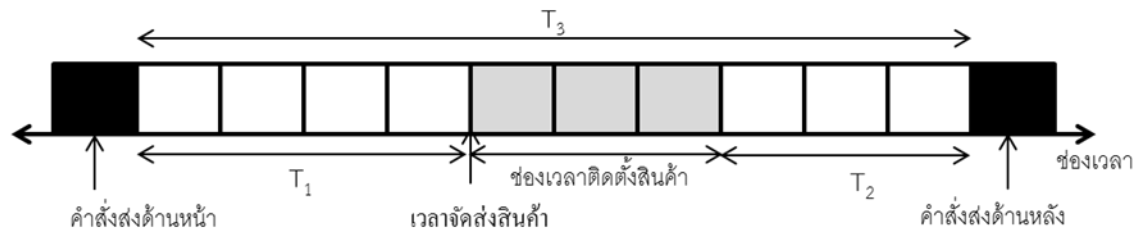
กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก เมื่อได้เวลาในการจัดส่งลูกค้าแต่ละรายในแต่ละวันแล้วจะทำการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก เพื่อลดเวลาในการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้า เพราะเวลาในการขนส่งมีผลโดยตรงกับต้นทุนในการจัดส่งสินค้า ถ้าสามารถลดเวลาในการขนส่งได้เท่ากับลดต้นทุนในการขนส่งเช่นเดียวกัน

3.2 การออกแบบการจองการจัดส่ง



รูปที่ 3.1 ลักษณะการจองการจัดส่ง

เมื่อลูกค้าตัดสินใจซื้อสินค้า ลูกค้าจะเลือกเวลาในการจัดส่งสินค้า (Request Time) โดยในการสั่งซื้อสินค้าจะทำให้ทราบถึงเวลาในการติดตั้งสินค้า (Setup Time) และรับของการจัดส่งต่อเมื่อเวลาที่ลูกค้าเลือกอยู่ในช่วงเวลาวาง (T_3) โดยเวลาในการจัดส่งที่ลูกค้าเลือก จะทำให้เกิดช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้า (T_1) และช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหลัง (T_2) ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.2 การรับของการจัดส่งสินค้าจากความน่าจะเป็น

ซึ่งช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้า (T_1) และช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหลัง (T_2) เราสามารถให้ลูกค้ารายต่อไปเลือกเวลาในการจัดส่งในช่วงดังกล่าวได้ โดยการตัดสินใจรับของจะทำการเปรียบเทียบระหว่างโอกาสจะรับของเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาวาง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ กับโอกาสจะรับของ 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับของคำสั่งซื้อนี้ จะรับการของการจัดส่งเมื่อโอกาสรับของการจัดส่งสินค้าเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาวาง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ มีค่ามากกว่าหรือเท่ากับโอกาสจะรับของ 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับของคำสั่งซื้อนี้ เพราะการตัดสินใจจะคำนึงถึงความน่าจะเป็นในการรับคำสั่งซื้อให้ได้มากที่สุดจากช่องเวลาที่ว่างอยู่ เมื่อรับการของการจัดส่งแรกแล้วความน่าจะเป็นในการรับการของการจัดส่งต่อไปยังมีค่าความน่าจะเป็นรับการของการจัดส่งไม่น้อยไปกว่าเดิม จึงควรที่จะรับการของการจัดส่ง เพราะไม่มีการเสียโอกาสจากการรับการของการจัดส่งนี้ โดยโอกาสรับของคำสั่งซื้อสามารถคำนวณจากช่องเวลาวางได้ดังนี้

- โอกาสจะรับของการจัดส่งสินค้าเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาวาง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ จะคำนวณจากช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้า (T_1) และ ช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหลัง (T_2) โดยใช้ค่าโอกาสที่มีค่ามากที่สุด

$$P_1 (\text{รับของการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) = \text{Max} \{P_1 (T_1), P_1 (T_2)\}$$

โดย P_1 คือโอกาสจะรับของเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อจากช่องเวลาวาง T_1 และ T_2

$\text{Max} \{P_1 (T_1), P_1 (T_2)\}$ คือใช้ค่าโอกาสที่มีค่ามากที่สุดจาก 2 ช่องเวลา

- โอกาสจะรับจอง 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับจองคำสั่งซื้อนี้ จะคำนวณจากช่องเวลาว่าง T_3

$$P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ}) = P_2 (T_3)$$

โดย P_2 คือโอกาสจะรับจองเพิ่ม 2 คำสั่งซื้อจากช่องเวลาว่าง T_3

เมื่อได้โอกาสจะรับจองการจัดส่งสินค้าเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาว่าง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ และโอกาสจะรับจอง 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับจองคำสั่งซื้อนี้ จะนำค่าทั้ง 2 มาเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจรับคำสั่งซื้อลูกค้าโดยมีรูปแบบดังนี้

- $P_1 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) \geq P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ})$

จะรับการจองการจัดส่ง

- $P_1 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) < P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ})$

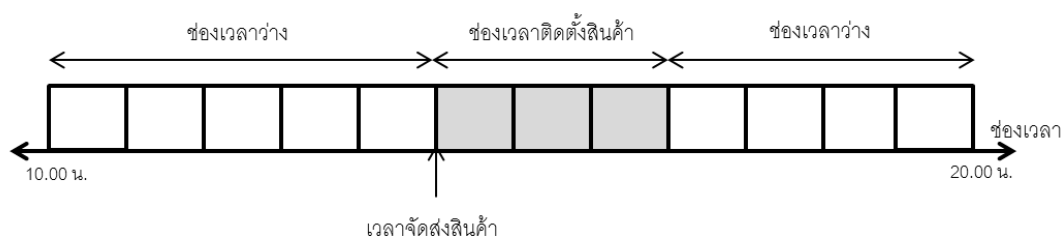
จะไม่รับการจองการจัดส่ง

3.2.1 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่ง

การตัดสินใจรับการจองการจัดส่งสามารถแบ่งเป็น 3 รูปแบบ คือ

3.2.1.1 กรณีที่ 1 ไม่มีคำสั่งส่งด้านหน้า และไม่มีคำสั่งส่งด้านหลัง

การตัดสินใจรับการจองการจัดส่ง ในกรณีที่ไม่มีคำสั่งส่งด้านหน้าและคำสั่งส่งด้านหลัง จะรับการจองการจัดส่ง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.3 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่งกรณีที่ 1

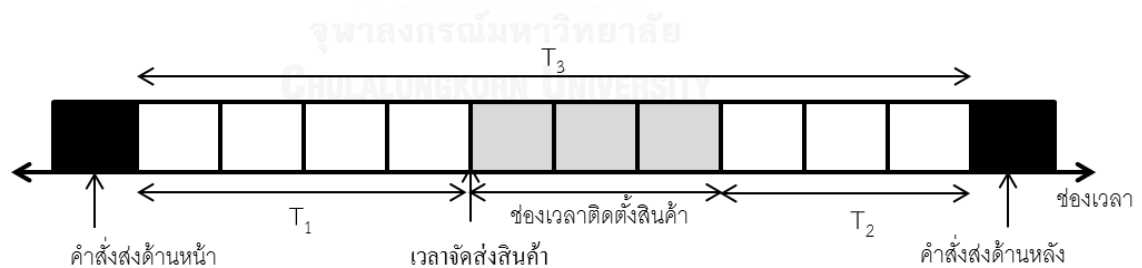
3.2.1.2 กรณีที่ 2 มีคำสั่งส่งด้านหน้า หรือคำสั่งส่งด้านหลัง

การตัดสินใจรับการจองการจัดส่ง ในกรณีที่มีคำสั่งส่งด้านหน้าหรือมีคำสั่งส่งด้านหลัง จะคำนวณจำนวนช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้ากับคำสั่งซื้อ จำนวนช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งซื้อกับคำสั่งส่งด้านหลัง และจำนวนช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้ากับคำสั่งส่งด้านหลัง เพื่อไปคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่ง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.4 การตัดสินใจรับการจองการจัดส่งกรณีที่ 2

จากรูปเมื่อลูกค้าเลือกเวลาการจัดส่งสินค้า (request time) จะทำการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ และความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ จากช่องเวลาดังรูป



รูปที่ 3.5 ช่องเวลาในการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า

จากรูปสามารถคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้าจากช่องเวลาวางได้ดังนี้

- โอกาสจะรับจองการจัดส่งสินค้าเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาวาง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ จะคำนวณจากช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้า (T_1) และ ช่องเวลาวางระหว่างคำสั่งส่งด้านหลัง (T_2) โดยใช้ค่าโอกาสที่มีค่ามากที่สุด

$$P_1 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) = \text{Max} \{P_1 (T_1), P_1 (T_2)\}$$

โดย P_1 คือโอกาสจะรับจองเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อจากช่องเวลาวาง T_1 และ T_2
 $\text{Max} \{P_1 (T_1), P_1 (T_2)\}$ คือใช้ค่าโอกาสที่มีค่ามากที่สุดจาก 2 ช่องเวลา

- โอกาสจะรับจอง 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับจองคำสั่งซื้อนี้ จะคำนวณจากช่องเวลาวาง T_3

$$P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ}) = P_2 (T_3)$$

โดย P_2 คือโอกาสจะรับจองเพิ่ม 2 คำสั่งซื้อจากช่องเวลาวาง T_3

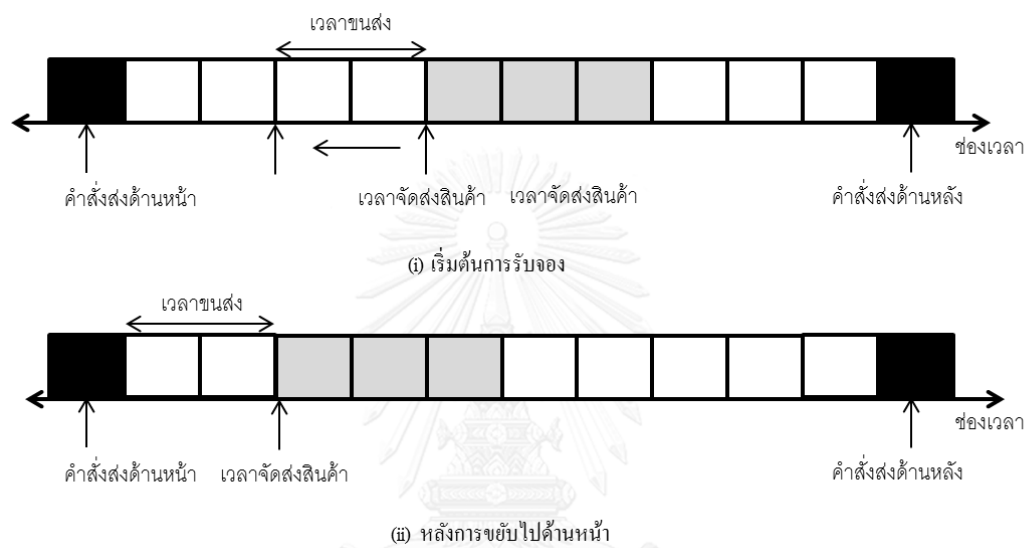
เมื่อได้โอกาสจะรับจองการจัดส่งสินค้าเพิ่ม 1 คำสั่งซื้อในช่องเวลาวาง T_3 จากการรับคำสั่งซื้อนี้ และโอกาสจะรับจอง 2 คำสั่งซื้อ ถ้าไม่รับจองคำสั่งซื้อนี้ จะนำค่าทั้ง 2 มาเปรียบเทียบเพื่อตัดสินใจรับคำสั่งซื้อลูกค้าโดยมีรูปแบบดังนี้

- $P_1 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) \geq P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ})$ จะรับการจองการจัดส่ง
- $P_1 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ}) < P_2 (\text{รับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ})$ จะไม่รับการจองการจัดส่งในรถคันนี้ พิจารณารถคันถัดไป

3.2.1.3 กรณีที่ 3 ขยับเวลาจัดส่งสินค้าติดกับกับคำสั่งส่งด้านหน้าหรือคำสั่งส่งด้านหลัง

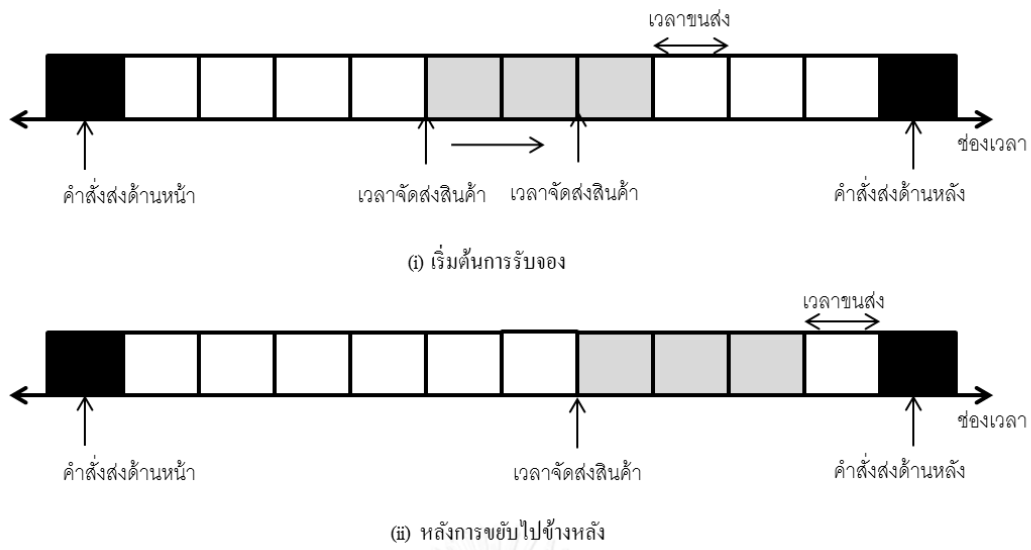
กรณีนี้สามารถแบ่งได้เป็น 2 กรณีย่อย คือ

- ขยับเวลาจัดส่งสินค้าติดกับคำสั่งส่งด้านหน้า เมื่อเวลาสิ้นสุดคำสั่งส่งด้านหน้า มีช่องว่างพอติดกับเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้าและคำสั่งซื้อ จะรับการจองการจัดส่งโดยขยับเวลาจัดส่งสินค้าไปติดกับคำสั่งส่งด้านหน้า ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.6 การตัดสินใจรับการจองกรณีขยับเวลาจัดส่งไปด้านหน้า

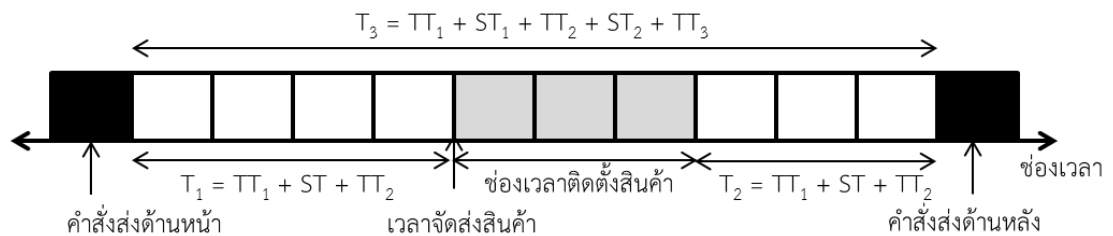
- ขยับเวลาจัดส่งสินค้าติดกับคำสั่งส่งด้านหลัง เมื่อเวลาสิ้นสุดของคำสั่งซื้อ มีช่องว่างพอติดกับเวลาการขนส่งจากคำสั่งซื้อไปคำสั่งส่งด้านหลัง จะรับการจองการจัดส่งโดยขยับเวลาจัดส่งสินค้าไปติดกับคำสั่งส่งด้านหลัง ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.7 การตัดสินใจรับการจองกรณีขยับเวลาจัดส่งไปด้านหลัง

3.2.2 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ

ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ เป็นความน่าจะเป็นของช่องเวลาว่างที่จะสามารถรับจองการจัดส่งสินค้าได้ ช่องเวลาว่าง (T) จะประกอบด้วยเวลาการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งส่งด้านหน้า (TT₁) เวลาติดตั้งสินค้า (ST) และเวลาการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้าไปคำสั่งส่งด้านหลัง (TT₂) ซึ่งผลรวมของช่องเวลาทั้ง 3 นี้จะต้องไม่เกินช่องเวลาว่าง สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3.8 การรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ

ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ สามารถหาได้ดังสมการที่ 1

$$\begin{aligned}
 & P(TT_1 + ST + TT_2 \leq T_1, T_2) \\
 & = P(TT_1 + ST + TT_2 = T_{\min}) \\
 & + P(TT_1 + ST + TT_2 = T_{\min} + 1) \\
 & + \dots + P(TT_1 + ST + TT_2 = T_{\max} - 1) \\
 & + P(TT_1 + ST + TT_2 = T_{\max}) \quad (1)
 \end{aligned}$$

โดยที่ T_1, T_2 = จำนวนเวลาว่างในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ

T_{\min} = จำนวนช่องเวลาที่ต่ำสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้

T_{\max} = จำนวนช่องเวลามากที่สุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้

TT_1 = เวลาการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งส่งด้านหน้าไปยังคำสั่งซื้อ

ST = เวลาการติดตั้งสินค้า

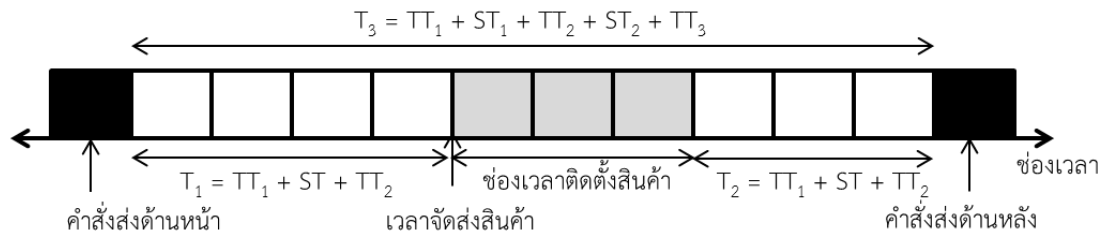
TT_2 = เวลาการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งซื้อไปคำสั่งส่งด้านหลัง

การคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้าทำได้โดยใช้ข้อมูลเวลาที่บริการลูกค้า คือ เวลาการติดตั้งและเวลาการขนส่งในอดีต เพื่อให้ทราบถึงรูปแบบและความน่าจะเป็นของเวลาที่ลูกค้าใช้ในแต่ละราย โดยใช้ข้อมูลเวลาการติดตั้งและเวลาการขนส่งมาคำนวณเป็นสัดส่วนความน่าจะเป็นของเวลาในการติดตั้งแต่ละช่องเวลา และความน่าจะเป็นของเวลาที่ใช้ในการขนส่งแต่ละช่องเวลา เมื่อได้ความน่าจะเป็นของช่องเวลาเดินทางและช่องเวลาการติดตั้งสินค้าแล้ว จะทำการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้าจากช่องเวลาว่างระหว่างคำสั่งส่งที่เกิดขึ้นเพื่อรับลูกค้ารายต่อไปได้ โดยความน่าจะเป็นช่องเวลาว่างทั้งหมด $P(T)$ จะเท่ากับการรวมความน่าจะเป็นจากช่องเวลาที่ต่ำสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้ $P(T_{\min})$ จนถึงความน่าจะเป็นจากช่องเวลามากที่สุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้ $P(T_{\max})$

3.2.3 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ

ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อจะคำนวณคล้ายกับโอกาสการรับบริการลูกค้า 1 ราย แต่จะคิดช่องเวลาว่างระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้ากับคำสั่งส่งด้านหลัง โดยช่องเวลาว่าง (T) จะประกอบด้วย 5 กิจกรรม คือ การขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งส่งด้านหน้าไปยังคำสั่งซื้อแรก (TT_1) การติดตั้งสินค้าจากคำสั่งซื้อแรก (ST_1) การขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่ง

