การประยุกต์ใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง

อรรจน์ ตันติเวชกุล

งานนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน
คณะโลจิสติกส์ มหาวิทยาลัยบูรพา
มิถุนายน 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์และคณะกรรมการสอบปากเปล่างานนิพนธ์ ได้พิจารณางานนิพนธ์ของ อรรจน์ ตันติเวชกุล ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์

.....ที่ปรึกษาหลัก
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง)

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

.....ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ไพโรจน์ เร้าธนชลกุล)

.....กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณกร อินทร์พยุง)

คณะโลจิสติกส์อนุมัติให้รับงานนิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน ของมหาวิทยาลัยบูรพา

.....คณบดีคณะโลจิสติกส์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มานะ เชาวรัตน์)
วันที่ 30 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2558

ประกาศคุณูปการ

การศึกษาค้นคว้าอิสระเรื่อง การประยุกต์ใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง “Application of Congestion Charge to Reduce Congestion within Laem Chabang Port” สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด โดยเฉพาะอย่างยิ่ง รองศาสตราจารย์ณกร อินทร์พยุง อาจารย์ผู้สอนที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำตรวจทาน และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้การเขียนรายงานค้นคว้าอย่างอิสระฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด พนักงานและผู้บริหาร ท่าเรือแหลมฉบัง การท่าเรือแห่งประเทศไทย ที่ได้สนับสนุนข้อมูล ในแง่มุมต่าง ๆ ช่วยในการสืบค้นแหล่งข้อมูล และแลกเปลี่ยนความรู้

ขอบคุณ นางสาวรมิตา มุสิกพงศ์ ที่ช่วยตรวจทานข้อบกพร่อง ให้คำแนะนำ ให้กำลังใจ และมีส่วนช่วยเหลือให้โครงงานฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณคุณพ่อกษิดิส ตันติเวชกุล และคุณแม่อาภรณ์ ตันติเวชกุล ที่อยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือสนับสนุนและให้กำลังใจตลอดมา

ผู้จัดทำขอขอบคุณท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องไว้ ณ โอกาสนี้

อรรจน์ ตันติเวชกุล

56920064: สาขาวิชา: การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน; วท.ม. (การจัดการโลจิสติกส์และโซ่อุปทาน)
คำสำคัญ: ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง/ ทฤษฎีแถวคอย

อรรจน์ ตันติเวชกุล: การประยุกต์ใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดในท่าเรือแหลมฉบัง (APPLICATION OF CONGESTION CHARGE TO REDUCE CONGESTION WITHIN LAEM CHABANG PORT). อาจารย์ผู้ควบคุมงานนิพนธ์: ณกร อินทร์พยุง, Ph.D., 50 หน้า. ปี พ.ศ. 2558

การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนวทางการลดปัญหาการจราจรติดขัดในเขตท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อประโยชน์ต่อผู้เข้าใช้บริการ ลดเวลารอคอยในการรับมอบ - ส่งมอบตู้สินค้า ผู้ศึกษาได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลปริมาณรถบรรทุกตู้สินค้าที่เข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังโดยแยกออกเป็นรายวันและรายชั่วโมงเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการเข้าใช้บริการ พบว่า ลักษณะการเข้าใช้บริการมีลักษณะที่แตกต่างกันมากในแต่ละช่วงเวลาของวันซึ่งเป็นสาเหตุของปัญหาการจราจร โดยมีสมมติฐานว่าหากปริมาณรถบรรทุกตู้สินค้าที่เข้าใช้บริการในช่วงเวลาที่มีความหนาแน่นมากกระจายไปใช้บริการในช่วงเวลาที่มีปริมาณการจราจรเบาบางก็จะช่วยลดระยะเวลาเฉลี่ยในการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังลงได้ หลังจากนั้นผู้ศึกษาได้ทำการเสนอกลไกที่จะช่วยในการกระจายความหนาแน่นของการจราจรโดยการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งซึ่งเสนออัตราค่าธรรมเนียมที่แตกต่างกันเป็น 3 ราคา และทำการจำลองสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อหารูปแบบสถานการณ์ที่สามารถลดระยะเวลาการเข้าใช้บริการเฉลี่ยได้มากที่สุด นอกจากนี้ผู้ศึกษายังนำเสนอระบบสารสนเทศต่าง ๆ ที่อาจนำมาประยุกต์ใช้เพื่อทำให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ได้แก่ ระบบการแจ้งการเข้าเข้าบริการล่วงหน้าและระบบการประชาสัมพันธ์ข้อมูลผ่านเว็บไซต์เพื่อให้ผู้ใช้บริการทราบถึงปริมาณการจราจรในแต่ละวัน

56920064: MAJOR: LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT;
M.Sc. (LOGISTICS AND SUPPLY CHAIN MANAGEMENT)
KEYWORDS: CONGESTION CHARGE/ QUEUING THEORY

UD TUNTIVEJAKUL: APPLICATION OF CONGESTION CHARGE TO REDUCE CONGESTION WITHIN LAEM CHABANG PORT. ADVISOR: NAKORN INDRA-PAYOONG, Ph.D., 50 P. 2015.

This study aims to reduce the truck congestion within Laem Chabang Port by introducing the method of application the congestion charge to port users in order to spread the demand of the port users from a peak period to an off-peak period which results in decreasing the average time spent in the port, in order to achieve the trucks arrival pattern analysis, a researcher collected the database from port gates and studied the pattern daily and hourly and found that there are great difference between the average truck arrival in the peak period of a day and off-peak period, after that, a researcher create a simulation model to simulate the different scenarios of the decreasing demand from the peak period of a day to find the optimal solution of the trucks arrival pattern, moreover a researcher introduced the application of information technology which are Truck Pre-Arrival Notification and Online Port Traffic Information.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

สารบัญ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ซ

สารบัญภาพ ..... ฌ

บทที่

1 บทนำ 1

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

ขอบเขตการวิจัย 4

สมมติฐานการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

นิยามศัพท์เฉพาะ 5

2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 6

ระบบแถวคอย (Queuing System) 7

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 16

3 วิธีดำเนินการวิจัย 18

ศึกษารูปแบบการไหลของรถบรรทุก 19

การเก็บข้อมูล 19

การวิเคราะห์ข้อมูล 19

สร้างแบบจำลอง M/M/C Queue 19

การกำหนดอัตราค่าธรรมเนียม 23

จำลองสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ 24

เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะยาว 24

4 ผลการศึกษา 25

เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะยาว 45

สารบัญ (ต่อ)

บทที่		หน้า
5	สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	47
	อภิปราย และสรุปผล	47
	ข้อจำกัดของการทำวิจัย	47
	ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป	48
บรรณานุกรม		49
ประวัติย่อผู้วิจัย		50

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4-1 ปริมาณรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังโดยเฉลี่ย แบ่งตามประตูตรวจสอบ 2, 3 และ 4 26

4-2 การประมาณระยะเวลาที่รถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังในแต่ละวันของสัปดาห์ 36

4-3 แนวทางการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังในช่วงเวลาต่าง ๆ 38

4-4 เวลาที่รถบรรทุกใช้ในการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ต่าง ๆ 44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	โครงสร้างของระบบแถวคอย	8
2-2	การแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นแบบปัวซ์ซง	10
2-3	ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว ขั้นตอนเดียว (Single - Channel - Single - Phase - System)	11
2-4	ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว หลายขั้นตอน (Single - Channel - Multiple - Phase - System)	11
2-5	ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง ขั้นตอนเดียว (Multiple - Channel - Single - Phase - - System)	12
2-6	ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง หลายขั้นตอน (Multiple - Channel - Multiple - Phase - System)	12
2-7	การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล	14
3-1	ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง	18
3-2	สัดส่วนของตู้สินค้าผ่านท่าเทียบเรือต่าง ๆ	22
3-3	ขั้นตอนการคำนวณระบบแถวคอย	22
3-4	ขั้นตอนการเพิ่มระยะเวลาเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ	23
4-1	แผนผังการให้บริการรถบรรทุกของท่าเรือแหลมฉบัง	26
4-2	แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 2 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)	28
4-3	แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 3 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)	29
4-4	แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 4 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)	29
4-5	แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบทั้งหมดเปรียบเทียบกับ ค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)	30
4-6	แผนภูมิแสดงสัดส่วนโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกเข้าใช้บริการในแต่ละวันของสัปดาห์	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

4-7 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันอาทิตย์ 32

4-8 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันจันทร์ 32

4-9 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันอังคาร 33

4-10 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันพุธ 33

4-11 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันพฤหัสบดี 34

4-12 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันศุกร์ 34

4-13 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันเสาร์ 35

4-14 ช่วงเวลา Super Peak Period/ Peak Period และ Off Peak Period 37

4-15 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 5 39

4-16 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 10 39

4-17 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 15 40

4-18 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 20 40

4-19 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 25 41

4-20 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 30 41

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-21	แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 35	42
4-22	แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 40	42
4-23	แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 45	43
4-24	แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังต่ออุปสงค์ร้อยละ 50	43
4-25	แผนภูมิแสดงเวลาที่รถบรรทุกใช้จากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ต่าง ๆ	44