สั่งซื้อแรกไปยังคำสั่งซื้อที่ 2 (TT_2) การติดตั้งสินค้าจากคำสั่งซื้อที่ 2 (ST_2) และการขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งซื้อที่ 2 ไปยังคำสั่งส่งด้านหลัง (TT_3)



รูปที่ 3.9 การรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ

ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อสามารถหาได้ดังสมการที่ 2

$$\begin{aligned}
 & P(TT_1 + ST_1 + TT_2 + ST_2 + TT_3 \leq T_3) \\
 & = P(TT_1 + ST_1 + TT_2 + ST_2 + TT_3 = T_{\min}) \\
 & + P(TT_1 + ST_1 + TT_2 + ST_2 + TT_3 = T_{\min} + 1) \\
 & + P(TT_1 + ST_1 + TT_2 + ST_2 + TT_3 = T_{\max} - 1) \\
 & + \dots + P(TT_1 + ST_1 + TT_2 + ST_2 + TT_3 = T_{\max}) \quad (2)
 \end{aligned}$$

โดยที่ T_3 = จำนวนเวลาว่างในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ

T_{\min} = จำนวนช่องเวลาดำสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้

T_{\max} = จำนวนช่องเวลามากสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้

TT_1 = เวลาการขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งส่งด้านหน้าไปยังคำสั่งซื้อแรก

ST_1 = เวลาการติดตั้งสินค้าจากคำสั่งซื้อแรก

TT_2 = เวลาการขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งซื้อแรกไปยังคำสั่งซื้อที่ 2

ST_2 = เวลาการติดตั้งสินค้าจากคำสั่งซื้อที่ 2

TT_3 = เวลาการขนส่งสินค้าระหว่างบ้านลูกค้าจากคำสั่งซื้อที่ 2 ไปยังคำสั่งส่งด้านหลัง

การคำนวณค่าความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า ทำเหมือนกับการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ โดยใช้ข้อมูลเวลาที่บริการลูกค้าเช่นเดียวกัน แต่

โดยความน่าจะเป็นเป็นช่องว่างทั้งหมด $P(T)$ จะเท่ากับการรวมความน่าจะเป็นจากช่องเวลาดำสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้ $P(T_{\min})$ จนถึงความน่าจะเป็นจากช่องเวลามากสุดที่สามารถรับคำสั่งซื้อได้ $P(T_{\max})$

3.3 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

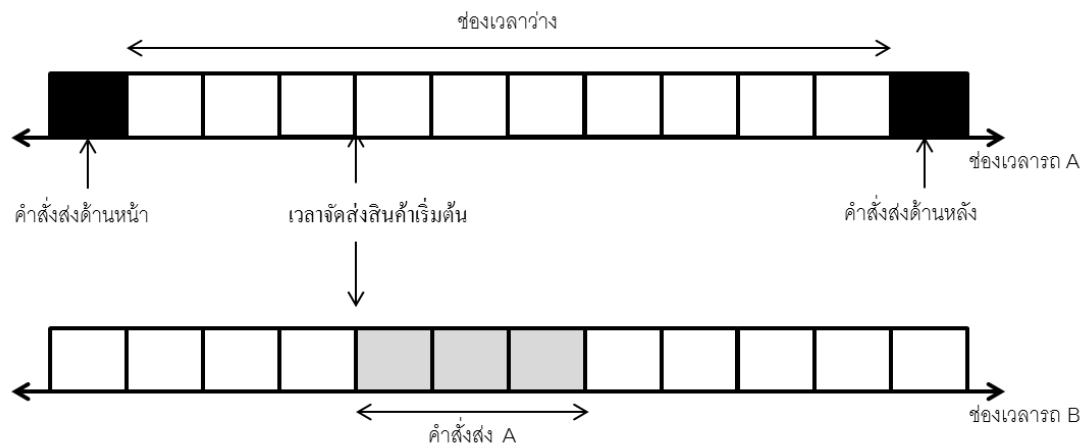
เมื่อได้ผลจากกระบวนการจองเวลาการจัดส่ง จะทำการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุกแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ การเลื่อนคำสั่งซื้อจากรถคันหลังไปยังช่องว่างของรถคันก่อนหน้า และการสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้กันไปด้วยกัน



รูปที่ 3.10 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

3.3.1 การเลื่อนคำสั่งซื้อจากรถคันหลังไปยังช่องว่างของรถคันก่อนหน้า

หลังจากการรับจองการจัดส่งสินค้าอาจมีเหตุการณ์เปิดรถคันใหม่ทุกๆที่รถคันเก่าก็สามารถจัดส่งคำสั่งซื้อใหม่ได้ จึงต้องมีการเลื่อนคำสั่งซื้อจากรถคันหลังไปยังช่องว่างของรถคันก่อนหน้าเพื่อลดจำนวนรถบรรทุกที่ใช้ในการจัดส่ง คำนึงถึงข้อจำกัดจากเวลาจัดส่งสินค้า เวลาในการติดตั้งสินค้าของลูกค้า และความจุรถบรรทุก

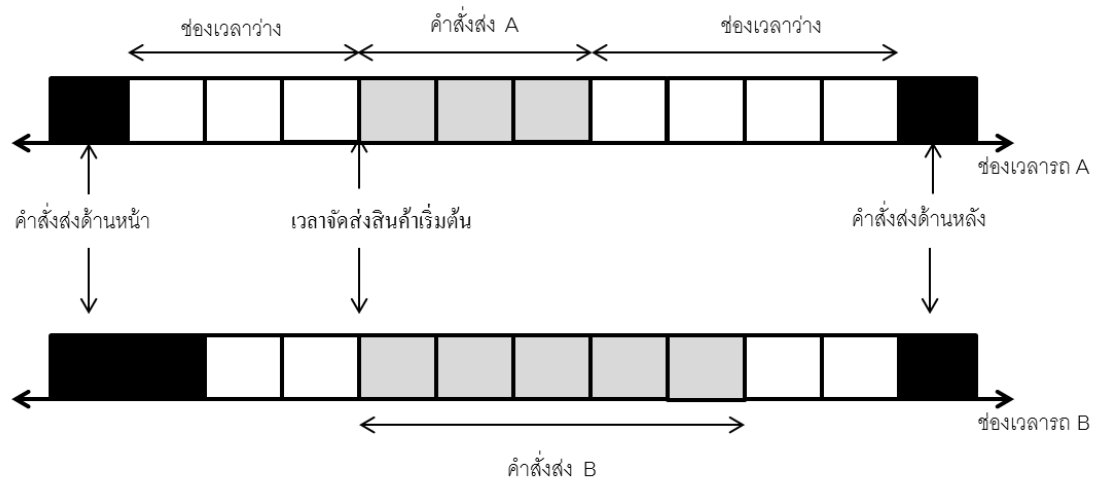


รูปที่ 3.11 การเคลื่อนคำสั่งซื้อ

โดยคำสั่งส่งที่สามารถเคลื่อนได้ ช่องเวลาของรถคันที่จะเคลื่อนไปต้องมีช่องเวลาว่างไม่น้อยกว่าคำสั่งส่ง เริ่มตั้งแต่เวลาจัดส่งสินค้าเริ่มต้น คำนวณเวลาเดินทางระหว่างคำสั่งส่งต้องสามารถไปส่งได้ และปริมาตรรวมในการขนส่งสินค้าทั้งหมดต้องไม่เกินความจุรถบรรทุก

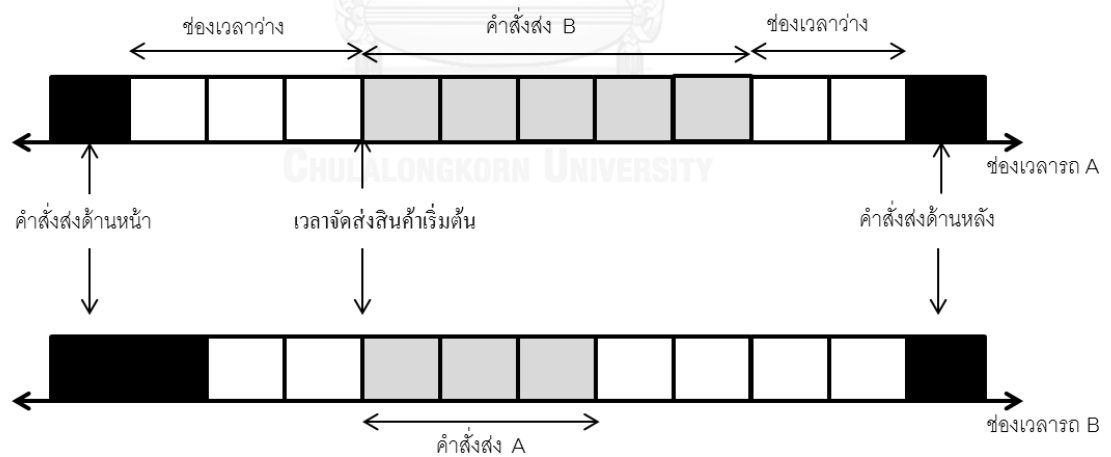
3.3.2 การสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้กันไปด้วยกัน

การสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้กันไปด้วยกันเพื่อลดเวลาในการเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า เพราะเวลาในการเดินทางส่งผลโดยตรงกับต้นทุนในการจัดส่งสินค้า การสลับคำสั่งซื้อจะสลับก็ต่อเมื่อสามารถลดช่องเวลาการเดินทางก่อนเวลานัดลูกค้า และช่องเวลาการเดินทางหลังเวลานัดลูกค้าต้องไม่เพิ่มขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดจากเวลาจัดส่งสินค้า เวลาในการติดตั้งสินค้าของลูกค้า และความจุรถบรรทุก กล่าวคือเวลานัดลูกค้ายังต้องเป็นเวลาเดิม สามารถติดตั้งสินค้าได้ทันโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลานัดลูกค้าถัดไป และปริมาตรรวมในการขนส่งสินค้าทั้งหมดต้องไม่เกินความจุรถบรรทุก



รูปที่ 3.12 ก่อนสลับคำสั่งส่ง

จากรูป คำสั่งส่งที่สามารถสลับกันได้ต้องมีเวลาจัดส่งสินค้าเริ่มต้นที่ช่วงเวลาเดียวกัน และช่วงเวลารว่างต้องพอที่จะสามารถใส่คำสั่งส่งที่จะมาสลับได้ แล้วคำนวณจำนวนช่วงเวลาในการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งก่อนหน้ามายังคำสั่งส่งที่พิจารณา และจำนวนช่วงเวลาในการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งที่พิจารณาไปยังคำสั่งส่งด้านหลัง ทั้งช่วงเวลารวด A และช่วงเวลารวด B



รูปที่ 3.13 หลังสลับคำสั่งส่ง

เมื่อสามารถสลับคำสั่งส่งได้ จะคำนวณจำนวนช่วงเวลาในการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งก่อนหน้ามายังคำสั่งส่ง และจำนวนช่วงเวลาในการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งไปยังคำสั่งส่งด้านหลัง ทั้งช่วงเวลารวด A และช่วงเวลารวด B แล้วเปรียบเทียบเงื่อนไขในการสลับดังนี้

- จำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้ากับคำสั่งส่ง A ก่อนการสลับคำสั่งส่ง รวมกับจำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งด้านหน้ากับส่ง B ก่อนการสลับคำสั่งส่ง ต้องมากกว่า จำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่งด้านหน้ากับคำสั่งส่ง A หลังการสลับคำสั่งส่ง รวมกับจำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งด้านหน้ากับส่ง B กับ หลังการสลับคำสั่งส่ง
- จำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่ง A กับคำสั่งส่งด้านหลัง ก่อนการสลับคำสั่งส่ง รวมกับจำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่ง B กับคำสั่งส่งด้านหลัง ก่อนการสลับคำสั่งส่ง ต้องมากกว่าหรือเท่ากับ จำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่ง A กับคำสั่งส่งด้านหลัง หลังการสลับคำสั่งส่ง รวมกับจำนวนช่องเวลาการขนส่งระหว่างคำสั่งส่ง B กับคำสั่งส่งด้านหลัง หลังการสลับคำสั่งส่ง
- หลังการสลับคำสั่งส่งปริมาตรรวมของสินค้าต้องไม่เกินความจุของรถบรรทุก

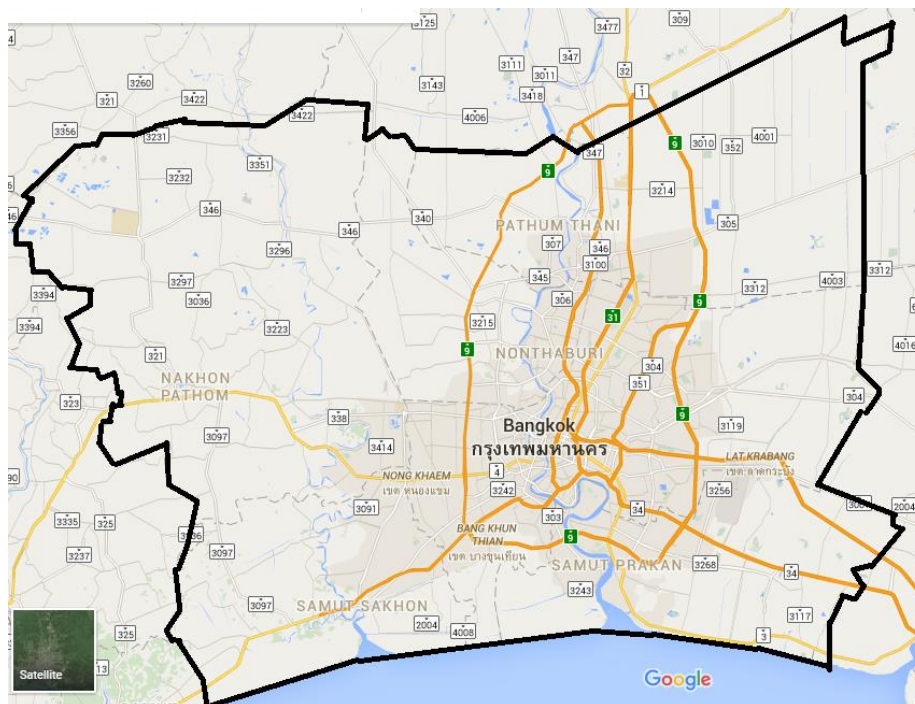
3.4 ข้อมูลพื้นฐานในการจองการจัดส่ง

ข้อมูลพื้นฐานที่ใช้ในการจองการจัดส่งประกอบด้วย

- พื้นที่การจัดส่ง
- ระยะทางระหว่างพื้นที่ในพื้นที่การจัดส่ง
- เวลาเดินทางระหว่างพื้นที่ในพื้นที่การจัดส่ง
- เวลาติดตั้งสินค้า

3.3.1 พื้นที่การจัดส่ง

บริษัทมีพื้นที่ในการบริการจัดส่งสินค้าอยู่ในเขตกรุงเทพและปริมณฑล 6 จังหวัด ได้แก่ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี ปทุมธานี นครปฐม สมุทรปราการ และสมุทรสาคร ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3.14 พื้นที่การจัดส่ง

ในพื้นที่ให้บริการจัดส่งสินค้า เพื่อให้ง่ายต่อการจัดเส้นทางเดินรถของบริษัท ทางบริษัทได้แบ่งพื้นที่ออกเป็นพื้นที่ย่อยทั้งหมด 12 พื้นที่ ดังนี้

- พื้นที่ 1 สมุทรปราการ1 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก2)

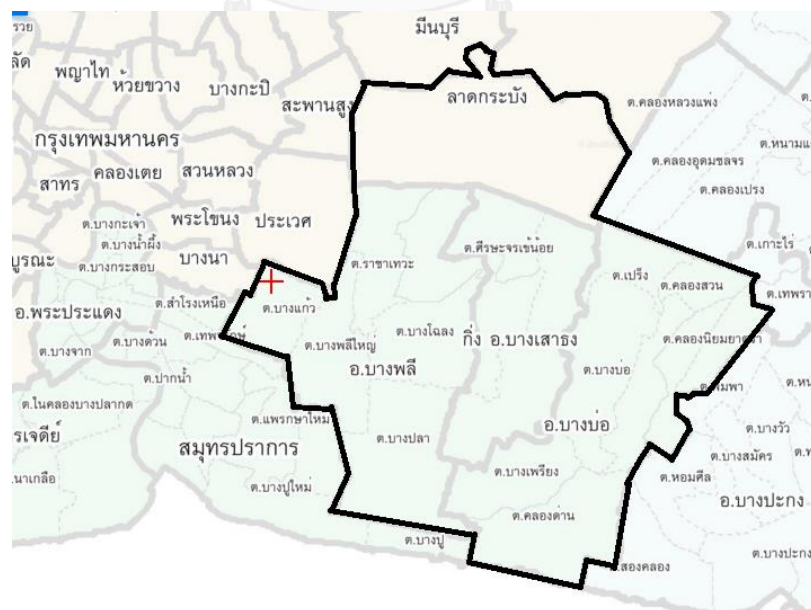
พื้นที่ 1 เป็นพื้นที่ส่วนตะวันออกของกรุงเทพมหานครและบางส่วนของจังหวัดสมุทรปราการประกอบด้วยพื้นที่ 2 จังหวัด 7 เขต/อำเภอ ได้แก่ เขตพระโขนง เขตวัฒนา เขตประเวศ เขตคลองเตย เขตบางนา เขตสวนหลวง กรุงเทพมหานคร และอำเภอเมือง จังหวัดสมุทรปราการ



รูปที่ 3.15 พื้นที่จัดสงที่ 1

- พื้นที่ 2 สมุทรปราการ2 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก3)

พื้นที่ 2 เป็นพื้นที่ส่วนตะวันออกของกรุงเทพมหานครและบางส่วนของจังหวัดสมุทรปราการ ประกอบด้วยพื้นที่ 2 จังหวัด 4 เขต/อำเภอ ได้แก่ เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร อำเภอบางพลี อำเภอบางบ่อ อำเภอบางเสาธง จังหวัดสมุทรปราการ



รูปที่ 3.16 พื้นที่จัดสงที่ 2

- พื้นที่ 3 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันออก1)

พื้นที่ 3 เป็นพื้นที่ส่วนตะวันออกของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 8 เขต ได้แก่ เขตบางกะปิ เขตมีนบุรี เขตบึงกุ่ม เขตหนองจอก เขตคันนายาว เขตคลองสามวา เขตวังทองหลาง และเขตสะพานสูง กรุงเทพมหานคร



รูปที่ 3.17 พื้นที่จัดสงที่ 3

- พื้นที่ 4 กรุงเทพฯ (ฝั่งเหนือ)

พื้นที่ 4 เป็นพื้นที่ส่วนเหนือของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 9 เขต ได้แก่ เขตลาดพร้าว เขตดินแดง เขตบางเขน เขตบางซื่อ เขตดอนเมือง เขตจตุจักร เขตสายไหม เขตห้วยขวาง และเขตหลักสี่



รูปที่ 3.18 พื้นที่จัดสงที่ 4

- พื้นที่ 5 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร1)