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันนี้ประเทศไทยมีความมุ่งมั่นและมีเป้าหมายไปสู่ความเป็นประเทศศูนย์กลางทางเศรษฐกิจ การคมนาคม การท่องเที่ยวและการค้าระหว่างประเทศที่สำคัญในภูมิภาคอาเซียน ดังจะเห็นได้จากการกำหนดแผนพัฒนาความเจริญในทุก ๆ ด้านและการดำเนินการของทั้งภาครัฐและภาคเอกชนเพื่อมุ่งไปสู่เป้าหมายดังกล่าว อย่างไรก็ตาม อีกแง่มุมหนึ่งของความเจริญนั้นเราก็ไม่สามารถปฏิเสธได้ว่าการมุ่งมั่นพัฒนาความเจริญด้านต่าง ๆ นั้นนำมาซึ่งผลกระทบทางลบหลายประการสู่ประเทศของเราเช่นเดียวกัน ซึ่งผลกระทบที่กลายเป็นปัญหาสำคัญที่เป็นผลมาจากความเจริญก้าวหน้า คือ ปัญหาการจราจรและปัญหาสภาพแวดล้อมเสื่อมโทรมจากปริมาณยวดยานพาหนะที่เพิ่มมากขึ้นตามการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ ท่าเรือแหลมฉบังเป็นส่วนหนึ่งของระบบการคมนาคมที่สำคัญของประเทศไทย อีกทั้งยังเป็นประตูหลักในการ นำเข้า-ส่งออก แต่ปัญหาใหญ่ขณะนี้ คือ ปัญหาจราจรติดขัด เนื่องจากแต่ละวันมีปริมาณรถเข้า-ออกท่าเรือแหลมฉบังมากกว่า 8,000 เที่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวันพุธ ถึงวันเสาร์ จะมีรถขนส่งสินค้าเข้า-ออกเป็นจำนวนมากจนเกิดปัญหาจราจรติดขัดยาวถึง 3-5 กิโลเมตร โดยเป็นปัญหายาวนานมากกว่า 10 ปีแล้ว จนเอกชนผู้นำเข้า-ส่งออก ตลอดจนผู้ประกอบการขนส่งสินค้า และตู้สินค้าทำการยื่นเรื่องร้องเรียนมายังการท่าเรือแห่งประเทศไทยเป็นจำนวนมาก ปัญหาการจราจรติดขัดอย่างหนักภายในท่าเรือแหลมฉบังนั้น สวนทางกับความพยายามของรัฐบาลที่ต้องการลดต้นทุนด้านการขนส่ง และโลจิสติกส์ของประเทศ โดยสิ้นเชิง โดยกระทรวงคมนาคมได้มีการจัดประชุมเพื่อหาแนวทางแก้ไขปัญหาเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขัน และรองรับอุตสาหกรรมของประเทศที่ขยายตัวในอนาคต รวมทั้งเตรียมความพร้อมในการเพิ่มศักยภาพการขนส่งสินค้ารองรับการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ในปี 2559 กระทรวงคมนาคมต้องปรับปรุงประสิทธิภาพเพื่อรองรับปริมาณการจราจรและการขนส่งสินค้าที่ท่าเรือแหลมฉบังเพิ่มขึ้น โดยปัจจุบันมีปริมาณตู้สินค้าประมาณ 6.5 ล้านทีอียูต่อปี ขณะที่มีขีดความสามารถของท่าเรือฯ รองรับได้ถึง 10.8 ล้านทีอียูต่อปี การเชื่อมโยงการขนส่งต่อเนื่องหลายรูปแบบ (Multi-Modal Transport) ทางบก น้ำ อากาศ และราง อาจจะทำให้ลดต้นทุนการขนส่งของประเทศ และลดปัญหาการจราจรติดขัดลงได้ ซึ่งท่าเรือแหลมฉบังเป็นประตูการค้าหลักของประเทศ จำเป็นต้องปรับปรุงพัฒนาเพื่อสนับสนุนการสร้างความเข้มแข็งในการแข่งขัน

และรองรับการขยายตัวทางการค้าในภูมิภาคที่เพิ่มขึ้น และเพื่อผลักดันให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางโลจิสติกส์ของภูมิภาค

ที่ผ่านมาท่าเรือฯ ได้หารือกับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเพื่อแก้ไขปัญหาระยะสั้นแบบเร่งด่วน เช่น การเพิ่มประตูตรวจสอบ การจัดพื้นที่สำรองตู้สินค้า การปรับปรุงพิธีการด้านศุลกากรให้รวดเร็วขึ้น หรือการแก้ปัญหาระยะยาวโดยการเพิ่มอุปกรณ์ขนถ่ายสินค้าหรือเพิ่มพื้นที่ในการกองเก็บตู้สินค้าให้มากขึ้น การก่อสร้างเส้นทาง ถนน สิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ซึ่งผลที่ตามมา คือ ค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่สูงขึ้น อีกทั้งท่าเทียบเรือก็มีพื้นที่อย่างจำกัด ดังนั้นในการที่จะเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของท่าเรือ องค์กรของรัฐจะต้องพยายามหาวิธีการทางเทคโนโลยีรวมถึงกลยุทธ์ต่าง ๆ เพื่อที่จะใช้ประโยชน์จากพื้นที่ที่มีอยู่อย่างจำกัดให้เกิดประสิทธิภาพสูงที่สุด

แนวคิดของโครงการ คือ ปัญหาความแออัดภายในท่าเรือนั้นไม่ใช่ปัญหาใหม่ และเกิดขึ้นกับท่าเรือขนาดใหญ่ทั่วโลกซึ่งท่าเรือต่าง ๆ ก็มีวิธีการรับมือกับปัญหานี้แตกต่างกันไป ยกตัวอย่างเช่น ท่าเรือมะนิลา (Port of Manila) ทำการแก้ปัญหาความแออัดภายในท่าเรือโดยทำการปรับเพิ่มค่าฝากเก็บสินค้าภายในท่าเรือเพื่อให้ผู้นำเข้าจำเป็นต้องรีบนำสินค้าออกจากท่าเรือเพื่อทำให้เกิดพื้นที่วางสินค้ามากขึ้น ส่งผลให้การบริหารจัดการง่ายขึ้น และสามารถแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดได้ ท่าเรือฮากะตะ (Hakata Port) ได้ทำการเผยแพร่ข้อมูลการจราจรผ่านทางเวปไซต์ของท่าเรือฯ เพื่อเป็นการประชาสัมพันธ์ให้กับผู้ขนส่งทราบถึงช่วงเวลาที่ต้องหลีกเลี่ยงการเข้าใช้บริการ รวมถึงหากผู้ใช้บริการเข้ามาใช้บริการ ณ จุดเวลาใดเวลาหนึ่ง ก็จะมีข้อมูลของระยะเวลารอคอยเฉลี่ยที่ผู้ใช้บริการจะต้องรอในการเข้าใช้บริการแต่ละครั้ง ซึ่งข้อมูลเกิดจากการเก็บสถิติของท่าเรือเอง ส่งผลให้ระยะเวลารอคอยของผู้ใช้บริการลดลง และปัญหาความแออัดได้ผ่อนคลายลงมาก ท่าเรือลองบีช (Port of Long Beach) ท่าเรือหลักของทวีปอเมริกาเหนือ เชื่อมโยงการค้าระหว่างทวีปเอเชีย และทวีปอเมริกา ได้ประยุกต์ใช้ระบบ PierPASS โดยติดตั้งกล้อง CCTV ในทุก ๆ ประตูตรวจสอบสินค้า ดังนั้นผู้ขนส่งสามารถเข้าดูปริมาณรถบรรทุกที่จอดคอยหน้าประตูผ่านทางเว็บไซต์ของท่าเรือได้แบบ Real Time อีกทั้งยังให้ข้อมูลช่วงเวลาที่ท่าเรือมีความแออัดเพื่อให้ผู้ขนส่งหลีกเลี่ยงการเข้าใช้บริการในช่วงเวลาดังกล่าว ผู้ขนส่งจึงทำการหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่มีการจราจรติดขัด ส่งผลให้ท่าเรือสามารถบริหารและให้บริการได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ อีกหนึ่งประเด็นที่น่าสนใจคือตัวชี้วัดที่สำคัญของท่าเรือทั่วโลกคือระยะเวลาการรับมอบ-ส่งมอบ ตู้สินค้า (Truck Turnaround Time) ซึ่งปัจจุบันท่าเรือที่ทำได้ดีที่สุด คือ ท่าเรือคาลิฟา (Khalifa Port) โดยใช้เวลาเฉลี่ยเพียง 12 นาที ในการเข้าใช้บริการต่อครั้ง ซึ่งกุญแจสู่ความสำเร็จของท่าเรือคาลิฟา คือ ระบบสารสนเทศที่ทันสมัยทำให้ผู้ให้บริการสามารถเตรียมความพร้อมในการให้บริการแก่ผู้ขนส่งได้

อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม จากที่กล่าวมาข้างต้นนี้จะเห็นได้ว่าท่าเรือต่าง ๆ มีแนวทางในการแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดที่แตกต่างกันออกไป

แนวคิดที่จะนำเสนอในการศึกษานี้คือการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง (Congestion Charge) ร่วมกับการใช้เทคโนโลยีสารสนเทศในการจองช่วงเวลาของการเข้ามาใช้บริการ เช่น การส่งและรับข้อมูลของผู้ใช้บริการเพื่อทำให้ระบบมีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น แนวคิดของค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งประกอบด้วยหลักการดังต่อไปนี้

1. แนวคิดที่ต้องการให้ผู้ใช้รถใช้ถนนควรจะต้องรับภาระต้นทุนผลกระทบภายนอกทางลบที่เกิดขึ้นต่อสิ่งแวดล้อมไม่ว่าจะเป็นมลภาวะทางเสียงมลภาวะทางอากาศหรือมลภาวะอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นจากการใช้รถใช้ถนนของตนผ่านการเสียค่าธรรมเนียมการใช้ถนน

2. ความจำเป็นที่ต้องบริหารจัดการกับความต้องการใช้ถนนที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากความเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจ การเพิ่มขึ้นของปริมาณสินค้า จำนวนประชาชนที่เพิ่มขึ้น และอีกหลายปัจจัย

3. การแก้ไขปัญหาการจราจรคับคั่งส่งผลกระทบทางเศรษฐกิจทำให้ผู้ประกอบกิจการขนส่งรวมถึงผู้ใช้รถใช้ถนนต้องเผชิญกับระยะเวลาในการเดินทางที่เพิ่มมากขึ้นหรือการใช้พลังงานเชื้อเพลิงของยานยนต์ที่มากขึ้น

4. การแก้ไขปัญหามลภาวะสิ่งแวดล้อมจากการใช้รถใช้ถนน เช่น เสียงดัง ฝุ่น ควันพิษ เป็นต้น และเป็นสาเหตุหนึ่งของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่ชั้นบรรยากาศ

5. การจัดเก็บค่าธรรมเนียมเพิ่มขึ้นทำให้ผู้ใช้บริการมีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการเข้ามาใช้บริการเนื่องจากต้องร่วมรับภาระต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการใช้ถนนหนทางของตนเองซึ่งในที่สุดจะส่งผลให้การบริหารจัดการขนส่งมีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. รายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนนสามารถนำไปใช้จ่ายเพื่อให้เกิดประโยชน์โดยรวมกับประเทศในรูปงบประมาณแผ่นดินหรือสามารถนำไปใช้จ่ายเพื่อการจราจรหรือการแก้ไขปัญหามลภาวะเป็นการเฉพาะ เช่น นำไปก่อสร้างถนน บำรุงรักษาถนนตลอดจนนำไปบริหารจัดการระบบการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนน การจัดทำระบบตรวจจับมลภาวะ เป็นต้น

ค่าธรรมเนียมการใช้ถนนสามารถจำแนกได้หลายประเภท เริ่มตั้งแต่การชำระเงินที่เกิดจากการใช้ถนนที่เรียกว่า Tolling หรือค่าผ่านทางพิเศษเป็นอีกหนึ่งลักษณะของการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนน แต่ค่าผ่านทางพิเศษนี้เป็นการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนน สะพาน หรืออุโมงค์ที่มีลักษณะเฉพาะพิเศษ โดยค่าผ่านทางพิเศษต้องสะท้อนถึงต้นทุนก่อสร้าง ต้นทุนการดำเนินการหรือต้นทุนการบำรุงรักษาที่เกิดจากทางพิเศษเหล่านั้น ทั้งนี้ประเทศไทยมีการจัดเก็บค่า