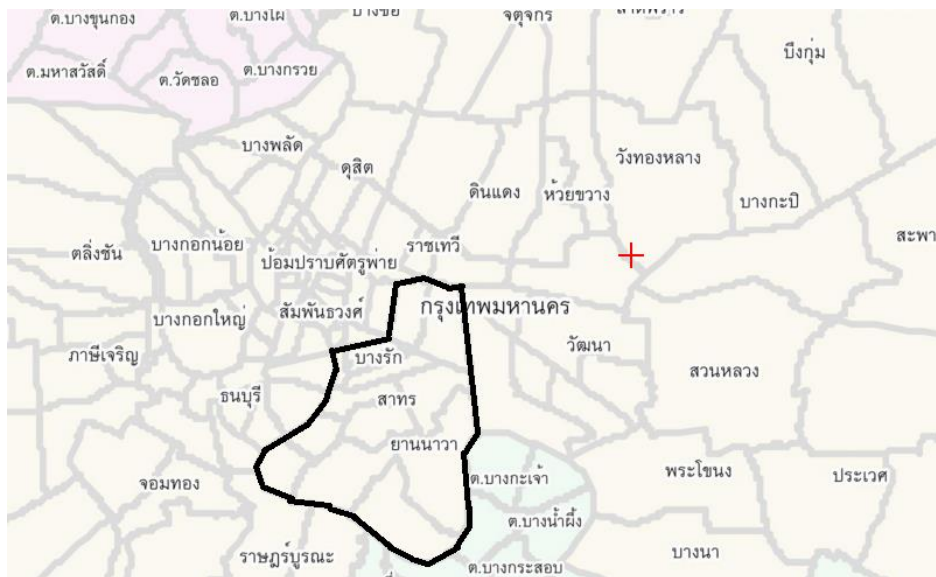
พื้นที่ 5 เป็นพื้นที่ส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 5 เขต ได้แก่ เขตสัมพันธวงศ์ เขตป้อมปราบ เขตพระนคร เขตดุสิต และเขตราชเทวี



รูปที่ 3.19 พื้นที่จัดสงที่ 5

- พื้นที่ 6 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร2)

พื้นที่ 6 เป็นพื้นที่ส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 6 เขต ได้แก่ เขตบางรัก เขตพญาไท เขตปทุมวัน เขตยานนาวา เขตสาทร และเขตบางคอแหลม



รูปที่ 3.20 พื้นที่จัดสงที่ 6

- พื้นที่ 7 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี1)

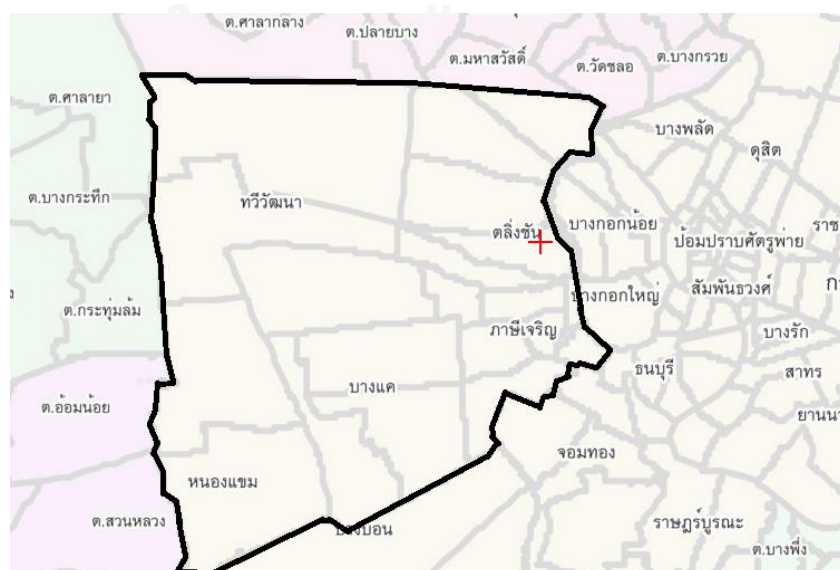
พื้นที่ 7 เป็นพื้นที่ส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 5 เขต ได้แก่ เขตบางกอกน้อย เขตบางกอกใหญ่ เขตบางพลัด เขตคลองสาน และเขตธนบุรี



รูปที่ 3.21 พื้นที่จัดสงที่ 7

- พื้นที่ 8 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี2)

พื้นที่ 8 เป็นพื้นที่ส่วนกลางของกรุงเทพมหานคร ประกอบด้วยพื้นที่ 1 จังหวัด 5 เขต ได้แก่ เขตบางแค เขตหนองแขม เขตภาษีเจริญ เขตตลิ่งชัน และเขตทวีวัฒนา



รูปที่ 3.22 พื้นที่จัดสงที่ 8

- พื้นที่ 9 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันตก) สมุทรสาคร และสมุทรปราการ

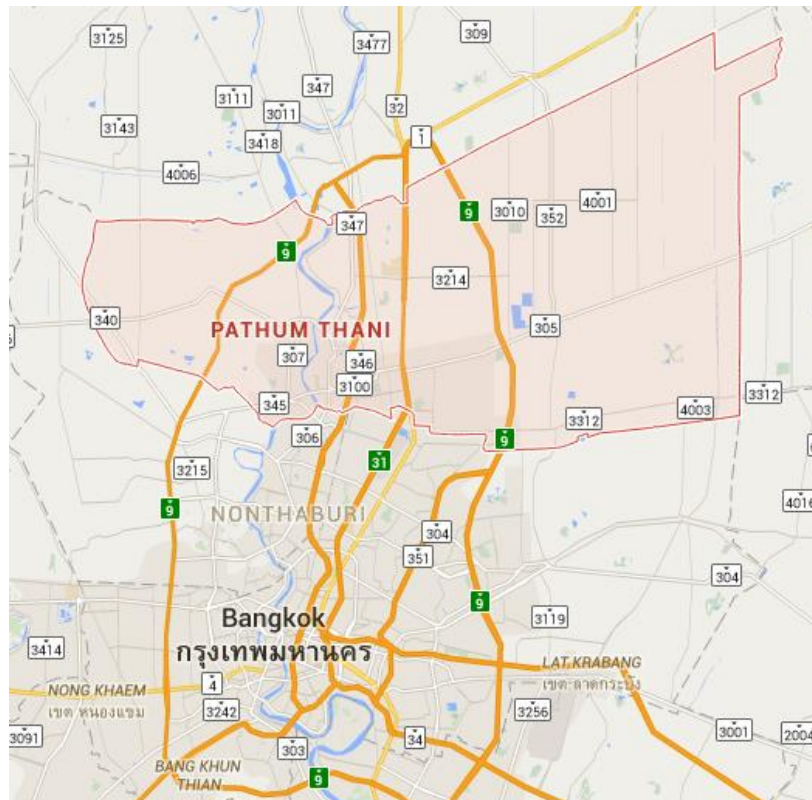
พื้นที่ 9 เป็นพื้นที่ส่วนตะวันตกของกรุงเทพมหานคร รวมบางส่วนของจังหวัดสมุทรปราการ และจังหวัดสมุทรสาคร ประกอบด้วยพื้นที่ 3 จังหวัด 10 เขต/อำเภอ ได้แก่ เขตบางขุนเทียน เขตทุ่งครุ เขตจอมทอง เขตราชบุรีบูรณะ เขตบางบอน กรุงเทพมหานคร อำเภอพระประแดง อำเภอพระสมุทรเจดีย์ จังหวัดสมุทรปราการ อำเภอเมือง อำเภอกะทู้ม่วน และอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร



รูปที่ 3.23 พื้นที่จัดสงที่ 9

- พื้นที่ 10 ปทุมธานี

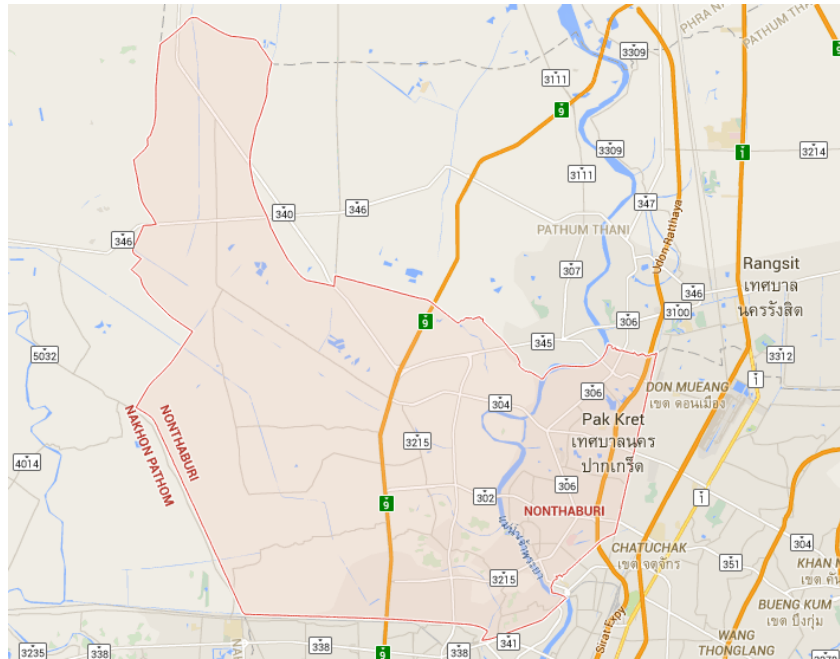
พื้นที่ 10 เป็นพื้นที่ในจังหวัดปทุมธานี ทั้ง 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอคลองหลวง อำเภอธัญบุรี อำเภอหนองเสือ อำเภอลาดหลุมแก้ว อำเภอลำลูกกา และอำเภอสสามโคก



รูปที่ 3.24 พื้นที่จัดสงที่ 10 ปทุมธานี

- พื้นที่ 11 นนทบุรี

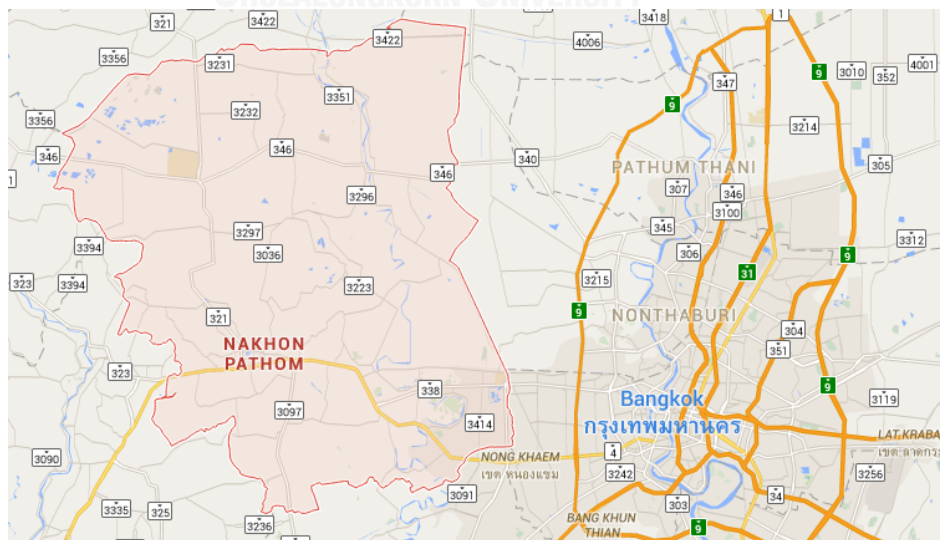
พื้นที่ 11 เป็นพื้นที่ในจังหวัดนนทบุรี ทั้ง 6 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอปากเกร็ด อำเภอบางใหญ่ อำเภอบางกรวย อำเภอบางบัวทอง และอำเภอไทรน้อย



รูปที่ 3.25 พื้นที่จัดสงที่ 11 นนทบุรี

- พื้นที่ 12 นครปฐม

พื้นที่ 12 เป็นพื้นที่ในจังหวัดนครปฐม ทั้ง 7 อำเภอ ได้แก่ อำเภอเมือง อำเภอสามพราน อำเภอพุทธมณฑล อำเภอนครชัยศรี อำเภอดอนตูม อำเภอกำแพงแสน และอำเภอบางเลน



รูปที่ 3.26 พื้นที่จัดสงที่ 12 นครปฐม

3.3.2 ระยะทาง

ระยะทางการเดินทางจากบ้านลูกค้ามีความไม่แน่นอนเนื่องจากบ้านลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน เนื่องจากทางบริษัทตัวอย่างยังไม่มีข้อมูลพิกัดบ้านลูกค้า ดังนั้นการศึกษานี้จึงใช้ระยะทางระหว่างเขตหรืออำเภอในพื้นที่จัดส่งเดียวกันเป็นตัวคำนวณ โดยใช้ข้อมูลจาก Google maps

โดยข้อมูลจาก Google maps จะใช้จุดศูนย์กลางของพื้นที่เป็นตัวแทนตำแหน่งของพื้นที่ แล้ววัดระยะทางระหว่างตำแหน่งของพื้นที่ตามเส้นทางการเดินทาง โดยเส้นทางการเดินทางระหว่างจุดเดียวกันหาไปอาจใช้คนละเส้นทางกับขากลับ ส่งผลให้ระยะทางระหว่างจุดเดียวกันอาจมีค่าไม่เท่ากัน

- พื้นที่ 1 สมุทรปราการ1 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก2)

ตารางที่ 3.1 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 1

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพ						สมุทรปราการ
		พระโขนง	วัฒนา	ประเวศ	คลองเตย	บางนา	สวนหลวง	เมือง
กรุงเทพ	พระโขนง		7.8	12.5	7.6	5.1	9.6	12.7
	วัฒนา	5.8		16.1	5	9.7	10.4	21.2
	ประเวศ	13.5	16		26.2	16.6	9.3	21.9
	คลองเตย	6.8	4.5	26		10.8	11.4	24.6
	บางนา	4.5	9.7	19	9.1		13.1	12.8
	สวนหลวง	10	6.7	10.8	13.9	14.6		19.9
สมุทรปราการ	อ.เมือง	12.1	20.2	19.8	19.8	9.7	18.3	

- พื้นที่ 2 สมุทรปราการ 2 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก3)

ตารางที่ 3.2 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 2

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพ	สมุทรปราการ		
		ลาดกระบัง	บางพลี	บางบ่อ	บางเสาธง
กรุงเทพ	ลาดกระบัง		18.8	33.4	23.5
สมุทรปราการ	บางพลี	23.2		29.4	29.9
	บางบ่อ	26.8	13.4		13.4
	บางเสาธง	29.4	17.3	9.3	

- พื้นที่ 3 กรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก1)

ตารางที่ 3.3 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 3

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพ							
		บางกะปิ	มีนบุรี	ปทุมธานี	หนองจอก	คันนายาว	คลองสามวา	วังทองหลาง	สะพานสูง
กรุงเทพ	บางกะปิ		12.8	3.7	27.3	10.2	15.8	4.3	7.9
	มีนบุรี	11		10.6	19.2	10.6	9.3	15.1	8.8
	ปทุมธานี	2.9	11.8		27.2	11.7	10.8	7.1	12.8
	หนองจอก	27.7	16.6	27.2		27.3	23.2	31.7	24
	คันนายาว	11.5	8.2	6.7	23.6		9.7	14.4	9.2
	คลองสามวา	16.6	10.7	10.1	26.1	15.2		17.6	14
	วังทองหลาง	14	23.5	13.7	38	28.4	26.1		23
	สะพานสูง	15.1	17.7	17.5	30.9	15.1	23	18.6	

- พื้นที่ 4 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันออก2)

ตารางที่ 3.4 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 4

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ								
		ลาดพร้าว	ดินแดง	บางเขน	บางซื่อ	ดอนเมือง	จตุจักร	สายไหม	ห้วยขวาง	หลักสี่
กรุงเทพฯ	ลาดพร้าว		20	8.4	17.7	20.8	9	22.2	12.6	14.8
	ดินแดง	17.6		24.8	15.5	22.5	13.3	27.4	5.7	16.7
	บางเขน	13.2	19.9		16.2	13.1	11.6	12.6	16.1	7.1
	บางซื่อ	15.2	16.7	17.4		20.5	10.5	23.5	16.2	14.6
	ดอนเมือง	24.8	26.5	16.7	20.1		18.2	13.3	26.2	15.6
	จตุจักร	11.9	11.5	11.6	9.3	16.7		17.6	11.3	10.8
	สายไหม	17.3	26.4	12.1	22.7	16.2	15.1		22.6	13.7
	ห้วยขวาง	12.4	6.5	19	15.5	22.8	9.9	25		16.9
	หลักสี่	15.1	20.7	7.9	18.1	8.7	10.5	12.5	18	

- พื้นที่ 5 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร1)

ตารางที่ 3.5 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 5

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ				
		สัมพันธวงศ์	ป้อมปราบ	พระนคร	ดุสิต	ราชเทวี
กรุงเทพฯ	สัมพันธวงศ์		2.6	3.1	5.2	5.4
	ป้อมปราบ	2.2		2.4	4.4	4
	พระนคร	3.4	1.9		2.9	5.1
	ดุสิต	5.4	3.5	3.3		5.3
	ราชเทวี	7.7	5.7	6.2	5.3	

- พื้นที่ 6 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร2)

ตารางที่ 3.6 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 6

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ					
		บางรัก	พญาไท	ปทุมวัน	ยานนาวา	สาทร	บางคอแหลม
กรุงเทพฯ	บางรัก		11	2.8	6.1	3.3	5.2
	พญาไท	12.4		6.9	15.6	11.5	13.4
	ปทุมวัน	2.5	7		9.1	5	6.9
	ยานนาวา	6.7	15.1	9.9		4	4.8
	สาทร	3.7	11.6	6.4	4		2.3
	บางคอแหลม	4.5	12.3	7.2	5.9	2.5	

- พื้นที่ 7 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี1)

ตารางที่ 3.7 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 7

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ				
		บางกอกน้อย	บางกอกใหญ่	บางพลัด	คลองสาน	ธนบุรี
กรุงเทพฯ	บางกอกน้อย		5.2	5.6	10.1	9.1
	บางกอกใหญ่	5		8.8	6.2	5.2
	บางพลัด	8.3	9.4		12.9	13.3
	คลองสาน	9	6.6	10.8		2.6
	ธนบุรี	8.3	5.9	10.2	4.6	

- พื้นที่ 8 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี2)

ตารางที่ 3.8 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 8

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ				
		บางแค	หนองแขม	ภาษีเจริญ	ตลิ่งชัน	ทวีวัฒนา
กรุงเทพฯ	บางแค		8	5.1	9.7	13.1
	หนองแขม	8.1		12.5	17.1	11.1
	ภาษีเจริญ	5.5	13		8.2	17.8
	ตลิ่งชัน	10.6	17.9	9.6		11.9
	ทวีวัฒนา	13.2	11.5	17.6	14.6	

- พื้นที่ 9 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันตก) สมุทรสาคร และสมุทรปราการ

ตารางที่ 3.9 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 9

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ					สมุทรปราการ		สมุทรสาคร		
		บางขุนเทียน	ทุ่งครุ	จอมทอง	ราษฎร์บูรณะ	บางบอน	พระประแดง	พระสมุทรเจดีย์	เมือง	กระทุ่มแบน	บ้านแพ้ว
กรุงเทพฯ	บางขุนเทียน		9.9	10.8	16	7.4	31.4	19.2	23.1	29.4	47
	ทุ่งครุ	8.8		12.5	8.6	16.1	22.9	12.1	31.9	38.1	55.8
	จอมทอง	14	12.6		5.8	16.4	22.5	21.8	32.4	38.3	56.3
	ราษฎร์บูรณะ	13.3	9.2	7.6		15.7	19.1	18.4	31.7	37.7	55.6
	บางบอน	12.2	19.6	14.5	18.4		34.6	28.9	18.8	21.4	44.7
สมุทรปราการ	พระประแดง	20.6	14.1	14.8	8.6	23		19	38.9	48.1	62.9
	พระสมุทรเจดีย์	18.1	12.1	22.6	16.4	25.5	27.6		43.5	49.3	67.5

ระยะทาง(กิโลเมตร)		กรุงเทพฯ					สมุทรปราการ		สมุทรสาคร		
		บางขุนเทียน	ทุ่งครุ	จอมทอง	ราษฎร์บูรณะ	บางบอน	พระประแดง	พระสมุทรเจดีย์	เมือง	กระทุ่มแบน	บ้านแพ้ว
สมุทร สาคร	เมือง	28.1	35.4	28.3	32.2	23	48.9	45.8		16.6	25.7
	กระทุ่มแบน	31.9	39.2	34.2	38.1	19.8	58	51.4	18.4		23.7
	บ้านแพ้ว	49.3	56.7	49.6	53.5	44.2	70.1	67.1	25.4	23.4	