ผ่านทางพิเศษเช่นเดียวกัน โดยอาศัยอำนาจตามกฎหมายเกี่ยวกับการทางพิเศษแห่งประเทศไทยและกฎหมายทางหลวง แต่ค่าธรรมเนียมอีกชนิดหนึ่งที่ประเทศไทยยังไม่ได้นำมาใช้คือ Congestion Charging หรือค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง แต่ประเทศสิงคโปร์มีการจัดเก็บค่าธรรมเนียมการใช้ถนนสำหรับพื้นที่และเวลาที่เกิดการจราจรคับคั่ง (Electronic Road Pricing System) โดยมีเป้าหมายเพื่อต้องการลดปริมาณการใช้ถนนในช่วงเวลาที่มีการใช้ถนนสูงสุด (Peak Period Traffic) และทำให้มีการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ถนนในช่วงเวลาอื่นบ้าง กล่าวคือ ผู้ใช้รถอาจชำระค่าใช้ถนนเพื่อแลกกับการจราจรที่ไหลลื่น หรือเปลี่ยนช่วงเวลาการเดินทางเพื่อหวังผลการชำระค่าใช้ถนนที่ลดลง หรือใช้ถนนเส้นอื่นแทนหรือใช้บริการระบบขนส่งสาธารณะแทนการใช้รถยนต์ส่วนตัว เป็นต้น เนื่องจากผลของอัตราค่าใช้ถนนจะมีอัตราที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับประเภทรถ เส้นทางเดินรถ ช่วงเวลา และสภาพการจราจร

คำสำคัญ: ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง, ทฤษฎีแถวคอย

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษารูปแบบการเข้าใช้บริการของรถบรรทุกในท่าเรือแหลมฉบัง
2. เพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง

ขอบเขตการวิจัย

1. การศึกษานี้ มุ่งเน้นการบริหารจัดการเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดในเขตท่าเรือแหลมฉบัง
2. การศึกษาครั้งนี้จะนำข้อมูลเฉพาะรถบรรทุกที่เข้ามาขนถ่ายสินค้าประเภทตู้สินค้า (Container) เท่านั้น
3. เป็นการศึกษาระบบการให้บริการแบบหน่วยการให้บริการหลายหน่วย
4. สมมติให้การเดินทางของรถบรรทุกไปยังท่าเทียบเรือต่าง ๆ ในท่าเรือแหลมฉบังมีค่าเท่ากัน
5. สมมติให้ระยะเวลาการให้บริการในแต่ละครั้งของแต่ละจุดมีค่าเท่ากัน
6. ระบบการให้บริการเป็นแบบ FCFS (First Come First Serve) หรือผู้มารับบริการที่มาถึงก่อนจะได้รับบริการก่อน
7. ข้อมูลสนับสนุนการวิเคราะห์ใช้ข้อมูลปริมาณรถบรรทุกที่ผ่านเข้าท่าเรือแหลมฉบังตั้งแต่เดือนมิถุนายน ถึงเดือนสิงหาคม 2557

สมมติฐานการวิจัย

การประยุกต์ใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวมของท่าเรือแหลมฉบัง ลดปัญหาการจราจรติดขัดในเขตท่าเรือฯได้ และลดเวลาการใช้บริการของผู้ใช้บริการท่าเรือฯลง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ลดเวลาการรอคอย และค่าใช้จ่ายให้แก่รถบรรทุกที่เข้ามาขนถ่ายตู้สินค้าในท่าเรือแหลมฉบัง
2. เพิ่มศักยภาพในการรองรับตู้สินค้าในแก่ท่าเรือแหลมฉบัง
3. เพิ่มระดับการบริการให้แก่ลูกค้าผู้ใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง
4. ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในบริเวณท่าเรือแหลมฉบังจากเรื่องเสียง และเรื่องมลภาวะ
5. ลดการเกิดอุบัติเหตุภายในท่าเรือแหลมฉบัง

นิยามศัพท์เฉพาะ

ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง หมายถึง ค่าใช้ใช้จ่ายที่ผู้ใช้รถยนต์ต้องจ่ายเพื่อเข้าไปยังถนน สถานที่ ในช่วงเวลาต่าง ๆ เพื่อเป็นการลดปัญหาการจราจร

ตู้สินค้า หมายถึง ตู้ขนาดมาตรฐานที่สามารถใช้เครื่องมือยกขนขนาดมาตรฐานต่าง ๆ ทำการยกขนได้สะดวกรวดเร็ว เหมาะสมที่จะใช้ขนส่งสินค้าไปยังที่ต่าง ๆ และสามารถทำการปิดผนึกเพื่อความปลอดภัยของสินค้าภายในได้ โดยทั่วไปมีสองขนาด คือ ตู้สินค้าขนาด 20 ฟุต และ 40 ฟุต

ท่าเรือแหลมฉบัง หมายถึง ท่าเรือน้ำลึกหลักในการขนส่งสินค้าระหว่างประเทศ ตั้งอยู่ในเขตเทศบาลนครแหลมฉบัง อำเภอศรีราชา และอำเภอบางละมุง จังหวัดชลบุรี อยู่ภายใต้การดูแลของการท่าเรือแห่งประเทศไทยในเรื่องการบริหารท่าเรือโดยรวม และมีเอกชนรับผิดชอบในเรื่องปฏิบัติการ เปิดดำเนินการท่าเทียบเรือ B1 เป็นท่าแรกเมื่อวันที่ 21 มกราคม พ.ศ. 2534 โดยท่าเรือแหลมฉบังได้รับการสนับสนุนส่งเสริมจากรัฐบาลในการเป็นท่าเรือหลักของประเทศแทนท่าเรือกรุงเทพฯ ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2539

ประตูตรวจสอบ หมายถึง ประตูของท่าเรือที่ใช้ในการตรวจสอบรถยนต์ สินค้า เรียกเก็บค่าธรรมเนียม และทำการตรวจสอบทางศุลกากรก่อนที่จะปล่อยให้รถบรรทุกผ่านเข้าไปใช้บริการท่าเรือ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในปี 2543 Transport for London (TFL) ได้ประยุกต์ใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง (Congestion Charge) ราคา £5 สำหรับรถทุกประเภทที่ขับขี่หรือจอดอยู่ในบริเวณที่มีจราจรคับคั่ง (Congestion Zone) ซึ่งประกอบด้วยบริเวณ The Boroughs of The City of London, Lambeth, Southwark, Islington และ Camden ซึ่งระบบการจัดเก็บค่าจราจรคับคั่งได้บังคับใช้ตั้งแต่วันจันทร์ ถึงวันศุกร์ เวลาตั้งแต่ 07:00-18:00 น. ในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ การจราจรภายในพื้นที่ดังกล่าวจะไม่มีการเรียกเก็บค่าใช้จ่าย TFL ได้พัฒนาข้อยกเว้นและส่วนลดที่หลากหลายแก่ประชาชนผู้อาศัยอยู่ภายในพื้นที่ดังกล่าว รวมถึงรถแท็กซี่, รถพยาบาล นอกจากนี้ รถจักรยานและจักรยานยนต์ก็ได้รับการยกเว้นด้วย รายได้จากการจัดเก็บค่าธรรมเนียมเหล่านี้จะนำไปใช้ในการปรับปรุงพื้นผิวจราจร รวมถึงนำไปสนับสนุนการดำเนินการรถไฟใต้ดินในกรุงลอนดอน (London Underground) และรถเมล์ (London Buses)

ในปี 2518 ประเทศสิงค์โปร์ได้เริ่มประยุกต์ใช้ระบบการเก็บค่าธรรมเนียมจราจรคับคั่ง ซึ่งได้พัฒนามาจากการใช้แรงงานคนกำกับดูแลรักษาระบบจนถึงปัจจุบัน ได้มีการนำเทคโนโลยีขั้นสูงเพื่อนำมาใช้ให้ระบบมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ในปัจจุบัน 65% ของผู้ที่สัญจรในสิงคโปร์ นิยมใช้ระบบการขนส่งสาธารณะ ซึ่งช่วยให้ลดปัญหามลภาวะทางอากาศ การกำหนดค่าธรรมเนียมการใช้ถนน (Road Pricing) เป็นวิธีการที่ช่วยให้ลดปัญหาการจราจรคับคั่งได้ โดยบริเวณที่ทำการจัดเก็บค่าธรรมเนียม เรียกว่า "Area License System (ALS)" ซึ่งเรียกเก็บค่าธรรมเนียมในอัตราคงที่กับยานพาหนะที่ต้องการใช้ถนนในพื้นที่ใจกลางเมืองสิงคโปร์ ระบบนี้ทำให้ลดปริมาณการจราจรที่แออัดได้ถึง 45% อีกทั้งยังช่วยลดอุบัติเหตุทางถนนได้ 25% ความเร็วเฉลี่ยของยานพาหนะเพิ่มขึ้นจาก 11 ไมล์/ ชั่วโมง เป็น 21 ไมล์/ ชั่วโมง ในเบื้องต้นรถแท็กซี่, รถจักรยานยนต์, รถประจำทางได้รับการยกเว้นค่าธรรมเนียม ต่อมาในปี 2533 ได้มีการขยายพื้นที่ ALS จากเดิมที่ครอบคลุมเฉพาะย่านธุรกิจใจกลางเมือง เป็นรวมถึงทางด่วนที่เชื่อมต่อกับชานเมืองด้วย

ประโยชน์ของการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่ง ได้แก่

- ช่วยลดความหนาแน่นของการจราจร ดังนั้นจึงช่วยลดเวลาสูญเปล่าและลดต้นทุนทางธุรกิจ
- ลดปัญหามลพิษทางอากาศ
- ช่วยสนับสนุนให้มีพื้นที่ทางเท้าและจักรยานมากขึ้นซึ่งนำไปสู่การเป็นเมืองที่น่าอยู่

ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งช่วยเพิ่มรายได้ให้แก่ระบบขนส่งสาธารณะ ส่งผลให้ประชาชนมีทางเลือกมากขึ้นในการเดินทาง

ระบบแถวคอย (Queuing System)

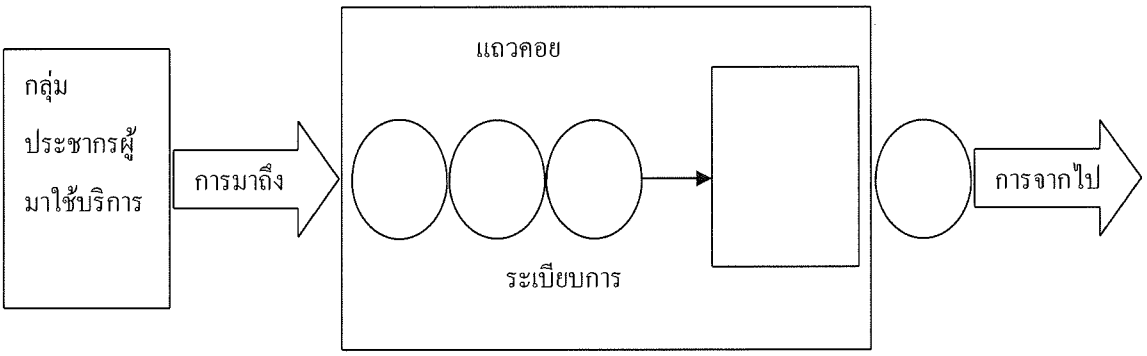
ในสังคมยุคปัจจุบันจะต้องเข้าไปมีส่วนร่วมในระบบแถวคอยหรือระบบคิว (Queuing System) ในลักษณะใดลักษณะหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นระบบที่มีผู้รอรับบริการเป็นบุคคล เช่น รอรถประจำทาง รอซื้อ อาหาร รอจ่ายเงินในซุปเปอร์มาร์เกต รอให้แพทย์ตรวจเป็นต้น แต่ผู้รอรับบริการก็ไม่ได้จำกัดแค่บุคคลแต่ยังสามารถเป็นอย่างอื่นได้ เช่น รถยนต์ เครื่องจักร หรือสิ่งของที่รอการซ่อมแซม รถบรรทุก เรือ หรือรถไฟที่รอการขนถ่ายสินค้า เป็นต้น ระบบแถวคอยมีลักษณะต่าง ๆ มากมายในชีวิตประจำวันตลอดจนการดำเนินธุรกิจ ทั้งธุรกิจที่ผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และธุรกิจบริการ ทั้งธุรกิจที่ผลิตสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และธุรกิจบริการจึงมีการพัฒนาศาสตร์ในด้านนี้ขึ้น เรียกว่า “ทฤษฎีแถวคอย” (Queuing Theory) เป็นทฤษฎีที่นำมาใช้ในกระบวนการแก้ปัญหา ในเรื่องแถวรอ (Waiting Line) การจำกัดแถวคอยนั้น ได้แสดงว่าผู้ที่ต้องการรับบริการซึ่งเรียกว่า “ลูกค้า” (Customer) หรือ “ผู้มารับบริการ” (Arrival) เข้ามาในระบบเพื่อรับบริการ แต่ไม่ได้รับบริการในทันทีที่มาถึงเนื่องจากผู้ให้บริการซึ่งเรียกว่า “หน่วยให้บริการ” (Service Unit) กำลังให้บริการลูกค้ารายอื่นอยู่จึงต้องรอ ซึ่งก็คือแถวคอยที่จะเกิดขึ้นเมื่อความต้องการรับบริการมีมากกว่าความสามารถในการให้บริการการมีแถวคอยนั้นย่อมส่งผลกระทบต่อลูกค้าเพราะต้องเสียเวลาในการรอคอย และผู้รับบริการเพราะไม่ต้องการให้มีแถวคอยเกิดขึ้นเนื่องจากไม่ต้องการให้ลูกค้าเสียเวลารอคอยรวมทั้ง เป็นการรักษาชื่อเสียงภาพพจน์ของธุรกิจอีกด้วย ดังนั้น การจัดให้มีจำนวนหน่วยให้บริการที่เพียงพอจึงสำคัญอย่างยิ่ง ซึ่งในการจัดบริการให้เพียงพอกับความต้องการนั้นจำเป็นต้องทราบว่าจะมีลูกค้าเข้ามารับบริการเป็นจำนวนเท่าไรและเมื่อไร ตลอดจนเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละราย แต่เนื่องจากสิ่ง ที่ต้องทราบนั้น มักไม่แน่นอนเป็นสิ่งที่ยากต่อการคาดการณ์ทำให้การตัดสินใจของธุรกิจในเรื่องดังกล่าวเป็นไปได้ลำบาก เนื่องจากการจัดเตรียมหน่วยให้บริการนั้นมีความสัมพันธ์กับค่าใช้จ่าย ถ้าธุรกิจจัดให้มีหน่วยให้บริการมากเกินไปก็จะทำให้เกิดค่าใช้จ่ายเกินความจำเป็น เพราะต้องจ่ายเงินเพื่อลงทุนซื้อเครื่องจักร เครื่องมือ และอุปกรณ์ และจ่ายค่าจ้างพนักงานขึ้นนอกจากนี้ยังต้องจัดหาพื้นที่เพื่อรองรับกับการให้บริการที่เพิ่มขึ้นอีกด้วย กล่าวคือ หน่วยให้บริการจะมีเวลาว่างเกินไป แต่ก็ทำให้ลูกค้าไม่ต้องคอยนาน ทำให้มีต้นทุนในการรอคอยต่ำ ในทางตรงกันข้ามถ้ามีจำนวนหน่วยให้บริการน้อยเกินไป ก็จะเกิดแถวคอยซึ่ง นับเป็นการสูญเสียค่าใช้จ่ายอย่างหนึ่ง นอกจากนั้นยังอาจทำให้เสียลูกค้าอีกด้วย ผู้บริหารจึงจำต้องนำจำนวนหน่วยให้บริการที่เหมาะสม คือ มีความ

สมดุลกันระหว่างค่าใช้จ่ายในการให้บริการ และค่าใช้จ่ายในการรอรับบริการการศึกษาทฤษฎีของระบบแถวคอยนั้นจะไม่แก้ปัญหาเหล่านี้โดยตรง แต่จะมีส่วนช่วยในการตัดสินใจซึ่งค่าทางสถิติเหล่านี้จะแสดงผลมาในลักษณะของการดำเนินการของระบบแถวคอย ซึ่งเป็นข้อมูลในการประเมินค่าโดยนำหลักการคำนวณทางเศรษฐศาสตร์เข้ามาช่วยด้วยเพื่อเลือกตัวแบบแถวคอยที่เหมาะสมจากทางเลือกของตัวแบบแถวคอยที่กำหนดไว้

โครงสร้างระบบแถวคอย

ระบบแถวคอยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ลูกค้าหรือผู้รับบริการ
2. แถวคอย
3. หน่วยบริการหรือ ผู้ให้บริการ ซึ่ง อาจมี 1 ช่องทาง หรือมากกว่า 1 ช่องทางก็ได้เมื่อนำปัจจัยทั้ง 3 รวมกัน สามารถเขียนเป็นโครงสร้างของระบบแถวคอยได้ดังรูป ต่อไปนี้



ภาพที่ 2-1 โครงสร้างของระบบแถวคอย

กระบวนการของการรอคอยทั่ว ๆ ไปจะประกอบด้วยเหตุการณ์ของการมาถึง (Arrivals) ของผู้รับบริการ การเข้าแถวเพื่อรอรับบริการการเข้ารับบริการและการจากไปกระบวนการจะเริ่มต้นจากการที่มีผู้รับบริการจากกลุ่มประชากรผู้มารับบริการ (Call Population) หรือที่เรียกว่า "ลูกค้า" เข้ามาในระบบแถวคอยเพื่อมารอรับบริการ ซึ่งถ้าหน่วยให้บริการ (Service Mechanism) ว่างผู้ที่มารอรับบริการก็จะได้รับบริการทันทีจนเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงออกไปจากระบบแถวคอย แต่ถ้าส่วนบริการกำลังให้บริการลูกค้าคนอื่นอยู่ผู้รับบริการที่เข้ามาใหม่ก็จะต้องเข้าแถวคอย (Queue) เพื่อรอรับบริการ พวกที่อยู่ในแถวคอยจะได้รับบริการตามระเบียบของการให้บริการแถวคอย (Queue Discipline) เมื่อ รับบริการเสร็จแล้วจึงออกจากระบบแถวคอยดังนั้น ในการศึกษา

แถวคอยใด ๆ จึงควรแยกส่วนประกอบของระบบนั้นให้ชัดเจนว่าระบบนั้นคือระบบอะไร เช่น เป็นระบบแถวคอยของเครื่องรับจ่ายเงินสดอัตโนมัติ ปั๊มน้ำมันที่สถานีบริการเติมน้ำมัน รถที่รอเข้ารับบริการที่อู่ซ่อมรถฯลฯ จากนั้น ก็ระบุว่าลูกค้าของระบบ คือ ใครหรืออะไร หน่วยบริการคืออะไร เมื่อสามารถระบุส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบแถวคอยได้แล้วจำเป็นต้องรู้จักลักษณะพื้นฐานของระบบแถวคอยนั้น ๆ คือ ต้องการทราบลักษณะของระบบแถวคอย ลักษณะลูกค้า และลักษณะของหน่วยที่ให้บริการ

คุณลักษณะของลูกค้าหรือผู้รับบริการ

ลูกค้าที่จะเข้ามาใช้บริการในระบบจะมาจากกลุ่มประชากรต่าง ๆ ซึ่งเมื่อมีความต้องการจะใช้บริการก็จะเข้าสู่ระบบ องค์ประกอบของผู้มารับบริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้

ขนาดของกลุ่มประชากรที่มารับบริการ

กลุ่มประชากรที่มารับบริการ คือ กลุ่มของคนหรือสิ่งของที่เข้ามาใช้บริการในระบบซึ่งลักษณะของกลุ่มประชากรจำแนกตามขนาดได้ 2 ลักษณะ คือ

1. กลุ่มประชากรจำนวนจำกัด ได้แก่ กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกคงที่แค่จำนวนหนึ่งเท่านั้น เช่น แผนกซ่อมเครื่องจักรของโรงงาน ที่มีเครื่องจักรในโรงงานอยู่เพียง 10 เครื่อง เป็นต้น