- พื้นที่ 10 ปทุมธานี

ตารางที่ 3.10 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 10

ระยะทาง(กิโลเมตร)		ปทุมธานี						
		เมือง	คลองหลวง	ธัญบุรี	หนองเสือ	ลาดหลุมแก้ว	ลำลูกกา	สามโคก
ปทุมธานี	เมือง		22.3	34.9	53.8	17.9	43.1	8.1
	คลองหลวง	18.9		33.3	35.3	35.6	34.1	25.9
	ธัญบุรี	34.4	22.8		20	51.1	9.4	40.3
	หนองเสือ	53	34	19.2		73.9	28.1	58.6
	ลาดหลุมแก้ว	16.9	38.1	50.6	70.4		58.9	18.8
	ลำลูกกา	38.8	27.6	9.3	28.8	55.5		44.7
	สามโคก	8.6	30	41.2	59.6	17	65.6	

- พื้นที่ 11 นนทบุรี

ตารางที่ 3.11 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 11

ระยะทาง(กิโลเมตร)		นนทบุรี					
		เมือง	ปากเกร็ด	บางใหญ่	บางกรวย	บางบัวทอง	ไทรน้อย
นนทบุรี	เมือง		8.2	24.9	14.3	19.9	36
	ปากเกร็ด	9.5		28.2	21.6	11.4	27.5
	บางใหญ่	21.3	26.4		13.9	14.5	23.8
	บางกรวย	16.2	23	13.1		15.5	31.6
	บางบัวทอง	22.4	15.8	24.5	21.6		16.1
	ไทรน้อย	32.6	28.1	23.8	34	20.8	

- พื้นที่ 12 นครปฐม

ตารางที่ 3.12 ระยะทางในพื้นที่การจัดส่ง 12

ระยะทาง(กิโลเมตร)		นครปฐม						
		เมือง	สามพราน	พุทธมณฑล	นครชัยศรี	ดอนตูม	กำแพงแสน	บางเลน
นครปฐม	เมือง		24.3	32.7	17.7	23.2	39.2	54.5
	สามพราน	28.7		37.2	23.2	42.7	64.9	60.2
	พุทธมณฑล	34	44.3		16.1	33.6	63.7	32.9
	นครชัยศรี	18.1	28.3	16.1		28.2	54.3	37.2
	ดอนตูม	20.8	38.8	33.6	28.1		28.3	22.7
	กำแพงแสน	37	60.7	58.8	54.1	27.3		34.6
	บางเลน	38.3	56.2	32.1	32.3	19.6	34.7	

3.3.3 เวลาการเดินทาง

เวลาการเดินทางก็เช่นเดียวกับระยะทางการเดินทาง คือเวลาการเดินทางจากบ้านลูกค้ำมีความไม่แน่นอนเนื่องจากบ้านลูกค้ำมีการเปลี่ยนแปลงทุกวัน ดังนั้นจึงใช้เวลาการเดินทางระหว่างเขตในพื้นที่จัดส่งเดียวกันเป็นตัวคำนวณ โดยใช้ข้อมูลจาก Google maps

โดยข้อมูลจาก Google maps จะใช้จุดศูนย์กลางของพื้นที่เป็นตัวแทนตำแหน่งของพื้นที่แล้วคำนวณเวลาการเดินทางระหว่างตำแหน่งของพื้นที่ตามเส้นทางการเดินทาง โดยเส้นทางการเดินทางระหว่างจุดเดียวกันหาไปอาจใช้คนละเส้นทางกับขากลับ ส่งผลให้เวลาการเดินทางระหว่างจุดเดียวกันอาจมีค่าไม่เท่ากัน

- พื้นที่ 1 สมุทรปราการ1 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก2)

ตารางที่ 3.13 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 1

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพ						สมุทรปราการ
		พระโขนง	วัฒนา	ประเวศ	คลองเตย	บางนา	สวนหลวง	อ.เมือง
กรุงเทพ	พระโขนง	5	16	21	15	10	18	26
	วัฒนา	13	5	27	11	18	20	34
	ประเวศ	26	21	5	26	23	14	29
	คลองเตย	16	13	27	5	12	23	27
	บางนา	12	20	21	20	5	17	19
	สวนหลวง	20	12	17	18	20	5	26
สมุทรปราการ	อ.เมือง	23	29	26	27	19	23	5

- พื้นที่ 2 สมุทรปราการ2 และกรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก3)

ตารางที่ 3.14 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 2

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพ	สมุทรปราการ		
		ลาดกระบัง	บางพลี	บางบ่อ	บางเสาธง
กรุงเทพ	ลาดกระบัง	5	21	29	31
สมุทรปราการ	บางพลี	24	5	25	30
	บางบ่อ	26	13	5	17
	บางเสาธง	30	17	9	5

- พื้นที่ 3 กรุงเทพ (ฝั่งตะวันออก1)

ตารางที่ 3.15 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 3

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพ							
		บางกะปิ	มีนบุรี	บึงกุ่ม	หนองจอก	คันนายาว	คลองสามวา	วังทองหลาง	สะพานสูง
กรุงเทพ	บางกะปิ	5	18	9	32	16	27	9	12
	มีนบุรี	19	5	15	22	13	16	25	12
	บึงกุ่ม	7	18	5	32	16	18	14	14
	หนองจอก	35	20	33	5	30	29	42	27
	คันนายาว	17	13	9	27	5	13	19	8
	คลองสามวา	23	17	16	30	17	5	22	15
	วังทองหลาง	18	28	17	42	22	25	5	21
	สะพานสูง	18	20	18	31	12	24	23	5

- พื้นที่ 4 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันออก2)

ตารางที่ 3.16 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 4

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ								
		ลาดพร้าว	ดินแดง	บางเขน	บางซื่อ	ดอนเมือง	จตุจักร	สายไหม	ห้วยขวาง	หลักสี่
กรุงเทพฯ	ลาดพร้าว	5	26	15	26	31	17	27	21	24
	ดินแดง	20	5	26	20	23	21	26	12	17
	บางเขน	19	20	5	21	16	15	20	22	10
	บางซื่อ	28	23	28	5	26	20	37	24	22
	ดอนเมือง	29	29	22	23	5	25	25	33	21
	จตุจักร	21	21	19	17	21	5	31	21	17
	สายไหม	27	35	22	34	31	28	5	36	25
	ห้วยขวาง	19	17	30	22	27	20	39	5	22
	หลักสี่	23	23	10	24	12	18	21	26	5

- พื้นที่ 5 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร1)

ตารางที่ 3.17 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 5

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ				
		สัมพันธวงศ์	ป้อมปราบ	พระนคร	ดุสิต	ราชเทวี
กรุงเทพฯ	สัมพันธวงศ์	5	8	9	15	14
	ป้อมปราบ	8	5	8	12	11
	พระนคร	10	5	5	8	13
	ดุสิต	16	10	9	5	13
	ราชเทวี	19	16	18	15	5

- พื้นที่ 6 กรุงเทพฯ (ฝั่งพระนคร2)

ตารางที่ 3.18 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 6

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ					
		บางรัก	พญาไท	ปทุมวัน	ยานนาวา	สาทร	บางคอแหลม
กรุงเทพฯ	บางรัก	5	15	8	15	8	10
	พญาไท	15	5	17	22	14	17
	ปทุมวัน	7	16	5	18	12	15
	ยานนาวา	17	18	18	5	12	9
	สาทร	9	13	17	12	5	4
	บางคอแหลม	9	13	17	10	4	5

- พื้นที่ 7 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี1)

ตารางที่ 3.19 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 7

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ				
		บางกอกน้อย	บางกอกใหญ่	บางพลัด	คลองสาน	ธนบุรี
กรุงเทพฯ	บางกอกน้อย	5	14	14	23	20
	บางกอกใหญ่	13	5	21	14	11
	บางพลัด	22	21	5	29	27
	คลองสาน	21	11	25	5	7
	ธนบุรี	17	11	24	10	5

- พื้นที่ 8 กรุงเทพฯ (ฝั่งธนบุรี2)

ตารางที่ 3.20 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 8

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ				
		บางแค	หนองแขม	ภาษีเจริญ	ตลิ่งชัน	ทวีวัฒนา
กรุงเทพฯ	บางแค		13	12	13	18
	หนองแขม	15		25	27	16
	ภาษีเจริญ	14	26		15	28
	ตลิ่งชัน	16	27	14		17
	ทวีวัฒนา	20	17	29	20	

- พื้นที่ 9 กรุงเทพฯ (ฝั่งตะวันตก) สมุทรสาคร และสมุทรปราการ

ตารางที่ 3.21 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 9

เวลาเดินทาง(นาที)		กรุงเทพฯ					สมุทรปราการ		สมุทรสาคร		
		บางขุนเทียน	ทุ่งครุ	จอมทอง	ราษฎร์บูรณะ	บางบอน	พระประแดง	พระสมุทรเจดีย์	เมือง	กระทุ่มแบน	บ้านแพ้ว
กรุงเทพฯ	บางขุนเทียน	5	17	17	21	11	52	32	22	34	40
	ทุ่งครุ	15	5	26	20	26	46	24	37	51	55
	จอมทอง	18	26	5	12	19	43	35	30	43	48
	ราษฎร์บูรณะ	18	21	13	5	18	38	30	29	43	47
	บางบอน	20	31	22	27	5	58	47	25	29	44
สมุทรปราการ	พระประแดง	33	28	28	20	33	5	32	44	56	62
	พระสมุทรเจดีย์	30	25	38	30	41	51	5	44	57	63
สมุทรสาคร	เมือง	27	39	26	31	21	62	45	5	23	25
	กระทุ่มแบน	45	56	42	47	29	77	60	25	5	34
	บ้านแพ้ว	43	54	41	46	36	77	60	25	29	5

- พื้นที่ 10 ปทุมธานี

ตารางที่ 3.22 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 10

เวลาเดินทาง(นาที)		ปทุมธานี						
		เมือง	คลองหลวง	ชัยบุรี	หนองเสือ	ลาดหลุมแก้ว	ลำลูกกา	สามโคก
ปทุมธานี	เมือง	5	23	45	64	21	52	11
	คลองหลวง	20	5	40	43	37	36	23
	ชัยบุรี	42	29	5	22	59	11	48
	หนองเสือ	64	40	23	5	66	33	50
	ลาดหลุมแก้ว	20	38	60	63	5	67	20
	ลำลูกกา	49	31	15	35	66	5	55
	สามโคก	14	28	53	53	20	54	5

- พื้นที่ 11 นนทบุรี

ตารางที่ 3.23 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 11

เวลาเดินทาง(นาที)		นนทบุรี					
		เมือง	ปากเกร็ด	บางใหญ่	บางกรวย	บางบัวทอง	ไทรน้อย
นนทบุรี	เมือง	5	15	30	17	18	34
	ปากเกร็ด	19	5	32	22	10	26
	บางใหญ่	28	32	5	21	19	30
	บางกรวย	21	24	21	5	16	32
	บางบัวทอง	26	17	28	22	5	16
	ไทรน้อย	39	30	30	35	22	5

- พื้นที่ 12 นครปฐม

ตารางที่ 3.24 เวลาเดินทางในพื้นที่การจัดส่ง 12

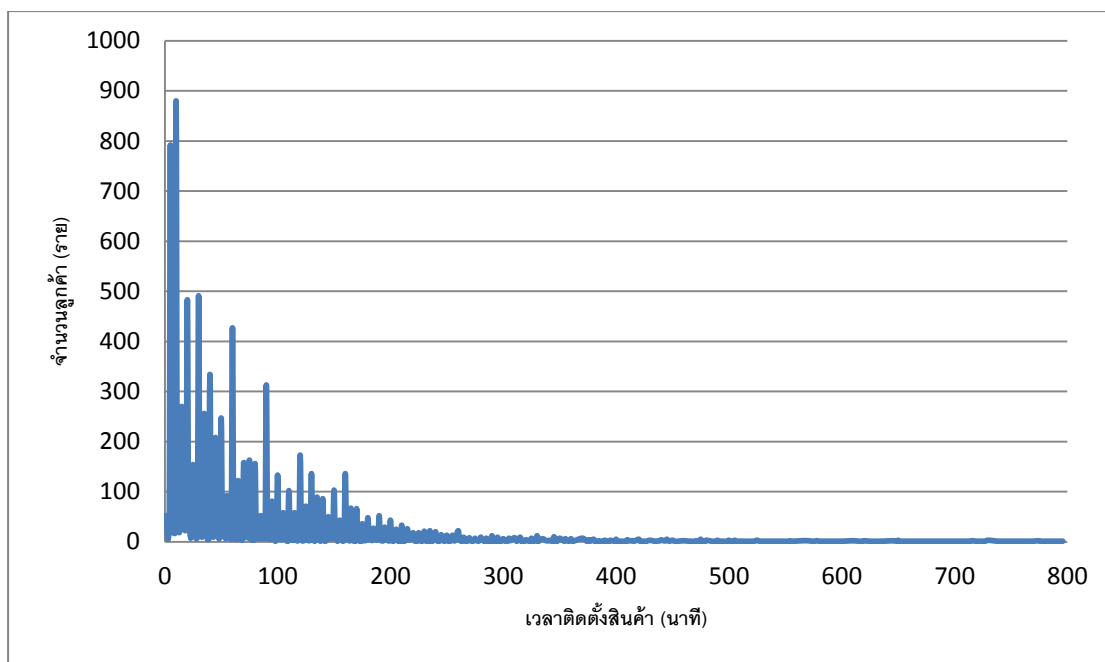
เวลาเดินทาง(นาที)		นครปฐม						
		เมือง	สามพราน	พุทธมณฑล	นครชัยศรี	ดอนตูม	กำแพงแสน	บางเลน
นครปฐม	เมือง	5	21	40	18	31	38	46
	สามพราน	24	5	47	31	44	57	59
	พุทธมณฑล	38	47	5	23	42	64	36
	นครชัยศรี	16	25	23	5	33	50	41
	ดอนตูม	30	44	44	37	5	35	27
	กำแพงแสน	37	56	68	53	35	5	36
	บางเลน	44	58	40	43	24	36	5

3.3.4 เวลาติดตั้งสินค้า

เวลาการติดตั้งสินค้าแต่ละรายการจะมีเวลามาตรฐานในการติดตั้งที่กำหนดโดยบริษัท เวลาติดตั้งสินค้าของสินค้าแต่ละชนิดมีเวลาในการติดตั้งไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสินค้าบางประเภทมีขั้นตอนให้การประกอบสินค้าแล้วติดตั้ง สินค้าบางประเภทไม่มีการประกอบสินค้า ตัวอย่างเช่น

- สินค้าประเภทเก้าอี้ โซฟา จะใช้เวลาในการติดตั้งน้อย เพราะไม่มีขั้นตอนในการประกอบสินค้า ใช้เวลาเฉพาะการขนถ่ายจากรถบรรทุกไปวางในจุดที่ลูกค้าต้องการ
- สินค้าประเภทตู้ เตียง จะใช้เวลาในการติดตั้งมาก เพราะมีขั้นตอนในการประกอบสินค้า ซึ่งเวลาในการประกอบสินค้าก็มีเทคนิคต่างกัน ส่งผลถึงแม้บางครั้งจะเป็นสินค้าชนิดเดียวกันแต่ก็ใช้เวลาประกอบสินค้าไม่เท่ากัน

เวลาการติดตั้งสินค้าของสินค้าแต่ละชนิดมีเวลาไม่เท่ากันแล้ว บางครั้งลูกค้าไม่ได้ซื้อสินค้าเพียงชิ้นเดียว ซึ่งการซื้อมีชนิดและปริมาณแล้วแต่ลูกค้า ดังนั้นจากการเก็บข้อมูลเวลาในการติดตั้งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายเป็นเวลา 1 เดือน ซึ่งมีลูกค้าประมาณ 10,158 ราย สามารถแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 3.27 เวลาในการติดตั้งสินค้า

จากรูปพบว่าเวลาติดตั้งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายส่วนใหญ่ใช้เวลาการติดตั้งสินค้าไม่เกิน 100 นาที ซึ่งเวลาติดตั้งเฉลี่ย 87.85 นาที

3.4 ข้อมูลในการจองการจัดส่ง

ข้อมูลที่ใช้ในการจองการจัดส่งประกอบด้วย

- ช่องเวลาการจอง
- ความน่าจะเป็นของช่องเวลาการขนส่งสินค้า
- ความน่าจะเป็นของช่องเวลาติดตั้งสินค้า
- โอกาสในการรับบริการลูกค้า 1 ราย
- โอกาสในการรับบริการลูกค้า 2 ราย

3.4.1 ช่องเวลาการจอง

จากการสัมภาษณ์พนักงานจัดส่งสินค้าใช้เวลาในการขนส่งจะใช้เวลาเร็วที่สุดประมาณ 15 นาที ดังนั้นในการศึกษานี้จึงกำหนดช่องเวลาการจองจะเป็นช่องเวลาละ 15 นาที เริ่มให้บริการตั้งแต่เวลา 10.00 – 20.00 น. ดังนั้นจึงมีจำนวนช่องเวลาทั้งหมด 40 ช่องเวลา เวลาที่ให้ลูกค้าเลือกจะมีให้เลือกทั้งหมด 8 เวลา คือตั้งแต่เวลา 10.00 – 18.00 น. แต่ในเวลา 12.00 น. จะไม่บริการเพราะเป็นเวลาพักกลางวัน ดังนั้นในเวลาที่คุณลูกค้าเลือกที่บริการจะต้องถึงบ้านลูกค้า แต่ในการจองนี้จะยืดหยุ่นเวลาให้คำนวณเวลาถึงบ้านลูกค้าให้อยู่ในช่วงถึงก่อนหรือหลังได้ไม่เกิน 2 ช่องเวลา ดังแสดงในตาราง

ตารางที่ 3.25 เวลาการจองของลูกค้า

เวลาให้ลูกค้าเลือก	ช่องเวลาที่	ช่องเวลาเริ่มบริการ
10.00 – 10.15 น.	1	1 - 3
11.00 – 11.15 น.	5	3 - 7
13.00 – 13.15 น.	13	11 - 15
14.00 – 14.15 น.	17	15 - 19
15.00 – 15.15 น.	21	19 - 23
16.00 – 16.15 น.	25	23 - 27
17.00 – 17.15 น.	29	27 - 31
18.00 – 18.15 น.	33	31 - 35

3.4.2 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาการขนส่ง (Travel Time Slot)

จากการแบ่งช่องเวลาการจองเป็นช่องเวลาละ 15 นาที จะหาค่าความน่าจะเป็นจากข้อมูลเวลาที่ใช้ในการขนส่งระหว่างบ้านลูกค้าที่เกิดขึ้นจริงในอดีต แบ่งช่วงเวลาทุก 15 นาที สามารถสรุปข้อมูลได้ดังแสดงในตาราง

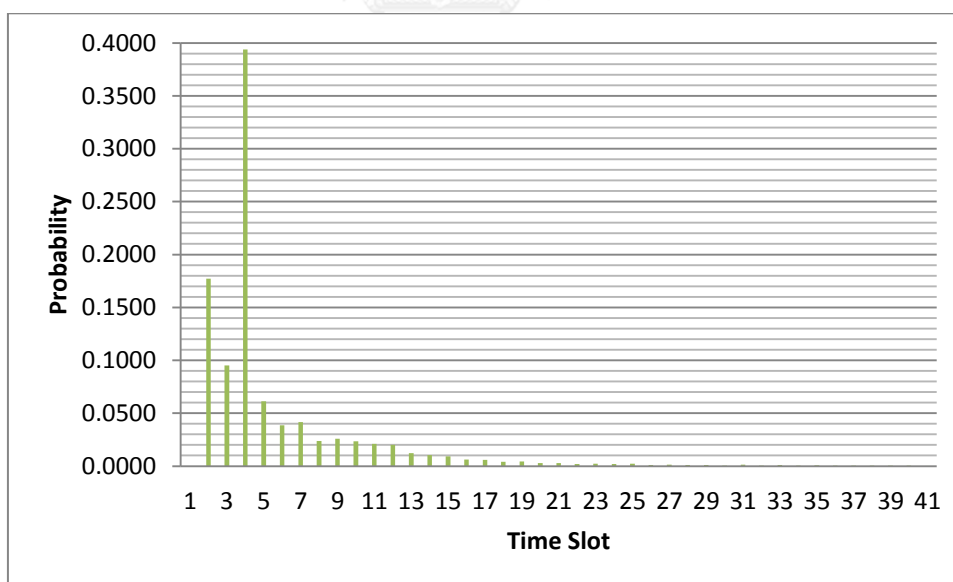
ตารางที่ 3.26 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาการขนส่ง

เวลาการขนส่ง (นาที)	ช่องเวลาการขนส่ง	ราย	ความน่าจะเป็น
0 – 15	1	1410	0.5695
16 – 30	2	607	0.2452
31 – 45	3	309	0.1248
46 - 60	4	150	0.0605

จากตารางจะพบว่าเวลาในการเดินทางส่วนใหญ่จะใช้เพียง 1 ช่องเวลา หรือไม่เกิน 15 นาที เพราะส่วนมากในการจัดเส้นทางเดินรถจะจัดให้บ้านลูกค้าใกล้เคียงกันไปในรถคันเดียวกัน

3.4.3 ความน่าจะเป็นของช่องเวลาดิตตั้งสินค้า (Setup Time Slot)

จากการเก็บข้อมูลเวลาในการดิตตั้งสินค้าของลูกค้าแต่ละรายเป็นเวลา 1 เดือน สามารถหาความน่าจะเป็นของช่องเวลาดิตตั้งสินค้าหลังจากการแบ่งช่องเวลาการจอบเป็นช่องเวลาละ 15 นาที ได้ดังรูป



รูปที่ 3.28 การกระจายตัวของช่องเวลาดิตตั้งสินค้า

จากรูปพบว่าการประมาณค่าความน่าจะเป็นของช่องเวลาดิตตั้งสินค้านี้มีค่ามากที่สุดอยู่ที่ 3 ช่องเวลา กล่าวคือ ลูกค้าส่วนมากมีโอกาสใช้เวลาในการดิตตั้งสินค้าอยู่ในช่วง 31-45 นาที

3.4.4 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ

เมื่อได้ความน่าจะเป็นของเวลาเดินทางและเวลาการติดตั้งสินค้าแล้ว จะทำการคำนวณความน่าจะเป็นของช่องว่างที่เกิเกิดขึ้นเพื่อรับลูกค้ารายต่อไปได้ โดยช่องว่างที่ว่างจะต้องมีอย่างน้อย 3 ช่อง เพราะถ้าช่องว่างน้อยกว่า 3 ช่องแล้วจะไม่สามารถรับคิวลูกค้าเพื่อจัดส่งสินค้าได้ แต่ไม่เกิน 40 ช่อง

โดยช่องว่างจะประกอบด้วย 3 ช่วงเวลาคือ เวลาเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า เวลาติดตั้งสินค้า และเวลาเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า ทั้ง 3 ช่วงเวลาที่ความน่าจะเป็นที่จะมีลูกค้าใช้แตกต่างกัน ดังนั้นจึงทำการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้าที่จะเข้ามาใหม่ได้

ตารางที่ 3.27 ตัวอย่างการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ

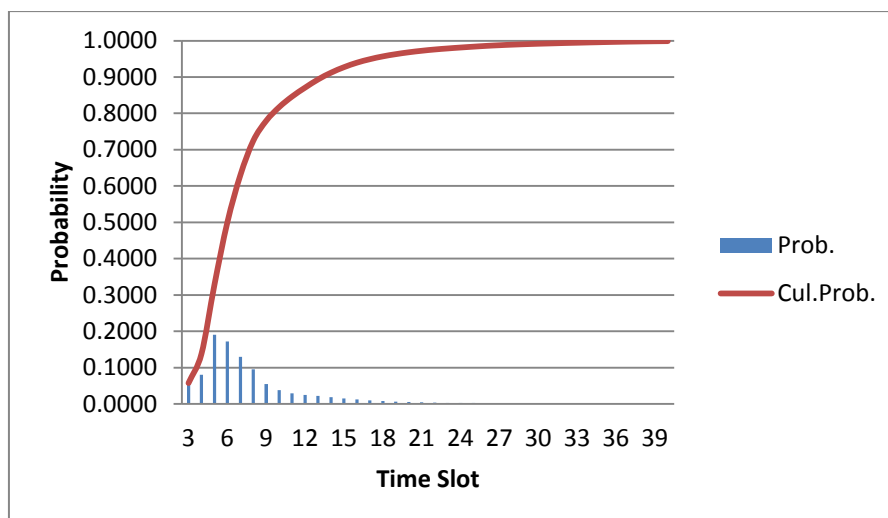
Slot	จำนวนช่องเวลา			ความน่าจะเป็น			
	ขนส่ง	ติดตั้ง	ขนส่ง	Travel1	Service	Travel2	Total
3	1	1	1	0.5695	0.1771	0.5695	0.0574
4	1	2	1	0.5695	0.0952	0.5695	0.0309
4	2	1	1	0.2452	0.1771	0.5695	0.0247
4	1	1	2	0.5695	0.1771	0.2452	0.0247
5	1	3	1	0.5695	0.3937	0.5695	0.1277
5	2	2	1	0.2452	0.0952	0.5695	0.0133
5	3	1	1	0.1248	0.1771	0.5695	0.0126
5	1	2	2	0.5695	0.0952	0.2452	0.0133
5	2	1	2	0.2452	0.1771	0.2452	0.0106
5	1	1	3	0.5695	0.1771	0.1248	0.0126

จากผลการคำนวณความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้าจะรวมค่าความน่าจะเป็นที่มีจำนวนช่องเวลาเท่ากัน และคำนวณค่าความน่าจะเป็นรวมได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.28 ความน่าจะเป็นในการรับรองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็น สะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็น สะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็น สะสม
1, 2	0	0	15	0.0152	0.93	28	0.0015	0.99
3	0.0574	0.06	16	0.0124	0.94	29	0.0013	0.99
4	0.0803	0.14	17	0.0096	0.95	30	0.0012	0.99
5	0.1901	0.33	18	0.0078	0.96	31	0.0010	0.99
6	0.1721	0.50	19	0.0061	0.96	32	0.0010	0.99
7	0.1296	0.63	20	0.0051	0.97	33	0.0008	0.99
8	0.0949	0.72	21	0.0042	0.97	34	0.0009	1.00
9	0.0551	0.78	22	0.0035	0.98	35	0.0008	1.00
10	0.0376	0.82	23	0.0029	0.98	36	0.0008	1.00
11	0.0292	0.85	24	0.0026	0.98	37	0.0006	1.00
12	0.0245	0.87	25	0.0023	0.98	38	0.0005	1.00
13	0.0224	0.89	26	0.0022	0.99	39	0.0004	1.00
14	0.0186	0.91	27	0.0018	0.99	40	0.0004	1.00

จากตารางพบว่าความน่าจะเป็นในการรับรองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อมากที่สุด คือ 5 ช่วงเวลา เท่ากับร้อยละ 19.01 รองลงมาคือ 6 ช่วงเวลา เท่ากับร้อยละ 17.21 จากตารางสามารถวาดกราฟได้ดังรูป



รูปที่ 3.29 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

3.4.5 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ

ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อจะคำนวณคล้ายกับความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อ แต่ช่องว่างจะประกอบด้วย 5 ช่วงเวลา

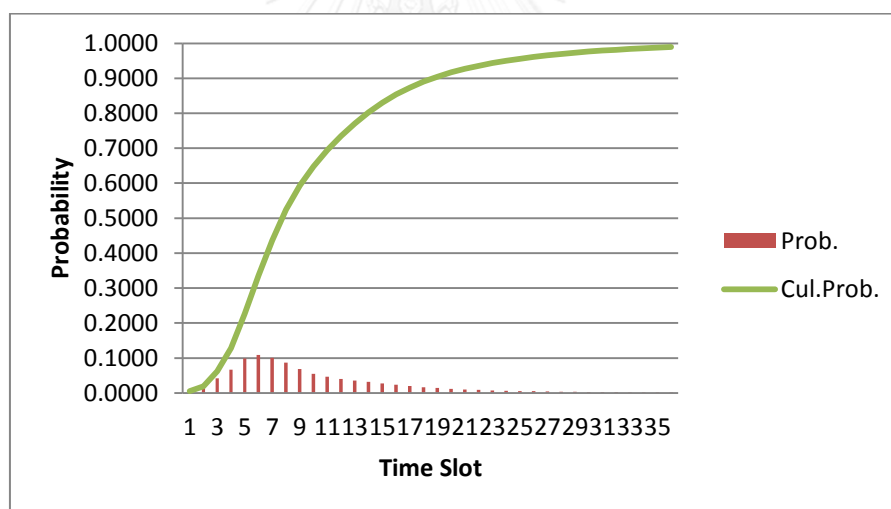
แล้วทำการรวมความน่าจะเป็นในแต่ละช่วงเวลาที่มีค่าเท่ากันเหมือนกับการหาความน่าจะเป็นในการรับบริการลูกค้า 1 ราย และคำนวณค่าความน่าจะเป็นรวมได้ดังตาราง

ตารางที่ 3.29 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 1 คำสั่งซื้อในแต่ละช่วงเวลา

ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม
1, 2	0	0	15	0.0464	0.69	28	0.0067	0.95
3	0	0	16	0.0401	0.73	29	0.0059	0.96
4	0	0	17	0.0359	0.77	30	0.0052	0.96
5	0.0058	0.01	18	0.0317	0.80	31	0.0046	0.97
6	0.0137	0.02	19	0.0275	0.83	32	0.0040	0.97
7	0.0425	0.06	20	0.0236	0.85	33	0.0035	0.97
8	0.0664	0.13	21	0.0199	0.87	34	0.0031	0.98

ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม	ช่วงเวลา	ความน่าจะเป็น	ความน่าจะเป็นสะสม
9	0.0988	0.23	22	0.0168	0.89	35	0.0027	0.98
10	0.1090	0.34	23	0.0142	0.90	36	0.0025	0.98
11	0.1008	0.44	24	0.0121	0.92	37	0.0022	0.98
12	0.0871	0.52	25	0.0103	0.93	38	0.0021	0.99
13	0.0690	0.59	26	0.0088	0.94	39	0.0019	0.99
14	0.0553	0.65	27	0.0076	0.94	40	0.0017	1.00

จากตารางพบว่าจำนวนช่องเวลาที่สามารถรับการจองการจัดส่งได้ 2 รายมีค่ามากที่สุดคือ 10 และ 11 ช่อง โดยมีความน่าจะเป็นประมาณร้อยละ 10



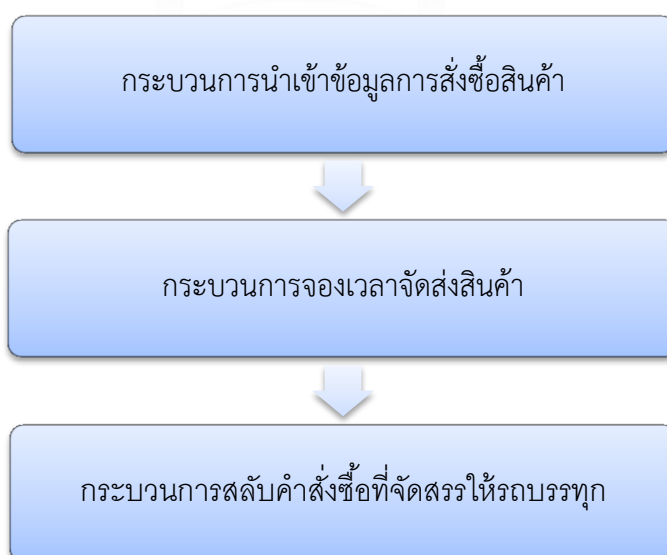
รูปที่ 3.30 ความน่าจะเป็นในการรับจองการจัดส่งสินค้า 2 คำสั่งซื้อ

บทที่ 4

แบบจำลองการจองการจัดส่งสินค้า

แบบจำลองการจองการจัดส่ง เป็นแบบจำลองเพื่อตัดสินใจในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยบริการตามลำดับคำสั่งซื้อที่เข้ามาก่อน แบบจำลองจะให้คำตอบในการรับคำสั่งซื้อในช่วงเวลาที่เลือก โดยลูกค้าสามารถรับบริการได้หรือลูกค้าต้องเลือกเวลาในการจัดส่งใหม่ ภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนรถบรรทุก เวลาการให้บริการ และความจุของรถบรรทุก การรับคำสั่งซื้อจะพิจารณาจากโอกาสในการให้บริการลูกค้า เพื่อสามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุดจำนวนรถที่จำกัด และเมื่อได้เวลาในการจัดส่งลูกค้าแต่ละรายในแต่ละวันแล้วจะทำการปรับปรุงเวลาในการจัดส่ง เพื่อลดเวลาในการเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า เพราะเวลาในการเดินทางส่งผลโดยตรงกับต้นทุนในการจัดส่งสินค้า โดยในการศึกษานี้จะเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Visual Basic Application บนไมโครซอฟต์เอ็กเซล

แบบจำลองการจัดส่ง สามารถแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน คือกระบวนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า และกระบวนการสลบคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก ดังแสดงในรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 แบบจำลองการจองการจัดส่งสินค้า

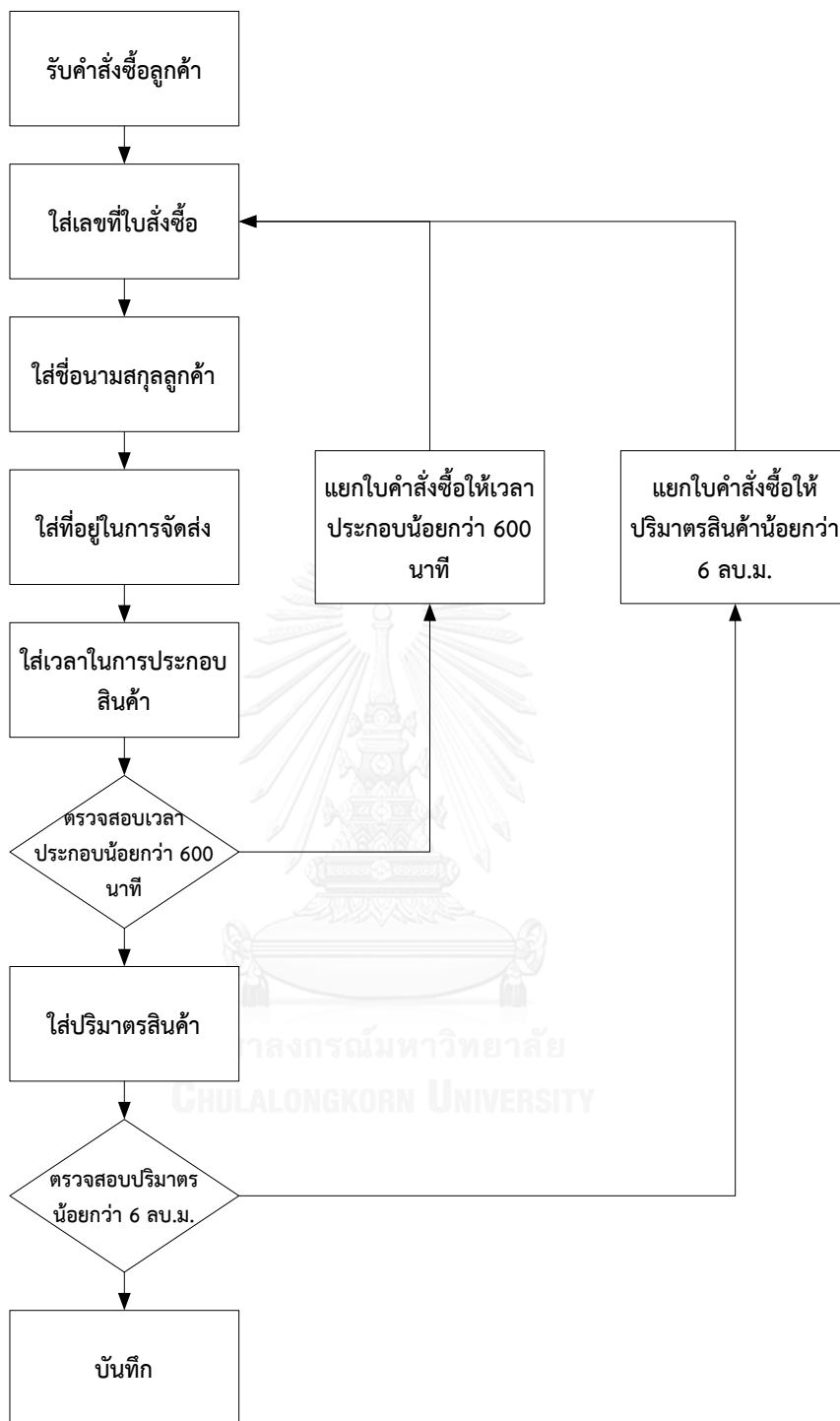
4.1 กระบวนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

กระบวนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าเป็นการนำข้อมูลในการสั่งซื้อสินค้า ประกอบด้วย ข้อมูลเลขใบสั่งซื้อ ชื่อนามสกุล ที่อยู่ในการจัดส่ง เวลาในการติดตั้งสินค้า ปริมาตรสินค้า โดยจะ ตรวจสอบเวลาในการประกอบจะต้องไม่เกิน 600 นาที เพราะเวลาในการบริการ 10.00 - 20.00 น. และตรวจสอบปริมาตรสินค้าต้องไม่เกินความจุรถบรรทุกคือไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เมตร

ขั้นตอนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า มีดังนี้

- รับคำสั่งซื้อสินค้าของลูกค้า
- ใส่ข้อมูลเลขที่ใบสั่งซื้อ
- ใส่ข้อมูลชื่อนามสกุลลูกค้า
- ใส่ข้อมูลที่อยู่ในการจัดส่ง
- ใส่ข้อมูลเวลาประกอบสินค้าในการจัดส่ง
- ตรวจสอบเวลาในการประกอบสินค้า (Setup Time) เวลาในการประกอบสินค้าจะต้อง น้อยกว่า 600 นาที ถ้าเวลาในการประกอบสินค้ามากกว่า 600 นาที จะทำการแยกใบสั่งซื้อ สินค้าตามสินค้าที่ต้องจัดส่งให้ใบสั่งซื้อแต่ละใบมีเวลาประกอบสินค้าไม่เกิน 10 ชั่วโมง
- ใส่ข้อมูลปริมาตรสินค้าในการจัดส่ง
- ตรวจสอบปริมาตรสินค้าต้องไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เมตร ถ้าปริมาตรสินค้าต้องเกิน 6 ลูกบาศก์เมตร จะทำการแยกใบสั่งซื้อสินค้าตามสินค้าที่ต้องจัดส่งให้ใบสั่งซื้อแต่ละใบมี ปริมาตรสินค้าไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เมตร
- บันทึกข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า

แสดงได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 กระบวนการนำเข้าข้อมูลสั่งซื้อสินค้า