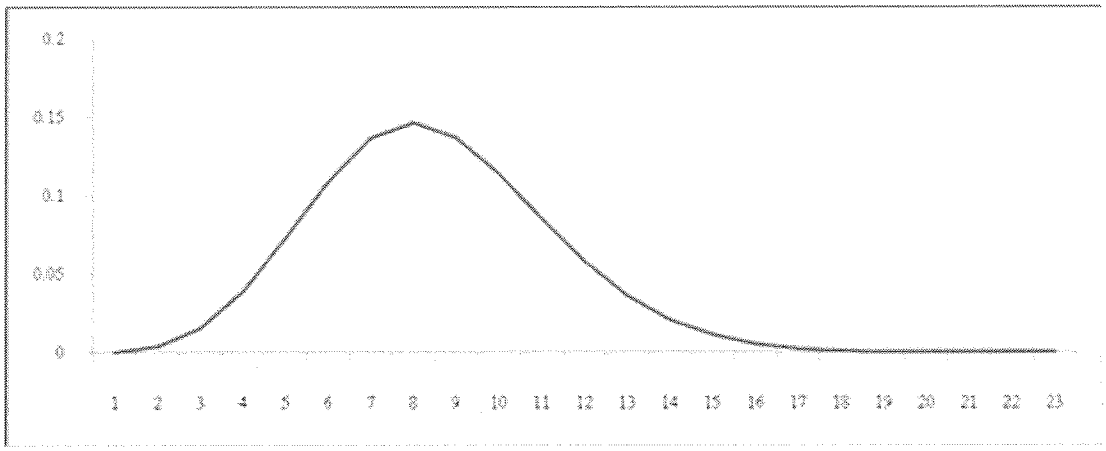
2. กลุ่มประชากรจำนวนไม่จำกัด ได้แก่ กลุ่มประชากรที่มีจำนวนสมาชิกนับไม่ถ้วนสามารถจะเข้ามาในระบบได้มากมาย เช่น ธนาคาร ซูเปอร์มาร์เก็ต เป็นต้น ในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยต่าง ๆ ต้องสามารถระบุได้ว่ากลุ่มประชากรผู้มารับบริการของระบบนั้น ๆ มีจำนวนจำกัดหรือไม่จำกัด ถ้ากลุ่มประชากรผู้ที่มารับบริการมีจำนวนจำกัดการวิเคราะห์จะทำได้ยาก เนื่องจากจำนวนสิ่งของหรือคนที่เข้ามาในระบบแถวคอยจะขึ้นอยู่กับว่าในขณะนั้นมีสมาชิกเป็นจำนวนเท่าไหร่ในระบบแถวคอย แต่ถ้ากลุ่มประชากรผู้ที่มารับบริการเป็นแบบจำนวนไม่จำกัด การวิเคราะห์จะทำได้ง่าย ฉะนั้น ในกรณีที่กลุ่มประชากรผู้มารับบริการมีจำนวนจำกัดแต่มีปริมาณมาก เราจะอนุโลมให้เป็นแบบกลุ่มประชากรจำนวนไม่จำกัด เพื่อทำให้การวิเคราะห์ตัวแบบนั้นทำได้ง่ายขึ้น

ลักษณะการเข้ามารับบริการหรือการมาถึง

ลักษณะของการเข้ามารับบริการ (Arrival Characteristic) หมายถึงลักษณะของเหตุการณ์ที่แสดงว่าต้องการเข้ามารับบริการ โดยมากเราจะเรียกสิ่ง ที่มาไม่ว่าเป็นคนหรือสิ่งของว่า “ลูกค้า” หรือ “ผู้รับบริการ” แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การเข้ามารับบริการในอัตราคงที่เป็นลักษณะที่ลูกค้าเข้ามาในลักษณะที่สม่ำเสมอแน่นอน กำหนดเวลาการมาไว้ล่วงหน้าหรือมีการกำหนดนัดหมายไว้ก่อนแล้วล่วงหน้า เช่น 10 คนทุก ๆ ชั่วโมง หรือลูกค้าเข้ามาในระบบทุก ๆ 6 นาที จะเห็นได้ชัดจากการผลิตในสายการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ในโรงงานผลิตน้ำอัดลมขวดที่บรรจุน้ำอัดลมเต็มแล้วจะเคลื่อนที่เข้ามาที่จุดที่ทำการปิดฝาขวด โดยจะเคลื่อนที่เข้ามาในอัตราคงที่เข้ามารับบริการปิดฝาขวดโดยใช้เครื่องจักร

2. การเข้ามารับบริการในแบบสุ่ม (Random) เป็นลักษณะที่ลูกค้าเข้ามาไม่แน่นอน ไม่สม่ำเสมอ ไม่สามารถทราบล่วงหน้า และการเข้ามาของลูกค้าแต่ละรายเป็นอิสระต่อกัน จะไม่มีผลกระทบจากการมารับบริการที่ได้เคยเกิดขึ้นมาแล้ว เช่น ลูกค้าที่มาเบิกเงินที่เครื่องรับจ่ายเงินอัตโนมัติ รถยนต์ที่เข้ามาเติมน้ำมันที่ปั๊ม เป็นต้น ในบางเวลาอาจมีลูกค้าเข้ามามากราย บางเวลาอาจมีน้อยรายหรือไม่มีเลย ดังนั้นจำเป็นต้องใช้ค่าเฉลี่ยของการเข้ามารับบริการทั้งนี้ต้องใช้การแจกแจงความน่าจะเป็นของลูกค้าที่เข้ามารับบริการด้วย โดยส่วนใหญ่ลูกค้าที่จะเข้ามารับบริการจะมีการแจกแจงความน่าจะเป็นแบบปกติ (Normal Distribution), แบบปัวส์ซง (Poisson Distribution) เป็นต้น ในการเก็บข้อมูลการเข้ามารับบริการของลูกค้านั้นสามารถทำได้ใน 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรกเป็นลักษณะ อัตราการเข้ารับบริการ (Arrival Rate) คือ ลูกค้าที่เข้ามารับบริการโดยเฉลี่ยกี่คนในหนึ่งหน่วยเวลา เช่น รถเข้ามาเติมน้ำมัน 10 คันต่อชั่วโมง หรือ จะเก็บข้อมูลในลักษณะที่สองเป็นลักษณะ เวลาระหว่างการเข้ามารับบริการ (Arrival Time Interval) คือ เวลาห่างโดยเฉลี่ยระหว่างลูกค้าแต่ละคน เช่น รถแต่ละคันมาห่างกัน 6 นาทีระบบแถวคอยส่วนใหญ่จะมีลักษณะการมารับบริการแบบเป็นสุ่ม โดยที่อัตราการเข้ามารับบริการมีการแจกแจงเป็นแบบปัวซ์ซง

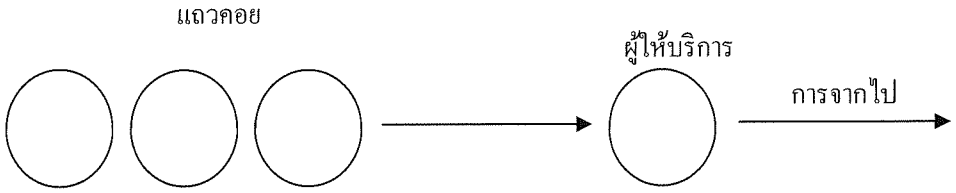


ภาพที่ 2-2 การแจกแจงความน่าจะเป็นเป็นแบบปัวซ์ซง

คุณลักษณะของระบบแถวคอย

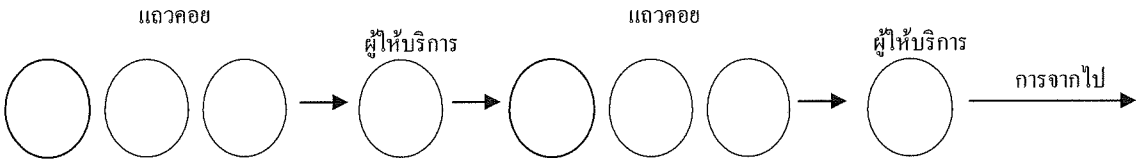
รูปแบบของระบบ ระบบแถวคอยมีอยู่ด้วยกัน 4 รูปแบบใหญ่ ๆ ดังนี้

1. ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว ขั้นตอนเดียว (Single - Channel - Single - Phase - System) คือ ระบบแถวคอยที่มีหน่วยบริการหน่วยเดียว และมีขั้นตอนเดียวเมื่อลูกค้ารับบริการเสร็จแล้วจะออกจากระบบไป เช่น ตู้เอทีเอ็ม 1 ตู้ เมื่อลูกค้าทำรายการเสร็จก็จะออกจากระบบไป หรือร้านอาหารแบบฟาสต์ฟูด มีพนักงานคนเดียวซึ่งทำหน้าที่รับคำสั่งนำอาหารมาให้ และเก็บเงิน เมื่อเสร็จแล้วลูกค้าก็จะออกจากระบบ



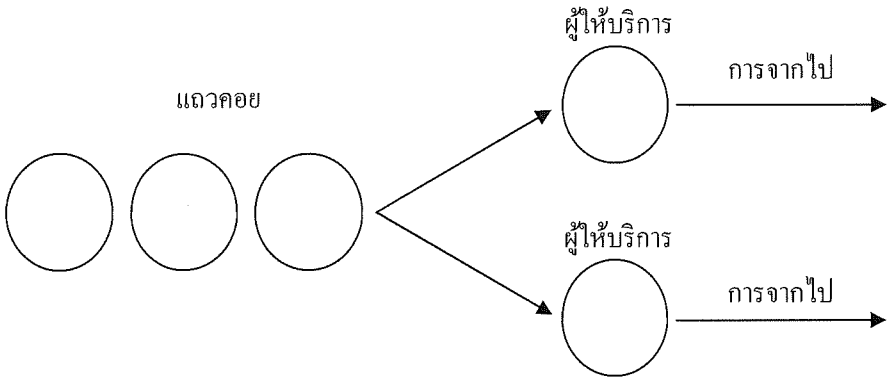
ภาพที่ 2-3 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว ขั้นตอนเดียว (Single - Channel - Single - Phase - System)

2. ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว หลายขั้นตอน (Single - Channel - Multiple - Phase - System) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการขั้นตอนเดียว แต่มีหลายหน่วยบริการ (มากกว่า 1 หน่วย) เช่น ธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่งจัดให้มีตู้เอทีเอ็ม 2 ตู้ในที่เดียวกัน เมื่อลูกค้ามาถึงถ้าเครื่องหนึ่งว่างก็จะเข้าใช้บริการ แต่ถ้าเครื่องไม่ว่างจะรออยู่ในแถวคอยซึ่งมีแถวเดียว เมื่อเครื่องใดว่างคนที่อยู่หัวแถวจะเข้าใช้บริการ เมื่อเสร็จแล้วก็จะออกจากระบบไป



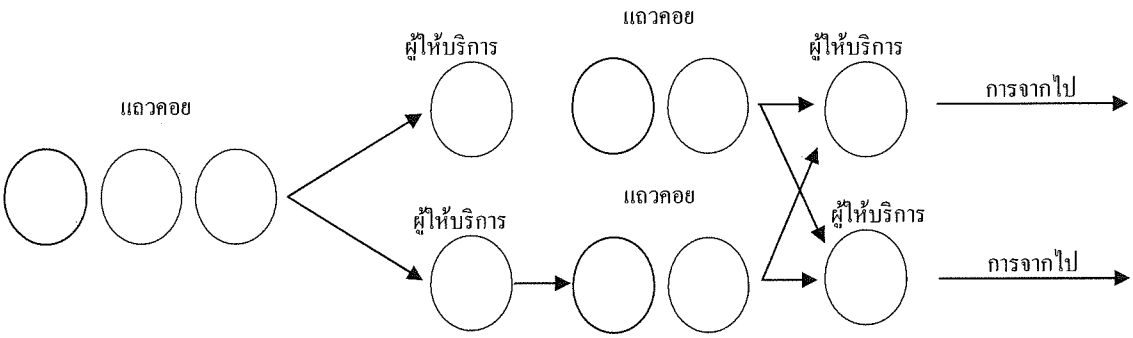
ภาพที่ 2-4 ระบบแถวคอยแบบช่องทางเดียว หลายขั้นตอน (Single - Channel - Multiple - Phase - System)

3. ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง ขั้นตอนเดียว (Multiple - Channel - Single - Phase - System) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอนการบริการขั้นตอนเดียว แต่มีหลายหน่วยบริการ (มากกว่า 1 หน่วย) เช่นธนาคารพาณิชย์แห่งหนึ่งจัดให้มีตู้เอทีเอ็ม 2 ตู้ ในที่เดียวกันถ้าลูกค้ามาถึงแล้วเครื่องใดเครื่องหนึ่งว่างก็จะเข้าใช้บริการ แต่ถ้าเครื่องไม่ว่างจะรออยู่ในแถวคอยซึ่งมีแถวเดียว เมื่อเครื่องใดว่าง คนที่อยู่หัวแถวจะเข้าใช้บริการ เมื่อเสร็จแล้วก็จะออกจากระบบไป



ภาพที่ 2-5 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง ขั้นตอนเดียว (Multiple - Channel - Single - Phase - System)

4. ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง หลายขั้นตอน (Multiple - Channel - Multiple - Phase - System) คือ ระบบแถวคอยที่มีขั้นตอน และแต่ละขั้นตอนมีหลายหน่วยบริการ เช่นถ้าแผนกจ่ายยาในโรงพยาบาลมีเจ้าหน้าที่คิดราคายามากกว่า 1 คน มีแคชเชียร์มากกว่า 1 คน และมีเภสัชกรผู้ทำหน้าที่จ่ายยามากกว่า 1 คน



ภาพที่ 2-6 ระบบแถวคอยแบบหลายช่องทาง หลายขั้นตอน (Multiple - Channel - Multiple - Phase - System)

ระเบียบการให้บริการ

ระเบียบการให้บริการ คือ กฎเกณฑ์ที่ระบบนั้นใช้ในการกำหนดว่าจะให้บริการลูกค้ารายใดก่อน ซึ่งสามารถแบ่งได้ดังนี้

1. มาก่อนจะได้รับบริการก่อน (First Come - First Served: FCFS) ในกรณีนี้ลูกค้าที่เข้ามาในแถวคอยก่อนจะได้รับบริการก่อน กฎเกณฑ์นี้พบบ่อยในชีวิตประจำวัน เช่นการรับบัตรเพื่อรอการให้บริการของโรงพยาบาล เป็นต้น

2. มาทีหลังจะได้รับบริการก่อน (Last Come - First Served: LCFS) ในกรณีนี้ลูกค้าที่เข้ามาในแถวคอยทีหลังจะได้รับบริการก่อน เช่น ระบบสินค้าคงเหลือที่สินค้าไม่มีอายุเสื่อมคุณภาพ มันจะหยิบอันที่อยู่ในตำแหน่งที่หยิบง่าย ซึ่งก็มักจะเป็นอันที่เก็บเข้าสต๊อกที่หลัง เป็นต้น

3. ให้บริการแบบสุ่ม (Random) เป็นการให้บริการที่ไม่ได้กำหนดลำดับการให้บริการ เป็นการให้บริการโดยวิธีแบบสุ่ม ไม่เป็นแบบแผน เช่น การขึ้นรถเมล์

4. กำหนดลำดับความสำคัญก่อนหลัง (Priority) ในกรณีนี้จะมีการกำหนดกฎเกณฑ์ไว้ล่วงหน้าถึงลำดับความสำคัญของผู้รับบริการ หรือความเร่งของงาน

ความยาวของแถวคอย

ลักษณะของความยาวแถวคอย จะพิจารณาความสามารถในการรับบริการลูกค้า ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ คือ

1. ความยาวแถวคอยที่มีความสามารถในการรับลูกค้าจำนวนจำกัด คือ ในบางครั้งพบว่าพื้นที่ในระบบแถวคอยนั้นมีจำกัด ทำให้จำนวนลูกค้าที่อยู่ในแถวคอยนั้นมีจำนวนจำกัดตามไปด้วย ดังนั้นลูกค้าบางรายอาจจะไม่สามารถเข้ามาในระบบได้ เช่น ร้านอาหารที่มีจำนวนของที่นั่งจำกัด ในโรงพยาบาลทีมีจำนวนเตียงผู้ป่วยจำกัด เป็นต้น ถ้าที่นั่งรอเต็มแล้วลูกค้าจะเข้ามาในระบบอีกไม่ได้

2. ความยาวแถวคอยที่มีความสามารถในการรับลูกค้าจำนวนไม่จำกัด คือ ในบางระบบลูกค้าสามารถที่จะรอในแถวคอยได้ เช่น รถที่รอจ่ายเงินค่าทางด่วน เอกสารที่รอการพิมพ์ เป็นต้น

คุณลักษณะของหน่วยบริการหรือผู้ให้บริการ

องค์ประกอบของผู้ให้บริการจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1. ผู้ให้บริการ

เป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งในคุณลักษณะของผู้ให้บริการ ผู้ให้บริการในระบบแถวคอยไม่จำเป็นต้องเป็นคนหรือเครื่องมืออย่างใดอย่างหนึ่งเพียงอย่างเดียวเท่านั้นแต่อาจจะเป็นระบบที่คนและเครื่องมืออยู่ด้วยกันก็ได้ ตัวอย่างของผู้ให้บริการที่เห็นได้ชัดเจน เช่น ช่างตัดผม พนักงานเบิก - ถอนเงินของธนาคาร เป็นต้น ผู้ให้บริการสามารถเร่งการบริการได้จนถึงอัตราสูงสุดเพียง

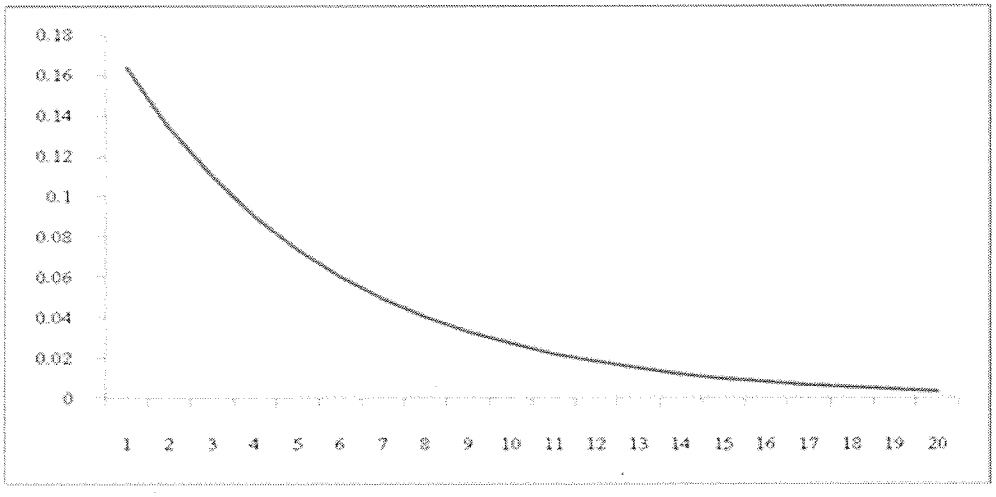
อัตราหนึ่งเท่านั้นซึ่งถ้าผู้ให้บริการมีอัตราการให้บริการสูงกว่าอัตราการบริการที่มีอยู่ก็จะเกิดภาวะเกินกำลังขึ้นในกรณีเช่นนี้จะต้องมีการเพิ่มจำนวนผู้ให้บริการ อาจจะเป็นคนหรือ เครื่องมือเพื่อเพิ่มอัตราการให้บริการให้เพียงพอ กับความต้องการของผู้รับบริการมิฉะนั้นแล้วแถวคอยจะมีความยาวเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ไม่มีจำกัด

2. อัตราการให้บริการ

อัตราการให้บริการ คือ ประสิทธิภาพในการทำงานของผู้ให้บริการ แสดงเป็นจำนวนลูกค้าที่สามารถให้บริการได้หนึ่งหน่วยเวลา เช่น ให้บริการลูกค้า 12 คนต่อชั่วโมง คิดราคายาได้ 2 รายต่อนาที เป็นต้น อัตราการให้บริการแบ่งเป็น 2 ลักษณะเช่นเดียวกับอัตราการมารับบริการ คือ

2.1 อัตราการให้บริการแบบคงที่ คือ ในการบริการลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาเท่า ๆ กัน ดังนั้นในทุก ๆ หน่วย เวลาก็จะให้บริการลูกค้าได้ในจำนวนเท่า ๆ กันเสมอ เช่น ในการปิดฝาขวดน้ำอัดลมแต่ละขวดใช้เวลา 1 วินาทีเท่า ๆ กัน ดังนั้นอัตราการให้บริการจะคงที่นาทีละ 60 ขวด

2.2 อัตราการให้บริการแบบสุ่ม คือ การให้บริการลูกค้าแต่ละรายใช้เวลาไม่เท่ากันบ้าง น้อยบ้างมากบ้างตามความต้องการของลูกค้า เช่น ลูกค้าที่ซื้อของในซูเปอร์มาร์เก็ต บางคนก็ซื้อของเพียง 2 - 3 อย่าง แคชเชียร์ใช้เวลาเพียง 1 นาที ในการคิดเงิน ในขณะที่ลูกค้าบางรายซื้อของมากมายแคชเชียร์ต้องใช้เวลาถึง 5 นาที จึงคิดเงินเสร็จเรียบร้อย ดังนั้นในการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจึงใช้ค่าเฉลี่ยของการให้บริการ และใช้การแจกแจงข้อมูลการให้บริการด้วย การเก็บข้อมูลในด้านการให้บริการมักจะอยู่ในรูปของเวลาที่ใช้ในการบริการ (Service Time) มากกว่าอัตราการให้บริการ คือ จะบันทึกเวลาที่ใช้ในการให้บริการลูกค้าแต่ละรายแล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย ระบบแถวคอยส่วนใหญ่จะมีการให้บริการแบบสุ่ม และมีการแจกแจงแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล



ภาพที่ 2-7 การแจกแจงความน่าจะเป็นแบบเอ็กซ์โพเนนเชียล

ตัวแบบแถวคอย

เนื่องจากตัวแบบแถวคอยมีจำนวนมากมายหลายตัวหลายแบบ โดยแต่ละตัวแต่ละแบบแตกต่างกันไปตามลักษณะของข้อมูลพื้นฐานในด้านต่าง ๆ ของระบบ ได้แก่