กระบวนการนำเข้าสู่ข้อมูลในโปรแกรมการจองการจัดส่งนี้สามารถแสดงได้ดังรูป

รูปที่ 4.3 กระบวนการนำเข้าสู่ข้อมูลในโปรแกรม

4.2 กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า

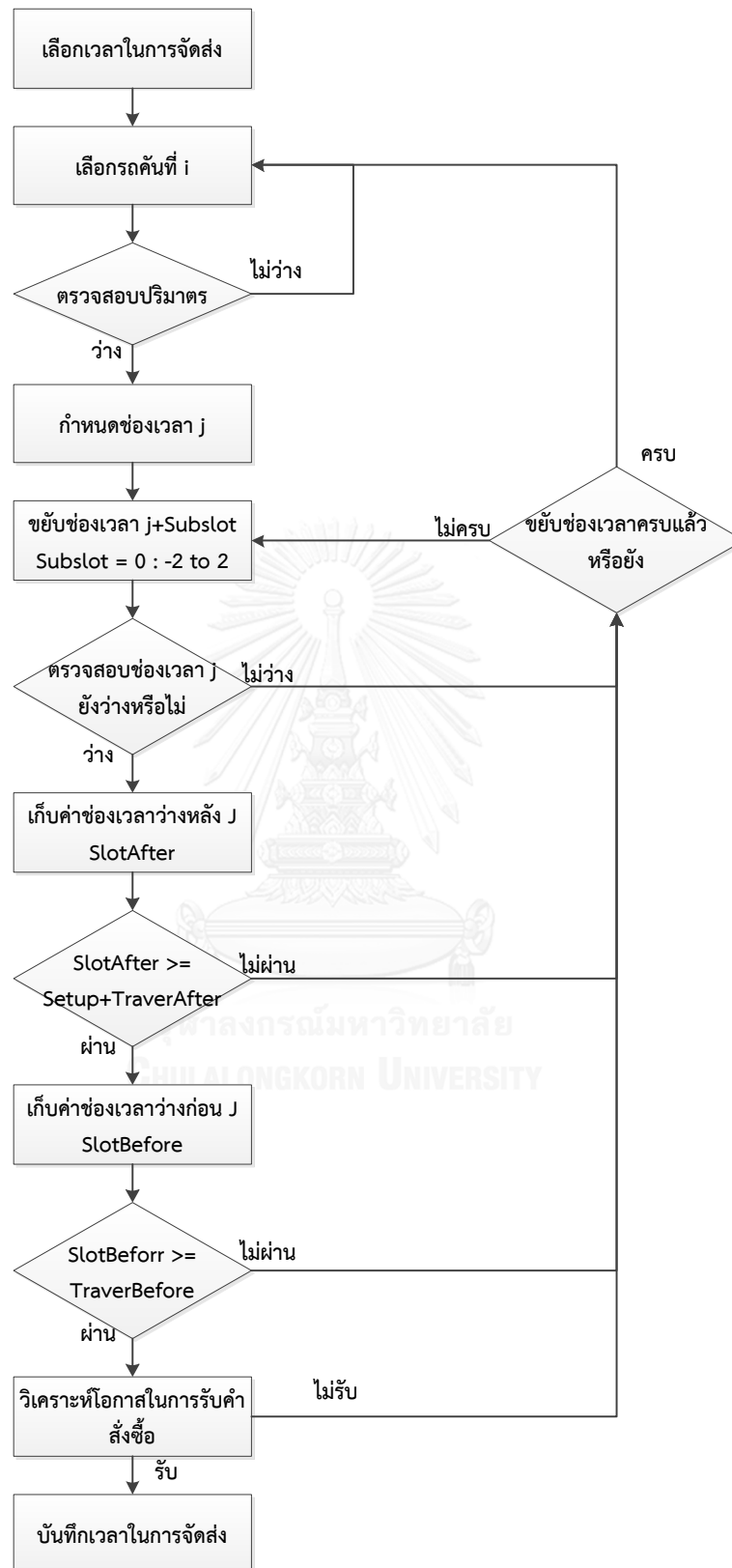
กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า เป็นกระบวนการตัดสินใจในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยลูกค้าเป็นผู้เลือกเวลาในการจัดส่ง แล้วแบบจำลองจะให้คำตอบในการรับคำสั่งซื้อ การรับคำสั่งซื้อจะพิจารณาจากโอกาสในการให้บริการลูกค้า ถ้าโอกาสในการบริการลูกค้ามีค่ามากจะรับคำสั่งซื้อเพื่อสามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุด ในจำนวนรถที่จำกัด

ขั้นตอนการจองเวลาจัดส่งสินค้า มีดังนี้

- เลือกเวลาในการจัดส่งสินค้า
- ตรวจสอบพื้นที่การจัดส่งจากสถานที่จัดส่งสินค้า โดยพื้นที่การจัดส่งสินค้าจะมีทั้งหมด 12 เขต
- แสดงรถทั้งหมดที่มีอยู่ในพื้นที่การจัดส่ง
- เลือกรถคันที่ i

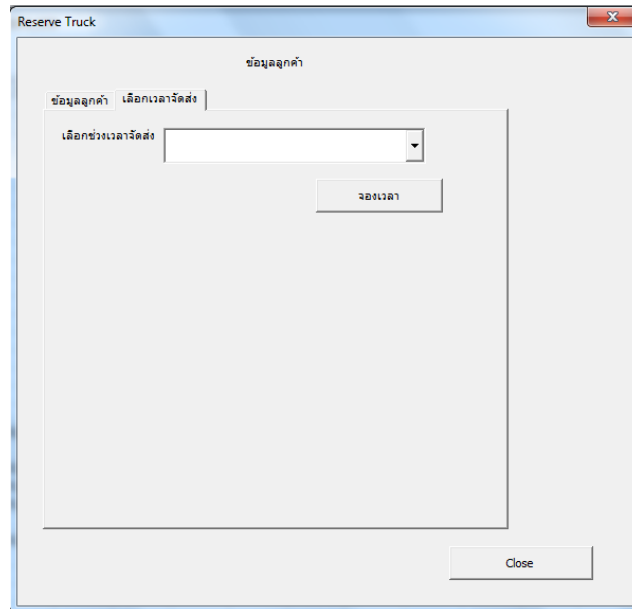
- ตรวจสอบปริมาณของสินค้าน้อยกว่าหรือเท่ากับปริมาณที่ว่างของรถ ถ้าปริมาณสินค้าในการจัดส่งมีมากกว่าปริมาณที่ว่างของรถบรรทุกจะทำการเปลี่ยนคัน
- กำหนดช่องเวลาการจัดส่งที่ j คิดจากเวลาในการจัดส่ง
- ขยับช่องเวลาไปหลังช่องเวลาการจัดส่ง ($j + \text{subslot}$) โดยขยับทีละช่องเริ่มจาก 0 ช่อง แต่ไม่เกิน 2 ช่องเวลา
- ถ้าขยับช่องเวลาไปหลังช่องเวลาครบแล้วจะขยับช่องเวลาไปข้างหน้าช่องเวลาการจัดส่ง โดยขยับได้ไม่เกิน 2 ช่องเวลา
- ตรวจสอบช่องเวลาการจัดส่งยังว่างอยู่หรือไม่ ถ้าไม่ว่างจะทำการขยับช่องเวลาการจัดส่ง
- เก็บค่าจำนวนช่องเวลาว่างหลังเวลาการจัดส่ง
- ตรวจสอบจำนวนช่องเวลาหลังเวลาการจัดส่งต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาประกอบสินค้ารวมกับเวลาเดินทางไปยังลูกค้ารายต่อไป
- เก็บค่าจำนวนช่องเวลาก่อนเวลาการจัดส่ง
- ตรวจสอบจำนวนช่องเวลาก่อนเวลาการจัดส่งต้องมากกว่าหรือเท่ากับเวลาเดินทางจากลูกค้ารายก่อน
- คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเพิ่มคำสั่งซื้อของลูกค้าจากจำนวนช่องเวลาก่อนเวลาการจัดส่ง
- คำนวณค่าความน่าจะเป็นในการเพิ่มคำสั่งซื้อของลูกค้าจากจำนวนช่องเวลาหลังเวลาการจัดส่งลบช่องเวลาการประกอบสินค้า
- คำนวณความน่าจะเป็นในการเพิ่มคำสั่งซื้อของลูกค้า 2 รายจากจำนวนช่องเวลาก่อนเวลาการจัดส่งรวมกับจำนวนช่องเวลาหลังเวลาการจัดส่ง
- วิเคราะห์ความน่าจะเป็น
- บันทึกเวลาจัดส่งสินค้า

ขั้นตอนการจองเวลาการจัดส่งสินค้าสามารถแสดงได้ดังรูป



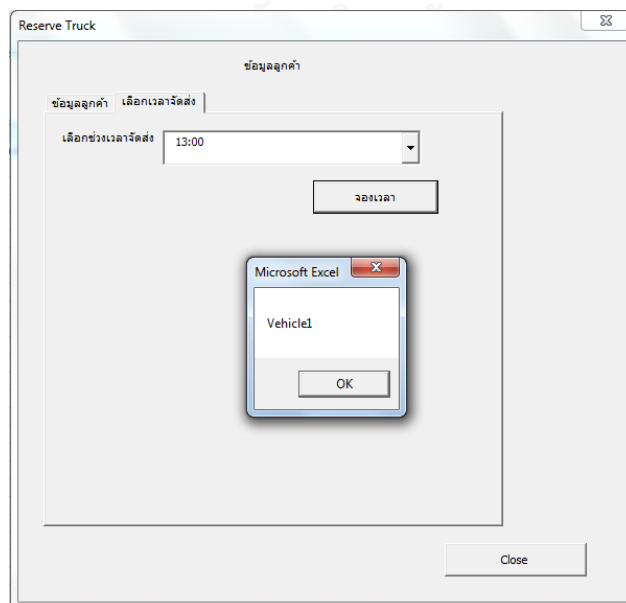
รูปที่ 4.4 กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า

กระบวนการจองเวลาการจัดส่งสินค้าในโปรแกรมการจองการจัดส่ง เริ่มจากการเลือก
ช่วงเวลาจัดส่ง แล้วกดปุ่ม “จองเวลา” ดังรูป



รูปที่ 4.5 เลือกช่วงเวลาจัดส่ง

ถ้าเวลาที่จองสามารถจัดส่งสินค้าได้ ระบบจะขึ้นเลขรถบรรทุกที่ทำการจัดส่งสินค้า ดังรูป



รูปที่ 4.6 กระบวนการจองเวลาการจัดส่งสินค้าในโปรแกรม

ระบบจะบันทึกข้อมูลพื้นที่จัดส่งสินค้าและเลขที่คำสั่งซื้อในตารางการจองการจัดส่ง ตามจำนวนช่องเวลาที่ใช้ในการจัดส่งสินค้า โดยตัวอย่างตารางการจองการจัดส่งแสดงดังรูป

zone	Truck No.	10:00-10:14	10:15-10:29	10:30-10:44	10:45-10:59	11:00-11:14	11:15-11:29	11:30-11:44	11:45-11:59	12:00-12:14	12:15-12:29	12:30-12:44	12:45-12:59	13:00-13:14	13:15-13:29
A	1	A02,6	A02,6	A02,6				A07,31	A07,31					A04,4	A04,4
A	2	A07,54	A07,54	A07,54	A07,54	A07,54	A07,54	A07,54						A02,5	A02,5
A	3	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39	A05,39
A	4	A01,99			A06,243			A04,340						A03,177	A03,177
A	5	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133	A06,133
A	6	A06,382	A06,382											A02,186	A02,186
A	7	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242	A02,242				A03,200	A03,200
A	8	A07,390	A07,390			A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215	A05,215
A	9	A05,406	A05,406	A05,406		A05,388								A02,339	A02,339
A	10	A03,399	A03,399	A03,399	A03,399			A01,419	A01,419	A01,419				A04,362	A04,362
A	11	A03,400	A03,400	A03,400	A03,400										A05,387
A	12													A03,408	
A	13													A01,420	A01,420
A	14														
A	15														

รูปที่ 4.7 ตัวอย่างตารางการจองการจัดส่ง

ระบบการจองจะสรุปข้อมูลการจองการจัดส่งของลูกค้า ประกอบด้วยข้อมูลเลขที่คำสั่งซื้อ ชื่อ ที่อยู่ เวลาประกอบ ปริมาตรสินค้า พื้นที่จัดส่งสินค้า เวลาจัดส่งสินค้า และรถบรรทุกที่จัดส่ง ดังแสดงในรูป

#	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	N
1	Order	Name	Address	Subdistrict	District	Province	Service time	Volumn	Zone	Time Request	รถคันที่		
2	4			คลองเตย	คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	35	0.905	A04		13	1	
3	5			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	25	0.834	A02		13	2	
4	6			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	31	0.335	A02		10	1	
5	7			คลองเตย	คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	80	1.371	A04		16	1	
6	31			บางเมืองใหม่	เมืองสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	30	0.112	A07		11	1	
7	38			บางนา	บางนา	กรุงเทพมหานคร	10	0.792	A05		17	2	
8	39			บางนา	บางนา	กรุงเทพมหานคร	260	3.222	A05		10	3	
9	41			บางจาก	พระโขนง	กรุงเทพมหานคร	30	0.144	A01		16	2	
10	54			สำโรงเหนือ	เมืองสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	95	1	A07		10	2	
11	99			บางจาก	พระโขนง	กรุงเทพมหานคร	5	1.336	A01		10	4	
12	100			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	10	1.181	A02		15	1	
13	101			สวนหลวง	สวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	5	1.823	A06		17	3	
14	102			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	20	0.728	A02		16	3	
15	103			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	50	0.728	A02		15	2	
16	106			แพรกษาใหม่	เมืองสมุทรปราการ	สมุทรปราการ	20	1.53	A07		18	1	
17	133			สวนหลวง	สวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	489	6	A06		10	5	
18	134			สวนหลวง	สวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	15	1.026	A06		18	2	
19	177			ตอกไม้	ประเวศ	กรุงเทพมหานคร	30	1	A03		13	4	
20	184			คลองเตย	คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	15	0.247	A04		14	1	
21	186			คลองตันเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	70	1.104	A02		13	6	
22	192			สวนหลวง	สวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	14	0.73	A06		17	4	
23	193			พระโขนงเหนือ	วัฒนา	กรุงเทพมหานคร	140	0.348	A02		14	4	
24	194			พระโขนง	คลองเตย	กรุงเทพมหานคร	121	0.465	A04		16	6	
25	195			สวนหลวง	สวนหลวง	กรุงเทพมหานคร	10	3.646	A06		15	6	
26	200			ประเวศ	ประเวศ	กรุงเทพมหานคร	58	1.991	A03		13	7	
27	214			บางนา	บางนา	กรุงเทพมหานคร	5	0.656	A05		18	4	
28	215			บางนา	บางนา	กรุงเทพมหานคร	208	4.28	A05		11	8	

รูปที่ 4.8 สรุปข้อมูลการจองการจัดส่ง

4.3 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

จากผลจากกระบวนการจองเวลาการจัดส่ง จะทำการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก โดยการเลื่อนคำสั่งซื้อจากรถคันหลังไปยังช่องเวลาว่างของรถคันก่อนหน้า และการสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้เคียงกันไปด้วยกัน เพื่อลดจำนวนรถบรรทุกในการจัดส่ง และเวลาในการเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า เพราะเวลาในการเดินทางส่งผลโดยตรงกับต้นทุนในการจัดส่งสินค้า การสลับคำสั่งซื้อจะสลับก็ต่อเมื่อสามารถลดช่องเวลาการเดินทางก่อนเวลานัดลูกค้า และช่องเวลาการเดินทางหลังเวลานัดลูกค้าต้องไม่เพิ่มขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดจากเวลาในการนัดลูกค้า เวลาในการติดตั้งสินค้าของลูกค้า และความจุรถบรรทุก กล่าวคือเวลานัดลูกค้ายังต้องเป็นเวลาเดิม สามารถติดตั้งสินค้าได้ทันโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลานัดลูกค้าถัดไป และปริมาตรรวมในการขนส่งสินค้าทั้งหมดต้องไม่เกินความจุรถบรรทุก

กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก มีขั้นตอนดังนี้

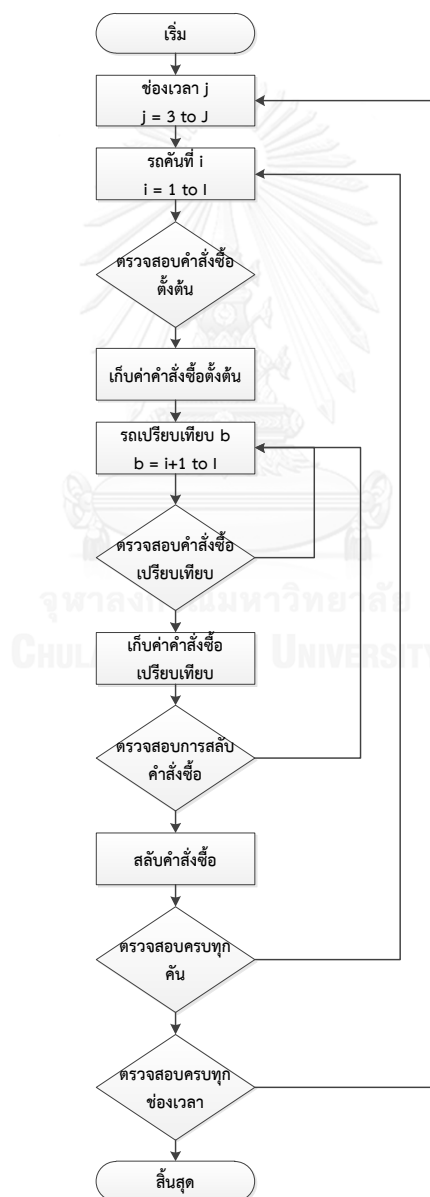
- ตั้งค่ารถคันที่ i ช่องเวลา j กำหนดเริ่มจากรถคันที่ 1 ช่องเวลาที่ 3 เพราะคำสั่งซื้อที่สามารถสลับได้เป็นคำสั่งซื้อรายที่ 2 ของรถคันที่ 1 ซึ่งโอกาสที่จะมีคำสั่งซื้อรายที่ 2 จะเกิดได้ทีแรกทีช่องเวลาที่ 3
- ตรวจสอบคำสั่งซื้อตั้งต้น ถ้าไม่มีให้เปลี่ยนคัน $i+1$
- เก็บค่าคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - จำนวนช่องเวลาการติดตั้งของคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - จำนวนช่องเวลาว่างก่อนและหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - คำนวนจำนวนช่องเวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้น จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้น กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - คำนวนจำนวนช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อตั้งต้น กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - ปริมาตรสินค้าของคำสั่งซื้อตั้งต้น

- ตรวจสอบคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ โดยคำสั่งซื้อเปรียบเทียบต้องไม่อยู่ในรถบรรทุกคันเดียวกับคำสั่งซื้อตั้งต้น b
- เก็บค่าคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - จำนวนช่องเวลาการติดตั้งคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - จำนวนช่องเวลาก่อนและหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - พื้นที่ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - ปริมาตรสินค้าของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
- ตรวจสอบการสลับคำสั่งซื้อ
 - เก็บค่าคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น
 - คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้น กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น
 - เก็บค่าคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ
 - คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ จากการขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ กับพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อตั้งต้น

- คำนวณจำนวนช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ จาก การขนส่งระหว่างพื้นที่ย่อยในการจัดส่งของคำสั่งซื้อตั้งต้น กับพื้นที่ ย่อยในการจัดส่งหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - เปรียบเทียบจำนวนช่องเวลาการขนส่ง
 - จำนวนช่องเวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น รวมกับจำนวนช่อง เวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ ต้องมากกว่าจำนวนช่อง เวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้น รวมกับจำนวนช่องเวลาการขนส่ง ก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - จำนวนช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น รวมกับจำนวนช่อง เวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ ต้องไม่น้อยกว่าจำนวน ช่องเวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อตั้งต้น รวมกับจำนวนช่องเวลาการ ขนส่งหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - ไม่ผ่านจะตรวจสอบคำสั่งซื้อเปรียบเทียบจากระบบทุกครั้งต่อไป $b+1$
 - ตรวจสอบจำนวนช่องเวลาว่าง
 - จำนวนช่องเวลาว่างก่อนคำสั่งซื้อตั้งต้นไม่น้อยกว่าจำนวนช่องเวลาการ ขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น
 - จำนวนช่องเวลาว่างหลังคำสั่งซื้อตั้งต้นไม่น้อยกว่าจำนวนช่องเวลาการ ขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับตั้งต้น
 - จำนวนช่องเวลาว่างก่อนคำสั่งซื้อเปรียบเทียบไม่น้อยกว่าจำนวนช่อง เวลาการขนส่งก่อนคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ
 - จำนวนช่องเวลาว่างหลังคำสั่งซื้อเปรียบเทียบไม่น้อยกว่าจำนวนช่อง เวลาการขนส่งหลังคำสั่งซื้อสลับเปรียบเทียบ
 - ไม่ผ่านจะตรวจสอบคำสั่งซื้อเปรียบเทียบจากระบบทุกครั้งต่อไป $b+1$
 - ตรวจสอบปริมาตรรถบรรทุก
 - ปริมาตรที่เหลือของรถบรรทุกตั้งต้นรวมกับปริมาตรสินค้าคำสั่งซื้อตั้ง ต้น ไม่น้อยกว่าปริมาตรคำสั่งซื้อเปรียบเทียบ
 - ปริมาตรที่เหลือของรถบรรทุกเปรียบเทียบรวมกับปริมาตรสินค้าคำ สั่งซื้อเปรียบเทียบ ไม่น้อยกว่าปริมาตรคำสั่งซื้อตั้งต้น

- ไม่ผ่านจะตรวจสอบคำสั่งซื้อเปรียบเทียบจากรถบรรทุกคันต่อไป $b+1$
- สลับคำสั่งซื้อ
- ตรวจสอบคำสั่งซื้อเปรียบเทียบจากรถบรรทุกคันต่อไป $b+1$
- ตรวจสอบคำสั่งซื้อตั้งต้นจากรถบรรทุกคันต่อไป $i+1$
- ตรวจสอบช่องเวลาถัดไป $j+1$

ขั้นตอนกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งแสดงได้ดังรูป



รูปที่ 4.9 กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

บทที่ 5

การทดสอบระบบและวิเคราะห์ผล

5.1 การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบ

การทดสอบความถูกต้องในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบแต่ละส่วนย่อยของระบบ ประกอบด้วย การทดสอบความถูกต้องของข้อมูลในการนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง และความถูกต้องในการทำงานของแต่ละขั้นตอนในแบบจำลอง ดังนี้

5.1.1 การทดสอบความถูกต้องของข้อมูลในการนำข้อมูลเข้าสู่แบบจำลอง

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบความถูกต้องของข้อมูลที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์เพื่อการจองการจัดส่ง หรือเป็นการตรวจสอบความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการป้อนข้อมูลผิด เช่น

- ข้อมูลช่องเวลาการเดินทาง
- ข้อมูลโอกาสในการรับบริการลูกค้า
- ข้อมูลใบคำสั่งซื้อของลูกค้า

5.1.2 การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง

ในขั้นตอนหลักที่ต้องตรวจสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบ ได้แก่ กระบวนการนำเข้าข้อมูลสั่งซื้อสินค้า กระบวนการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้า และกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่ง มีรายละเอียดการทดสอบดังนี้

- กระบวนการนำเข้าข้อมูลสั่งซื้อสินค้า สามารถทดสอบได้โดยการตรวจสอบข้อมูลใบคำสั่งซื้อสินค้าเปรียบเทียบกับผลจากการใส่ข้อมูลในแบบจำลอง และตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน เช่น เวลาการประกอบสินค้าไม่เกิน 600 นาที ปริมาณสินค้าไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เมตร
- กระบวนการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้า สามารถทดสอบได้โดยการตรวจสอบข้อมูล และการนำปัญหาที่ทราบผลลัพธ์ที่ถูกต้องแล้วนำมาใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบคำตอบ และตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน

- กระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่ง การตรวจสอบนี้ก็มีลักษณะคล้ายกับกระบวนการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้า

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบจนแน่ใจว่าไม่มีความผิดพลาดแล้ว จะทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยทำการทดสอบจากข้อมูลจริงที่มีอยู่ ซึ่งเป็นการทดสอบผลลัพธ์ของการจองช่วงเวลาการจัดส่งด้วยระบบการจองการจัดส่งด้วยระบบทุกเทียบกับวิธีการที่ใช้ในปัจจุบัน

การกำหนดตัวชี้วัดที่เหมาะสมเพื่อวัดประสิทธิภาพของการจองการจัดส่งเป็นสิ่งสำคัญ การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้นจะใช้จำนวนรถที่ใช้ในการขนส่ง ส่วนกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งจะใช้จำนวนช่องเวลาการเดินทางที่ลดลง

5.2.1 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้น

การทดสอบแบบจำลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองเปรียบเทียบกับ การจองที่เกิดขึ้นจริงซึ่งจัดโดยพนักงาน โดยวัดผลด้วยจำนวนรถที่ใช้ในการขนส่งในจำนวนคำสั่งซื้อที่เท่ากัน ซึ่งลำดับของคำสั่งซื้อใช้ลำดับเดียวกับข้อมูลจริง คือ คำสั่งซื้อที่มาก่อนได้จองเวลาก่อน

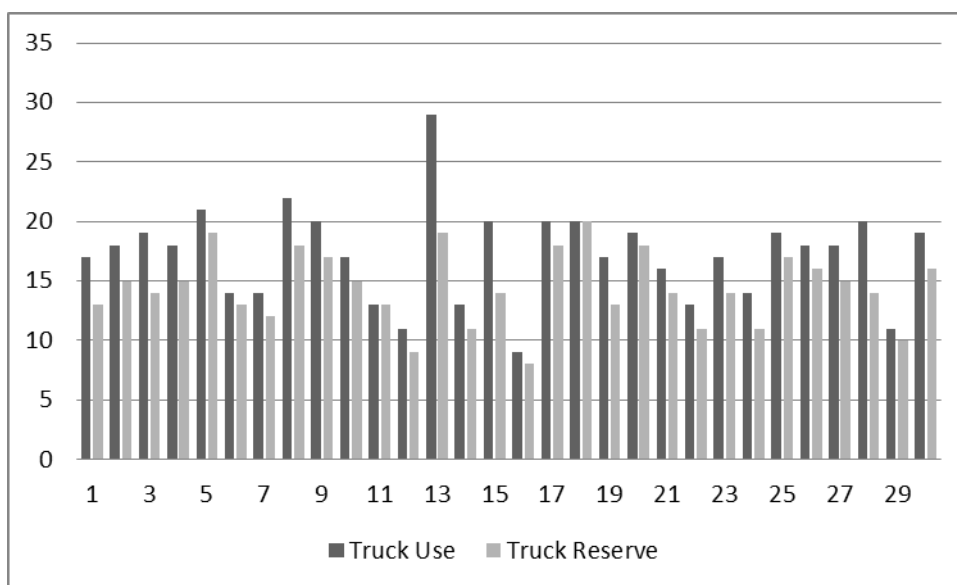
จากการนำข้อมูลการปฏิบัติงานจริงของบริษัทตัวอย่างมาทดสอบในกระบวนการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้า จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.1 ผลการทดสอบแบบจำลองการจองการจัดส่งตั้งต้น

วันที่	พื้นที่ จัดส่ง	จำนวน คำสั่ง ซื้อ	เวลา ประกอบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน เวลาประกอบ	จำนวนรถ ที่ใช้จริง	จำนวนรถ จาก แบบจำลอง	ร้อยละ ความ แตกต่าง
1	1	53	58.6	84.8	17	13	23.5
1	4	61	81.7	78.7	18	15	16.7
2	1	68	63.5	63.8	19	14	26.3
2	4	60	75.0	68.2	18	15	16.7

วันที่	พื้นที่ จัดตั้ง	จำนวน คำสั่ง ซื้อ	เวลา ประกอบ เฉลี่ย	ค่าเบี่ยงเบน มาตรฐาน เวลาประกอบ	จำนวนรถ ที่ใช้จริง	จำนวนรถ จาก แบบจำลอง	ร้อยละ ความ แตกต่าง
2	11	77	92.3	97.1	21	19	9.5
3	1	53	56.8	65.1	14	13	7.1
3	3	46	88.2	82.1	14	12	14.3
3	4	69	73.7	74.0	22	18	18.2
3	11	67	72.3	80.1	20	17	15.0
4	1	71	65.2	72.1	17	15	11.8
4	3	47	62.6	77.8	13	13	0.0
4	6	35	41.3	49.8	11	9	18.2
5	1	84	54.5	65.1	29	19	34.5
5	3	43	59.3	64.9	13	11	15.4
5	4	71	56.0	61.4	20	14	30.0
5	8	34	72.4	92.1	9	8	11.1
6	4	72	82.7	80.3	20	18	10.0
6	11	74	79.5	71.2	20	20	0.0
7	1	62	63.5	53.7	17	13	23.5
7	11	74	71.4	89.6	19	18	5.3
8	1	69	49.0	60.0	16	14	12.5
8	3	41	69.6	88.7	13	11	15.4
8	4	64	57.1	60.4	17	14	17.7
8	11	59	52.2	50.6	14	11	21.4
9	3	57	77.7	101.2	19	17	10.5
9	4	61	66.5	67.2	18	16	11.1
9	11	58	66.2	60.6	18	15	16.7
10	1	73	49.3	49.8	20	14	30.0
10	3	37	50.9	67.0	11	10	9.1
10	4	66	56.4	54.8	19	16	15.8
รวม		1806	65.5		516	432	16.3

ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลการปฏิบัติงานจริงของบริษัทตัวอย่างมาทดสอบในกระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้น จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง สามารถสร้างกราฟได้ดังรูป

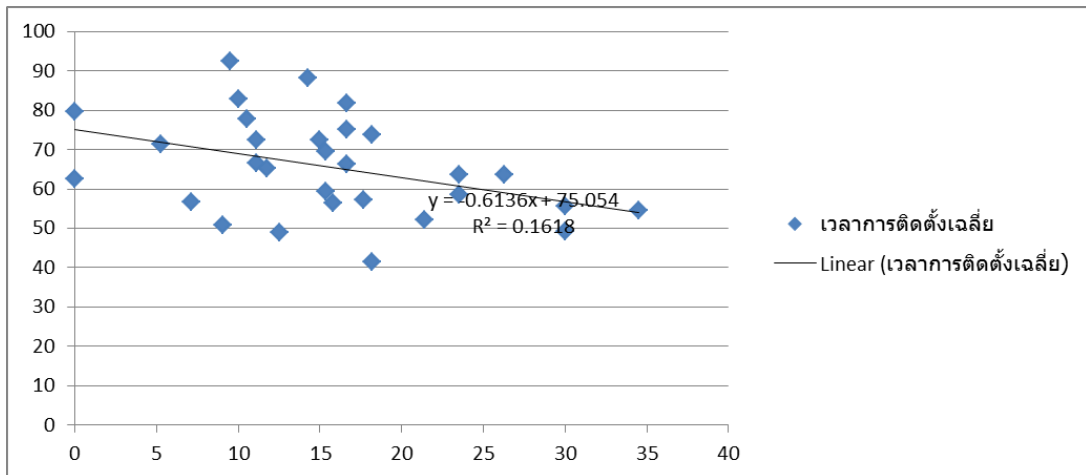


รูปที่ 5.1 ผลการทดสอบแบบจำลองการจองการจัดส่งตั้งต้น

สามารถสรุปได้ดังนี้

- ในจำนวน 30 ตัวอย่าง มีเพียง 2 ตัวอย่างที่มีผลการใช้จำนวนรถบรรทุกในการจัดส่งเท่ากับส่วนอีก 28 ตัวอย่างสามารถลดจำนวนรถบรรทุกในการจัดส่งได้
- ในการทดสอบ 10 วัน ใช้รถบรรทุกในการจัดส่ง 516 คัน แต่ผลจากแบบจำลองการวิเคราะห์เวลาการจัดส่ง ใช้รถบรรทุกในการจัดส่ง 432 คัน สามารถลดจำนวนรถบรรทุกในการจัดส่งได้ 84 คัน เฉลี่ยประมาณร้อยละ 16.3
- ในการทดสอบ 10 วัน จำนวน 30 ตัวอย่าง มีคำสั่งซื้อทั้งหมด 1806 คำสั่งซื้อ ใช้รถบรรทุกในการจัดส่ง 516 คัน เฉลี่ยรถบรรทุก 1 คัน จัดส่งให้ลูกค้า 3.5 ราย แต่ผลจากแบบจำลองใช้รถบรรทุก 432 คัน เฉลี่ยรถบรรทุก 1 คัน จัดส่งให้ลูกค้า 4.18 ราย ส่งผลให้รถบรรทุกแต่ละคันสามารถจัดส่งให้ลูกค้าได้เพิ่มขึ้นเฉลี่ย 0.68 ราย

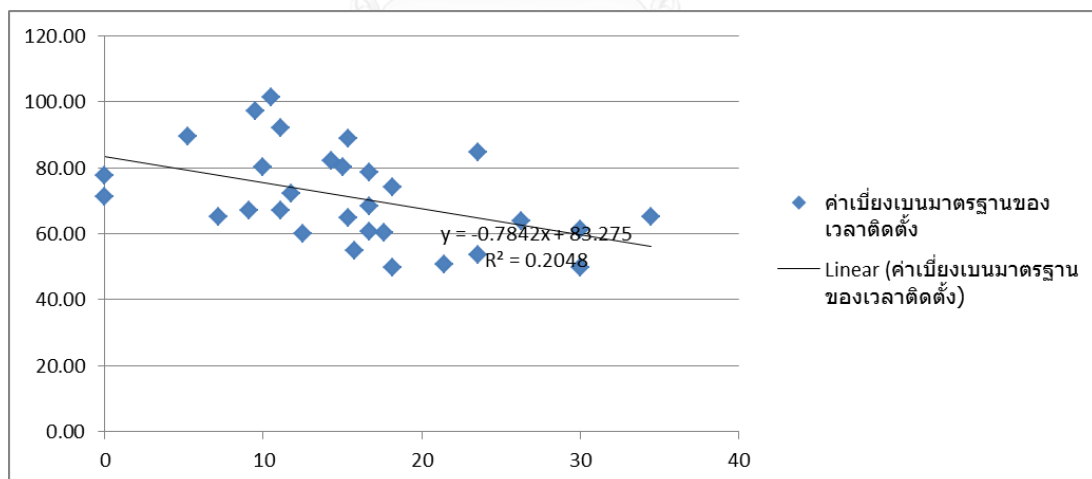
จากผลการทดสอบสามารถสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการติดตั้งเฉลี่ยกับค่าร้อยละความแตกต่างของจำนวนรถได้ดังรูป



รูปที่ 5.2 ความสัมพันธ์ระหว่างเวลาการติดตั้งเฉลี่ยกับค่าร้อยละการลดจำนวนรถ

จากรูปแสดงให้เห็นว่าเมื่อเวลาการติดตั้งเฉลี่ยมีค่ามากแนวโน้มในการลดจำนวนรถบรรทุกได้น้อย เมื่อเวลาการติดตั้งเฉลี่ยมีค่าน้อยมีแนวโน้มจะลดจำนวนรถบรรทุกได้มาก

และความสัมพันธ์ระหว่างค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาติดตั้งสินค้ากับค่าร้อยละความแตกต่างของจำนวนรถได้ดังรูป



รูปที่ 5.3 ความสัมพันธ์ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของเวลาติดตั้งกับค่าร้อยละการลดจำนวนรถ

เมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่ามากแนวโน้มในการลดจำนวนรถบรรทุกได้น้อย และเมื่อค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าน้อยมีแนวโน้มจะลดจำนวนรถบรรทุกได้มาก

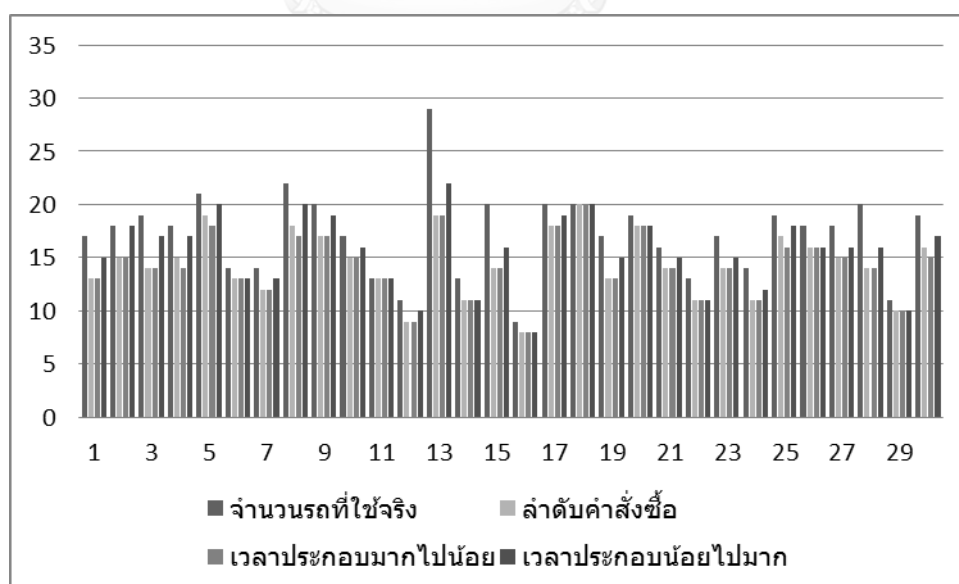
จากการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการจองการจัดส่งตั้งต้น จะทดสอบผลกระทบจากเวลาประกอบสินค้าจากคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยเรียงลำดับตามเวลาประกอบสินค้าจากมากไปน้อย และจากน้อยไปมาก เพื่อดูถึงผลของเวลาประกอบสินค้า โดยใช้ข้อมูลเดียวกับการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้า จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง ได้ผลดังนี้

ตารางที่ 5.2 ผลกระทบจากเวลาประกอบสินค้าจากคำสั่งซื้อของลูกค้า

วันที่	พื้นที่จัดส่ง	จำนวนรถ	จำนวนรถจากแบบจำลอง		
			ลำดับคำสั่งซื้อ	เวลาประกอบมากไปน้อย	เวลาประกอบน้อยไปมาก
1	1	17	13	13	15
1	4	18	15	15	18
2	1	19	14	14	17
2	4	18	15	14	17
2	11	21	19	18	20
3	1	14	13	13	13
3	3	14	12	12	13
3	4	22	18	17	20
3	11	20	17	17	19
4	1	17	15	15	16
4	3	13	13	13	13
4	6	11	9	9	10
5	1	29	19	19	22
5	3	13	11	11	11
5	4	20	14	14	16
5	8	9	8	8	8
6	4	20	18	18	19
6	11	20	20	20	20
7	1	17	13	13	15
7	11	19	18	18	18
8	1	16	14	14	15

วันที่	พื้นที่จัดส่ง	จำนวนรถ	จำนวนรถจากแบบจำลอง		
			ลำดับคำสั่งซื้อ	เวลาประกอบ มากไปน้อย	เวลาประกอบ น้อยไปมาก
8	3	13	11	11	11
8	4	17	14	14	15
8	11	14	11	11	12
9	3	19	17	16	18
9	4	18	16	16	16
9	11	18	15	15	16
10	1	20	14	14	16
10	3	11	10	10	10
10	4	19	16	15	17
รวม		516	432	427	466

ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลเวลาประกอบสินค้าโดยเรียงลำดับตามเวลาประกอบสินค้าจากมากไปน้อย และจากน้อยไปมาก จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง สามารถสร้างกราฟได้ดังรูป