1. รูปแบบของระบบ
2. จำนวนหน่วยให้บริการ มีจำนวน 1, 2, 3..... หรือ n หน่วย
3. ระเบียบการให้บริการเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน มาหลังได้รับบริการก่อนฯลฯ
4. จำนวนประชากรจำกัดหรือไม่จำกัด
5. ความยาวของแถวคอยจำกัดหรือไม่จำกัด
6. การแจกแจงของอัตราการมารอบริการเป็นแบบ ปัวซ์ซง แบบเอกซ์โพแนนเชียล หรือแบบปกติ ฯลฯ
7. การแจกแจงของอัตราการให้บริการเป็นแบบปัวส์ซง แบบเอกซ์โพเนนเชียล หรือแบบปกติ ฯลฯ

ดังนั้น เพื่อให้สะดวกในการสื่อสารข้อความให้เข้าใจง่ายและตรงกัน ดี.จี.เคนดอล (D.G.Kendall) นักคณิตศาสตร์ชาวอังกฤษจึงได้ออกแบบการแสดงลักษณะของตัวแบบแถวคอย เรียกว่าเคนดอลโนเตชั่น (Kendall Notation) ดังต่อไปนี้

A / B / s

โดยที่

A = การแจกแจงอัตราการมารับบริการ

B = การแจกแจงอัตราการให้บริการ

s = จำนวนหน่วยของผู้ให้บริการ

จะเห็นได้ว่า Kendall เน้นเฉพาะลักษณะ 3 ประการของระบบ คือ การแจกแจงของอัตราการมารับบริการ อัตราการให้บริการ และจำนวนหน่วยให้บริการเท่านั้นเนื่องจากระบบแถวคอยส่วนมากจะมีจำนวนประชากรไม่จำกัด มีความยาวของแถวคอยไม่จำกัด และมีระเบียบการให้บริการแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน Kendall จึงไม่ระบุลักษณะดังกล่าวในตัวแบบในที่นี้จะกล่าวถึง ตัวแบบ M/M/S เป็นต้นแบบที่ใช้กับระบบแถวคอยที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

- มีอัตราการมารับบริการเป็นแบบสุ่ม
- มีการแจกแจงของอัตราการมารับบริการแบบปัวส์ซง
- มีการแจกแจงของอัตราการให้บริการแบบเอกซ์โพเนนเชียล

- มีหน่วยให้บริการจำนวน s หน่วย
- ระเบียบการให้บริการเป็นแบบมาก่อนได้รับบริการก่อน
- มีจำนวนลูกค้าในแถวคอยไม่จำกัด
- มีจำนวนลูกค้าไม่จำกัด

สภาวะของระบบแถวคอย

สภาวะของระบบแถวคอยมี 2 สภาวะ คือ สภาวะที่ 1 คือ สภาวะแบบทรานเซียนท์ (Transient Condition) จะเป็นสภาวะของระบบแถวคอย ณ เวลาใด ๆ ก่อนที่จะเข้าสู่สภาวะคงตัว ผลลัพธ์ของระบบแถวคอยในสภาวะทรานเซียนท์จะเป็นผลที่ขึ้นกับเวลาและเงื่อนไขเริ่มต้น (Initial Condition) ของระบบ และสภาวะคงตัว หรือสภาวะคงที่ (Steady State) เมื่อระบบแถวคอยเริ่มดำเนินงานในระยะแรก จำนวนลูกค้าที่มารับบริการส่วนใหญ่ จะมีการเพิ่มขึ้นหรือลดลงตลอดเวลาในช่วงเวลาหนึ่ง ซึ่งเป็นช่วงเวลานานมากพอ ที่พฤติกรรมต่าง ๆ เป็นอิสระจากเวลา ซึ่งเข้าสู่สภาพปกติจำนวนลูกค้ามารับบริการค่อนข้างลงตัว ก็คือเข้าสู่สภาวะคงตัวและจะคงอยู่ในสภาวะนี้เป็นเวลายาวนาน โดยปกติการวิเคราะห์ระบบแถวคอยจะวิเคราะห์ในสภาวะคงตัว

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

วิจัยเรื่อง Using Time-Varying Tolls to Optimize Truck Arrivals at Ports โดย Xiaoming Chen และ Xuesong Zhou, Department of Civil and Environmental Engineering University of Utah, Salt Lake City และ George F. List, Department of Civil, Construction and Environmental Engineering North Carolina State University, Raleigh, North Carolina

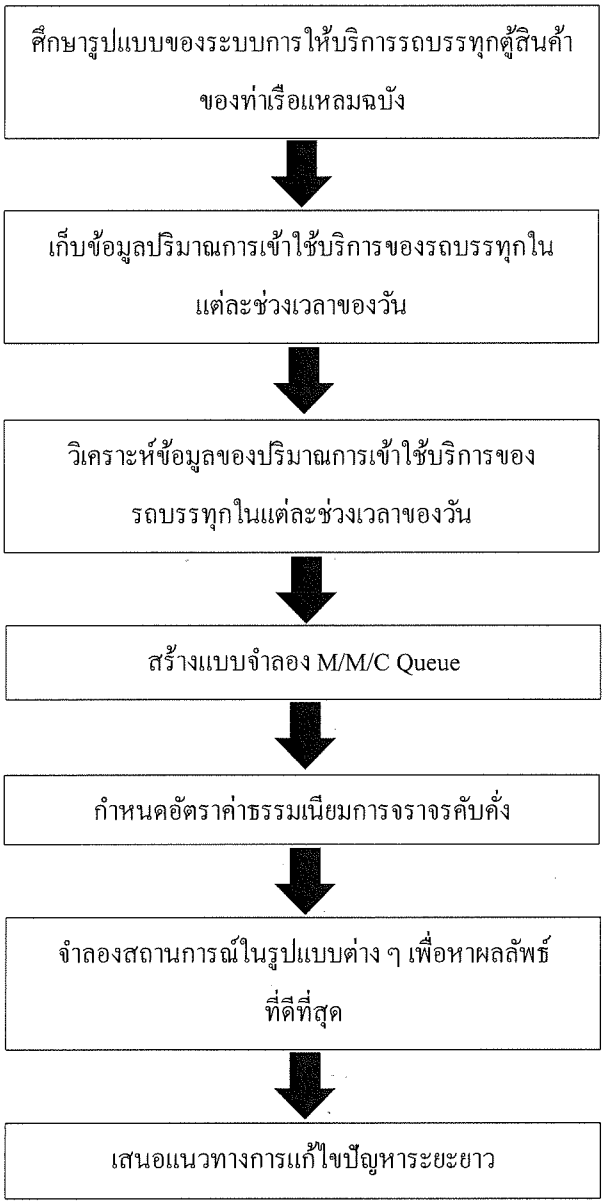
จากการศึกษาพบว่าได้มีการศึกษาท่าเรือตู้สินค้าโดยเฉพาะบริเวณประตูตรวจสอบสินค้าและพื้นที่ภายในลานตู้สินค้า โดยใช้วิธีการ Fluid - Based Approximation Functions เพื่อประมาณเวลาที่รถบรรทุกใช้ในการเข้าใช้บริการท่าเรือ หลังจากที่ทำการประมาณการเสร็จเรียบร้อยแล้วก็ได้ทำการปรับตัวเลขปริมาณการเข้าใช้บริการท่าเรือในช่วงเวลาต่าง ๆ ให้มีการเปลี่ยนแปลงไป พบว่า ระยะเวลาการรับมอบ - ส่งมอบ (Truck Turnaround Time) ลดลง

วิจัยเรื่อง Reducing Port-Related Truck Emissions: The Terminal Gate Appointment System at the Ports of Los Angeles and Long Beach โดย Genevieve Giuliano, School of Policy, Planning and Development, University of Southern California, Los Angeles และ Thomas O'Brien, Center for International Trade and Transportation, California State University, Long Beach ได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบของความเจริญทางเศรษฐกิจต่อสภาพแวดล้อมและชุมชน พบว่า การเจริญเติบโตของท่าเรือที่มากขึ้นได้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมที่รุนแรง โดยเฉพาะ

สภาพอากาศที่มีปริมาณของสารพิษมากขึ้นอันเนื่องมาจาก การเผาไหม้เชื้อเพลิงของรถบรรทุกที่รอเข้าใช้บริการภายในท่าเรือ โดยผู้ศึกษาได้ทำการแก้ไขปัญหาด้วยระบบการจองคิวเพื่อเข้าใช้บริการท่าเรือ ซึ่งทำให้ท่าเรือ สามารถพยากรณ์สภาพการจราจรล่วงหน้าได้ในแต่ละวัน และส่งผลให้การจัดการในเรื่องของการจราจรและการขนถ่ายสินค้ามีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ส่งผลให้การรอคอยของรถบรรทุกลดลงและลดปริมาณการปล่อยสารพิษสู่อากาศ

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

จากการศึกษาการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง นั้น แบ่งขั้นตอนการดำเนินการศึกษาได้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้



ภาพที่ 3-1 ขั้นตอนการดำเนินการศึกษาการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง

ศึกษารูปแบบการไหลของรถบรรทุก

ศึกษารูปแบบการไหลของรถบรรทุกเข้าสู่ระบบการให้บริการของท่าเรือแหลมฉบังโดยวิธีการสังเกต เพื่อนำมาวิเคราะห์กระบวนการต่าง ๆ ก่อนที่จะนำรูปแบบไปใช้ในขั้นตอนต่อไป

การเก็บข้อมูล

เก็บข้อมูลปริมาณการเข้าใช้บริการของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของวันพร้อมตรวจสอบสถิติรถบรรทุกผ่านเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังเพื่อศึกษารูปแบบการเข้าใช้บริการและนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รูปแบบการเข้าใช้บริการผู้ศึกษาจะนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ยแจกแจงในแต่ละชั่วโมงของวัน โดยจะเริ่มจากช่วง 00.00-00.59, 01.00-01.59, 02.00-02.59, 03.00-03.59, … , 22.00-22.59, 23.00-23.59 ซึ่งจะแบ่งได้ 24 ช่วงเวลา

การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลของปริมาณการเข้าใช้บริการของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของวันโดยวิธีการทางสถิติเพื่อนำข้อมูลมาสร้างแบบจำลองเพื่อประเมินระยะเวลาการเข้าใช้บริการเฉลี่ยภายในท่าเรือแหลมฉบัง