รูปที่ 5.4 ผลกระทบจากเวลาประกอบสินค้าจากคำสั่งซื้อของลูกค้า

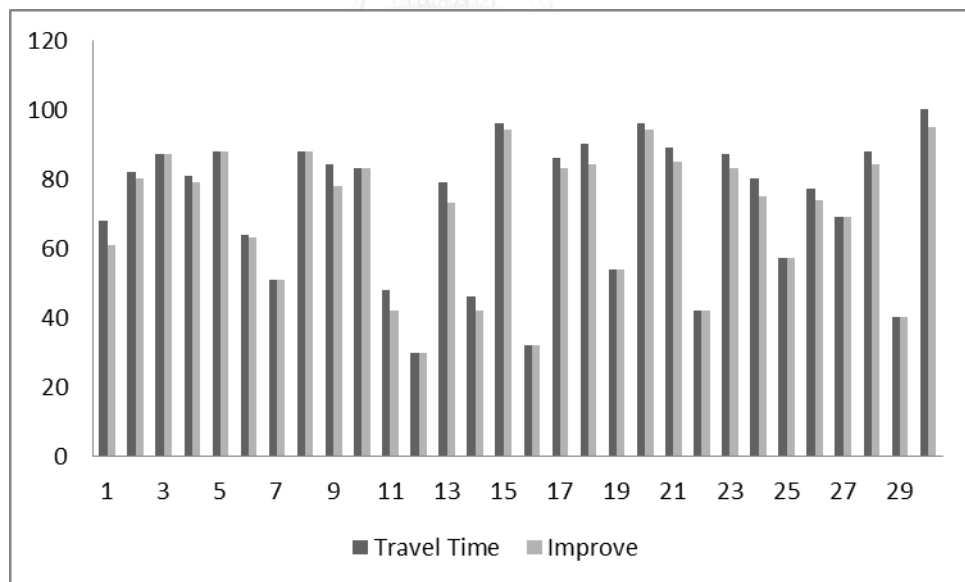
สามารถสรุปได้ดังนี้

- ลำดับคำสั่งซื้อที่มีผลต่อการจองการจัดส่ง
- การเรียงลำดับคำสั่งซื้อที่มีเวลาประกอบมากไปน้อยจะได้ผลดีกว่าลำดับคำสั่งซื้อที่มีเวลาประกอบน้อยไปมาก เพราะคำสั่งซื้อที่มีเวลาประกอบน้อยจะไปขวางคำสั่งซื้อที่มีเวลาประกอบมาก

5.2.2 การทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

การทดสอบแบบจำลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของแบบจำลอง โดยใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลองการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งสินค้ามาปรับปรุงเพื่อลดจำนวนช่องเวลาการเดินทาง เพราะเวลาการเดินทางส่งผลโดยตรงต่อต้นทุนในการขนส่ง

จากการนำผลจากแบบจำลองการวิเคราะห์เวลาการจัดส่งจำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง ลดช่องเวลาการเดินทางด้วยกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งได้ผลดังนี้



รูปที่ 5.5 ผลการทดสอบแบบจำลองกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

ตารางที่ 5.3 ผลการทดสอบแบบจำลองกระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

วันที่	พื้นที่จัดส่ง	จำนวนคำสั่งซื้อ	จำนวนช่วงเวลาเดินทาง		ร้อยละความแตกต่าง
			ก่อนปรับปรุง	หลังปรับปรุง	
1	1	53	68	61	10.3
1	4	61	82	80	2.4
2	1	68	87	87	0.0
2	4	60	81	79	2.5
2	11	77	88	88	0.0
3	1	53	64	63	1.6
3	3	46	51	51	0.0
3	4	69	88	88	0.0
3	11	67	84	78	7.1
4	1	71	83	83	0.0
4	3	47	48	42	12.5
4	6	35	30	30	0.0
5	1	84	79	73	7.6
5	3	43	46	42	8.7
5	4	71	96	94	2.1
5	8	34	32	32	0.0
6	4	72	86	83	3.5
6	11	74	90	84	6.7
7	1	62	54	54	0.0
7	11	74	96	94	2.1
8	1	69	89	85	4.5
8	3	41	42	42	0.0
8	4	64	87	83	4.6
8	11	59	80	75	6.3
9	3	57	57	57	0.0
9	4	61	77	74	3.9
9	11	58	69	69	0.0
10	1	73	88	84	4.5
10	3	37	40	40	0.0
10	4	66	100	95	5.0
รวม		1806	2162	2090	3.3

ผลลัพธ์จากการนำข้อมูลจากระบบการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง มาปรับปรุงด้วยกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งสามารถสรุปได้ดังนี้

- ในจำนวน 30 ตัวอย่าง มีเพียง 12 ตัวอย่างที่มีผลจำนวนช่องเวลาในการเดินทางเท่าเดิม ส่วนอีก 28 ตัวอย่างสามารถลดจำนวนช่องเวลาในการเดินทางได้
- ในการทดสอบ 10 วัน ใช้ช่องเวลาเดินทางในการจัดส่ง 2162 ช่อง แต่ผลจากระบบการปรับปรุงเวลาการจัดส่ง ช่องเวลาเดินทางในการจัดส่ง 2090 ช่อง สามารถลดจำนวนช่องเวลาเดินทางในการจัดส่งได้ 72 ช่อง เฉลี่ยประมาณร้อยละ 3.3

ในการทดสอบ 10 วัน จำนวน 30 ตัวอย่าง มีคำสั่งซื้อทั้งหมด 1806 คำสั่งซื้อ ใช้ช่องเวลาเดินทางในการจัดส่ง 2162 ช่อง เฉลี่ยการเดินทางไปจัดส่งให้ลูกค้า 1 ราย ใช้ 1.20 ช่องเวลา แต่ผลจากแบบจำลองใช้ช่องเวลาเดินทางในการจัดส่ง 2090 ช่อง เฉลี่ยการเดินทางไปจัดส่งให้ลูกค้า 1 ราย ใช้ 1.16 ช่องเวลา ส่งผลให้กระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งสามารถลดเวลาในการเดินทางจัดส่งสินค้าได้ 0.04 ช่องเวลา หรือประมาณ 36 วินาทีต่อลูกค้า 1 ราย

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

งานวิจัยเพื่อพัฒนาแบบจำลองสำหรับการจองการจัดส่งด้วยรถบรรทุกนี้ ได้ตั้งวัตถุประสงค์ในการดำเนินงานไว้ 2 ประการ คือ

- เพื่อศึกษาการจัดการช่วงเวลาสำหรับการจองรถขนส่งสินค้า
- เพื่อพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับจองรถขนส่งสินค้าให้เกิดประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยกำหนดขอบเขตการศึกษาพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการจองรถเพื่อการจัดส่งสินค้าถึงลูกค้า โดยลูกค้าจองบริเวณหน้าร้านตอนที่ลูกค้าได้สั่งซื้อสินค้า เพื่อให้พนักงานขายสามารถให้คำตอบแก่ลูกค้าได้ว่าวันและเวลาที่ลูกค้าต้องการให้ส่งสินค้านั้นบริษัทสามารถไปส่งได้หรือไม่ ถ้าส่งได้ก็ยืนยันการส่งสินค้าแก่ลูกค้าได้ โดยแบ่งการดำเนินงานวิจัยดังนี้

1. การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การสำรวจและรวบรวมข้อมูล
3. แบบจำลองการจัดส่งสินค้า
4. การทดสอบและวิเคราะห์ผล

6.1.1 การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การทบทวนทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องสำหรับการจองการจัดส่ง เกี่ยวข้องกับการจัดช่วงเวลาซึ่งมีลักษณะคล้ายกับการจัดเส้นทางเดินรถ โดยการจัดเส้นทางเดินรถเป็นการพิจารณาในมิติของระยะทาง ในขณะที่การจัดช่วงเวลาเป็นการพิจารณาในมิติของเวลา ซึ่งการลำดับงานของรถตามกิจกรรมและเวลาภายใต้ข้อจำกัดต่างๆ เช่น ระยะเวลาที่รถให้บริการตามเส้นทางต่างๆ ขนาดรถจำนวนจุดส่งสินค้า เป็นต้น

จุดประสงค์ของการจัดการช่องเวลาคือการทำให้ต้นทุนการขนส่งสินค้าที่เกิดจากคำสั่งซื้อของลูกค้าต่ำที่สุดจากการเสนอช่องเวลการจัดส่งสินค้า โดยมีสมมติฐานคือความต้องการมีผลต่อช่องเวลาที่เสนอ ซึ่งความต้องการถูกวัดเป็นจำนวนคำสั่งซื้อของลูกค้า

การทบทวนงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า 1. การศึกษานี้ควรออกแบบช่องเวลาให้มีความยืดหยุ่นแบบจำกัดเพื่อลดต้นทุนในการจัดส่ง แต่ไม่ลดความพึงพอใจให้แก่ลูกค้าในการเลือกเวลการจัดส่ง และช่องเวลาจะสามารถรวมลูกค้าแต่ละรายที่อยู่ในพื้นที่จัดส่งเดียวกันให้จัดส่งในรถคันเดียวกัน 2. การออกแบบระบบการจูงใจการใช้ช่องเวลาแบบไดนามิกเพราะสามารถประเมินความเป็นไปได้ในการจัดส่งแต่ละคำสั่งซื้อ และ 3. การตัดสินใจรับคำสั่งซื้อควรตัดสินใจจากค่าความน่าจะเป็นของคำสั่งซื้อจากรูปแบบคำสั่งซื้อในอดีต

6.1.2 การสำรวจและรวบรวมข้อมูล

การสำรวจลักษณะการปฏิบัติงานของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบันพบว่า บริษัทมีการขนส่งสินค้าแบบไม่เต็มคันโดยใช้รถกระบะขนาดเล็กทั้งหมดขนส่งจากจุดกระจายสินค้าแห่งเดียวไปยังลูกค้าที่อยู่ในกรุงเทพและปริมณฑล ลักษณะสินค้าที่บริษัทขนส่งเป็นอุปกรณ์เฟอร์นิเจอร์ ซึ่งมีความแตกต่างกับการขนส่งลักษณะอื่นเนื่องจากการขนส่งสินค้าให้แก่ลูกค้าโดยตรง เวลาการจัดส่งสินค้าจะถูกกำหนดโดยลูกค้า และเวลาที่ใช้ในการประกอบและติดตั้งสินค้าไม่เท่ากัน

จากลักษณะงานของบริษัทตัวอย่างในปัจจุบันพบปัญหาหลักคือ ความล่าช้าในการจัดส่ง (Late Delivery) ซึ่งถือเป็นปัญหาที่สำคัญของบริษัท เพราะได้ส่งผลกระทบต่อตัวลูกค้าโดยตรง อีกทั้งถ้าเกิดความล่าช้าตั้งแต่ลูกค้ารายแรกแล้ว ลูกค้ารายต่อไปมักจะเกิดความล่าช้าตามไปด้วย และอาจไปส่งสินค้าให้แก่ลูกค้ารายสุดท้ายไม่ทัน ทำให้ต้องนัดลูกค้าเพื่อการจัดส่งใหม่ภายหลัง โดยผลกระทบที่เกิดขึ้นส่งผลโดยตรงต่อระดับความพึงพอใจของลูกค้า และยังคงส่งผลกระทบต่อต้นทุนการจัดส่งที่ต้องมีการจัดส่งให้ลูกค้าใหม่ภายหลัง

6.1.3 แบบจำลองการจูงใจการจัดส่ง

การพัฒนาแบบจำลองการจูงใจการจัดส่ง เพื่อตัดสินใจในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยบริการตามลำดับคำสั่งซื้อที่เข้ามาก่อน แบบจำลองจะให้คำตอบในการรับคำสั่งซื้อในช่วงเวลาที่เลือก โดยลูกค้าสามารถรับบริการได้หรือลูกค้าต้องเลือกเวลาในการจัดส่งใหม่ ภายใต้ข้อจำกัดของจำนวนรถบรรทุก เวลาการให้บริการ และความจุของรถบรรทุก การรับคำสั่งซื้อจะพิจารณาจากโอกาสในการ

ให้บริการลูกค้า เพื่อให้สามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุดในจำนวนรถที่จำกัด และเมื่อได้เวลาในการจัดส่งลูกค้าแต่ละรายในแต่ละวันแล้วจะทำการปรับปรุงเวลาในการจัดส่งได้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้ 1. กระบวนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้า 2. กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า และ 3. กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก

กระบวนการนำเข้าข้อมูลการสั่งซื้อสินค้าเป็นการนำข้อมูลในการสั่งซื้อสินค้า ประกอบด้วย ข้อมูลเลขใบสั่งซื้อ ชื่อนามสกุล ที่อยู่ในการจัดส่ง เวลาในการติดตั้งสินค้า ปริมาตรสินค้า โดยจะตรวจสอบเวลาในการประกอบจะต้องไม่เกิน 600 นาที เพราะเวลาในการบริการ 10.00 - 20.00 น. และตรวจสอบปริมาตรสินค้าต้องไม่เกินความจุรถบรรทุกคือไม่เกิน 6 ลูกบาศก์เมตร

กระบวนการจองเวลาจัดส่งสินค้า เป็นกระบวนการตัดสินใจในการรับคำสั่งซื้อของลูกค้า โดยลูกค้าเป็นผู้เลือกเวลาในการจัดส่ง แล้วแบบจำลองจะให้คำตอบในการรับคำสั่งซื้อ การรับคำสั่งซื้อจะพิจารณาจากโอกาสในการให้บริการลูกค้า ถ้าโอกาสในการบริการลูกค้ามีค่ามากจะรับคำสั่งซื้อเพื่อให้สามารถให้บริการลูกค้าได้มากที่สุดในจำนวนรถที่จำกัด

กระบวนการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก เป็นการนำผลจากจากกระบวนการจองเวลาการจัดส่ง มาทำการปรับปรุงเวลาในการจัดส่ง โดยการสลับคำสั่งซื้อที่มีที่อยู่ในการจัดส่งใกล้กันไปด้วยกัน เพื่อลดเวลาในการเดินทางระหว่างบ้านลูกค้า เพราะเวลาในการเดินทางส่งผลโดยตรงกับต้นทุนในการจัดส่งสินค้า การสลับคำสั่งซื้อจะสลับก็ต่อเมื่อสามารถลดช่องเวลาการเดินทางก่อนเวลานัดลูกค้า และช่องเวลาการเดินทางหลังเวลานัดลูกค้าต้องไม่เพิ่มขึ้น แต่ต้องคำนึงถึงข้อจำกัดจากเวลาในการนัดลูกค้า เวลาในการติดตั้งสินค้าของลูกค้า และความจุรถบรรทุก กล่าวคือเวลานัดลูกค้ายังต้องเป็นเวลาดำเนิน สามารถติดตั้งสินค้าได้ทันโดยไม่ส่งผลกระทบต่อเวลานัดลูกค้าถัดไป และปริมาตรรวมในการขนส่งสินค้าทั้งหมดต้องไม่เกินความจุรถบรรทุก

6.1.4 การทดสอบและวิเคราะห์ผล

การวิจัยนี้จะทดสอบแบบจำลองการจองการจัดส่งโดยแบ่งการทดสอบเป็น 2 ส่วน คือ ทดสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง และทดสอบประสิทธิภาพในการทำงานของแบบจำลอง ดังนี้

การทดสอบความถูกต้องในการทำงานของแบบจำลอง ทดสอบได้โดยการตรวจสอบข้อมูล และการนำปัญหาที่ทราบผลลัพธ์ที่ถูกต้องแล้วนำมาใช้ในการทดสอบและเปรียบเทียบคำตอบ และตรวจสอบเงื่อนไขต่างๆ ที่อาจก่อให้เกิดความผิดพลาดในการทำงาน

จากการทดสอบความถูกต้องในการทำงานของระบบจนแน่ใจว่าไม่มีความผิดพลาดแล้ว จะทดสอบประสิทธิภาพของแบบจำลองการจูงการจัดส่งสินค้า โดยใช้ผลลัพธ์จากแบบจำลอง เปรียบเทียบกับการจองที่เกิดขึ้นจริงซึ่งจัดโดยพนักงาน จำนวน 10 วัน 30 ตัวอย่าง พบว่าผลลัพธ์จากการทดสอบแบบจำลองการวิเคราะห์เวลาการจัดส่ง พบว่าสามารถลดจำนวนรถบรรทุกในการจัดส่งเฉลี่ยได้ประมาณร้อยละ 16.3

เมื่อได้ผลลัพธ์จากแบบจำลองการสลับคำสั่งซื้อที่จัดสรรให้รถบรรทุก จะทำการปรับปรุงผล โดยการสลับคำสั่งซื้อเพื่อลดจำนวนช่องเวลาเดินทาง พบว่าผลการทดสอบแบบจำลองกระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่งลดจำนวนช่องเวลาเดินทางได้ร้อยละ 3.3

6.2 ข้อจำกัดและอุปสรรคในงานวิจัย

ข้อมูลเวลาการเดินทางในการศึกษานี้ไม่สามารถหาระยะเวลาเดินทางระหว่างบ้านลูกค้าที่เป็นข้อมูลจริงได้ โดยใช้เวลาการเดินทางในความละเอียดระดับอำเภอหรือเขต ซึ่งยังไม่มีรายละเอียดมากพอสำหรับบางพื้นที่ที่มีระยะเวลาการเดินทางมาก และไม่ได้นำสภาพการจราจรที่เกิดขึ้นในการเดินทางมาคำนวณ อาจทำให้เวลาการเดินทางมีค่าต่างจากสภาพความเป็นจริง

6.3 ข้อเสนอแนะ

การวิจัยการจูงการจัดส่งด้วยรถบรรทุกในอนาคต ควรที่จะพิจารณาให้ดำเนินการตามแนวทางต่อไปนี้

- ใช้ข้อมูลพิกัดบ้านลูกค้าเพื่อหาระยะเวลาเดินทางระหว่างบ้านลูกค้าที่แท้จริงมาใช้ในแบบจำลองเพื่อให้ได้ค่าที่ใกล้เคียงสภาพความเป็นจริงมากขึ้น
- คำนึงถึงสภาพการจราจรในแต่ละช่วงเวลามาคำนวณระยะเวลาเดินทาง
- พัฒนาแบบจำลองให้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะ กระบวนการปรับปรุงเวลาการจัดส่ง เนื่องจากในการวิจัยนี้ใช้จำนวนช่องเวลาในการเดินทางเป็นตัววัดประสิทธิภาพ ซึ่งในความเป็นจริงควรใช้ระยะเวลาในการเดินทาง
- พัฒนาแบบจำลองให้ผ่านการนำเสนอทั้งภาพกราฟฟิก เพื่อให้ผู้ใช้มีความสะดวกในการใช้มากขึ้น

รายการอ้างอิง

A. Campbell and M. Savelbergh (2005). "Decision Support for Customer Direct Grocery Initiatives." Transportation Science 39: 313-327.

Hiral Nisar and Joshua Rosenzweig (2014). "Real-Time Order Acceptance in Transportation Under Uncertainty." 2014 SCM RESEARCH JOURNAL: 8-11.

M. Punakivi and J. Saranen (2001). "Identifying the success factors in e-grocery home delivery." International Journal of Retail & Distribution Management 29.

ขจาริน ไตรรักตระกูล (2553). "การจัดสรรระวางการขนส่งสินค้าเพื่อจัดการรายได้สำหรับสายเรือคอนเทนเนอร์." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทบริหารธุรกิจ สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประวัติผู้เขียนวิทยานิพนธ์

นายสุชพัฒน์ เทียมปฐม เกิดวันที่ 25 พฤษภาคม พ.ศ. 2528 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร ได้สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมโยธา จากมหาวิทยาลัยมหิดล เมื่อปีการศึกษา 2549