สร้างแบบจำลอง M/M/C Queue

สร้างแบบจำลอง M/M/C Queue โดยแนวทางการแก้ไขปัญหา คือ ผู้นำเสนอโครงการได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากฐานข้อมูลในระบบของประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่งก่อนที่จะนำมาทำการประมวลผลโดยการหาค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาทั้ง 24 ช่วงเวลาซึ่งแบ่งตามชั่วโมงของวัน **เนื่องจากประตูตรวจสอบ 1 และ ประตูตรวจสอบ 2 ไม่มีการบันทึกฐานข้อมูลเวลาการออกจากท่าเทียบเรือของรถบรรทุก** ทำให้ยากที่จะระบุได้ถึงระยะเวลาการใช้บริการของผู้ที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง อีกทั้งรถบรรทุกที่เข้ามาภายในเขตรั้วศุลกากรแล้วไม่ได้ออกจากท่าเรือแหลมฉบังทันทีที่ใช้บริการเสร็จสิ้น คนขับรถบรรทุกบางครั้งจอดรถคอยงาน หรือบางครั้งแวะซื้ออาหารภายในท่าเรือ จึงยากที่จะระบุระยะเวลาการเข้าใช้บริการที่แน่นอนได้ **จึงต้องใช้วิธีการประมาณการโดยใช้แบบจำลอง M/M/C Queue เพื่อประมาณระยะเวลาการใช้บริการ** ของรถบรรทุกที่เข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ตามการแทนค่าในแบบจำลองดังต่อไปนี้

แบบจำลอง M/M/C Queue

จำนวนรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่อ ชั่วโมง (Arrival Rate) (λ)

$\lambda =$ จำนวนรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังเฉลี่ย

ระยะเวลาเฉลี่ยที่ให้บริการต่อลูกค้า 1 ราย (Service Rate) (μ)

$\mu =$ ระยะเวลาเฉลี่ยที่ให้บริการ

จำนวนช่องการให้บริการ (Number of Agents) (c)

$c =$ จำนวนช่องการให้บริการ

ความสามารถในการให้บริการทั้งหมด (Total Service Rate)

ความสามารถในการให้บริการทั้งหมด $= c\mu$

อัตราการใช้ช่องการให้บริการ (Booth Occupancy) (ρ)

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu/c}$$

ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง (Mean Time Between Arrival)

ระยะเวลาเฉลี่ยระหว่างการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง $= \frac{1}{\lambda}$

ระยะเวลาเฉลี่ยต่อการให้บริการ (Mean Time per Service)

ระยะเวลาเฉลี่ยต่อการให้บริการ $= \frac{1}{\mu}$

ความน่าจะเป็นที่ระบบแถวคอยจะว่างเปล่า (Probability that the System is Empty) (P_0)

$$P_0 = \frac{1}{\sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n}{c!}\left(\frac{1}{1-\rho}\right)}$$

ความยาวของแถวคอย (Expected Queue Length) (L_q)

$$L_q = \frac{P_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^s \rho}{c!(1-\rho)^2}$$

จำนวนของรถบรรทุกในระบบ (Expected Number in System)

$$L = \lambda W_t$$

ประมาณการเวลาการรอคอยในแถวคอย (Expected Time in Queue) (W_q)

$$W_q = \frac{L_q}{\lambda}$$

ประมาณการเวลาการรอคอยในระบบ (Expected Time in System) (W_s)

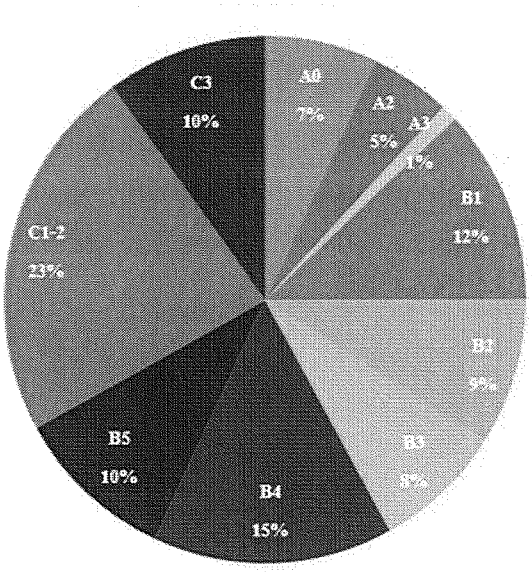
$$W_s = W_q + (\frac{1}{\mu})$$

ประมาณการเวลาการรอคอยทั้งหมด (Expected Total Time) (W_t)

$$W_t = W_q + W_s$$

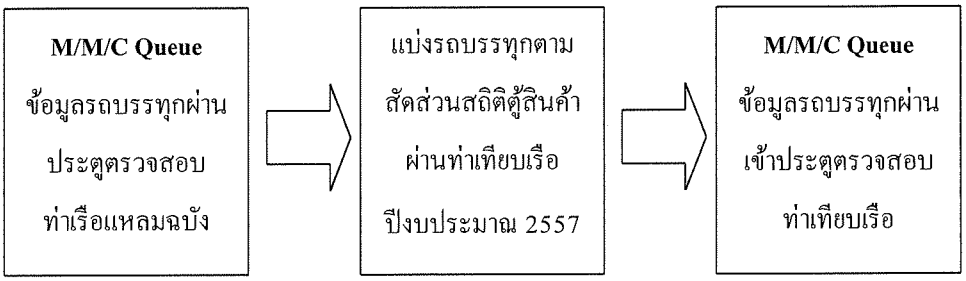
เมื่อทำการแทนค่าต่าง ๆ ในแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ หากพบว่าในบางช่วงเวลาที่มีการเข้าใช้บริการท่าเรือหนาแน่นกว่าปกติ จะทำให้แบบจำลองอยู่ในภาวะไม่สม่ำเสมอ (Unstable Queue Condition) กล่าวคือเมื่อ λ มีค่าที่มากกว่า ระยะเวลาเฉลี่ยที่ให้บริการต่อลูกค้า 1 รายทั้งหมด (Total Service Rate) ผู้ศึกษาจะทำการเพิ่ม ระยะเวลาเฉลี่ยที่ให้บริการต่อลูกค้า 1 ราย (Service Rate) (μ) ครั้งละร้อยละ 10 จนกว่าแบบจำลองจะอยู่ในภาวะสม่ำเสมอ (Stable Queue Condition) จึงนำค่าที่คำนวณได้ไปใช้ในขั้นต่อไป การใช้แบบจำลอง M/M/C Queue นั้นได้ทำการใช้แบบจำลองระบบ 2 ครั้ง คือ ครั้งที่ 1 ทำการคำนวณกับรถบรรทุกที่จะเข้าระบบแถวคอยที่บริเวณหน้าทางเข้าประตูตรวจสอบ 2 ประตูตรวจสอบ 3 และประตูตรวจสอบ 4 และทำซ้ำอีกครั้ง ที่ประตูตรวจสอบ

ของท่าเทียบเรือทั้ง 10 ท่า ประกอบด้วยท่าเทียบเรือ A0, A2, A3, B1, B2, B3, B4, B5, C1-2 และ C3 โดยแบ่งสัดส่วนตามร้อยละของตู้สินค้าผ่านท่าเทียบเรือแต่ละแห่ง ตามสถิติตู้สินค้าผ่านท่าเทียบเรือ ปีงบประมาณ 2557



ภาพที่ 3-2 สัดส่วนของตู้สินค้าผ่านท่าเทียบเรือต่าง ๆ

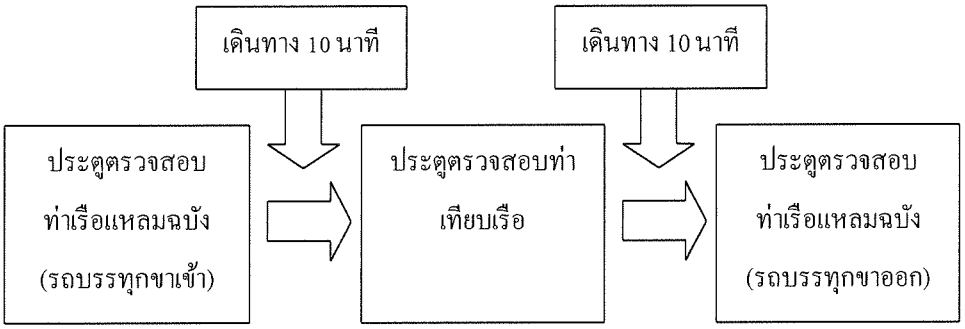
* ข้อมูลตู้สินค้าผ่านท่าเรือแหลมฉบังปีงบประมาณ 2557



ภาพที่ 3-3 ขั้นตอนการคำนวณระบบแถวคอย

เมื่อทำการคำนวณระยะเวลารอคอยในระบบแล้ว จะทำการบวกระยะเวลาเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ ภายในท่าเรือแหลมฉบัง อีก 20 นาที คือ จากประตูตรวจสอบ 2 ประตูตรวจสอบ 3 และประตูตรวจสอบ 4 ไปยังประตูตรวจสอบของท่าเทียบเรือต่าง ๆ เป็นเวลา 10 นาที และจาก

ประตูตรวจสอบท่าเทียบเรือต่าง ๆ ไปยังประตูตรวจสอบ 1 และประตูตรวจสอบ 2 อีก 10 นาที เพื่อคำนวณหาระยะเวลาเฉลี่ยทั้งหมดที่รถบรรทุกสินค้าแต่ละคันใช้ในการเข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง



ภาพที่ 3-4 ขั้นตอนการเพิ่มระยะเวลาเดินทางระหว่างจุดต่าง ๆ

เมื่อทำการคำนวณตามแบบจำลองดังกล่าวจะพบว่า **ค่าเฉลี่ยของการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับ 01.02 ชั่วโมง** (หนึ่งชั่วโมงสองนาที)

การกำหนดอัตราค่าธรรมเนียม

กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งตามการเข้าใช้บริการตามช่วงเวลาแบ่งตามความหนาแน่นของปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง **โดยใช้หลักเกณฑ์ว่าหากพบว่าช่วงเวลาใดมีปริมาณรถบรรทุกต่ำกว่าค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการ จะปรับอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะจากราคาปกติ 100 บาท ลดลงเป็น 60 บาท หากพบว่ามีปริมาณรถบรรทุกสูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยจะทำการปรับอัตราเป็น 120 บาท และช่วงเวลาที่มีรถบรรทุกเข้าใช้บริการสูงที่สุด 4 ช่วงเวลาจะทำการปรับราคาเป็น 150 บาท**

โดยสมมติฐานของผู้ศึกษาคาดว่าโครงสร้างแนวทางการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังในช่วงเวลาต่าง ๆ จะสามารถช่วยลดเวลารอคอยภายในท่าเรือแหลมฉบัง ลดมลภาวะ ลดการเกิดอุบัติเหตุ และเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของท่าเรือแหลมฉบังในภาพรวมได้

จำลองสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ

จำลองสถานการณ์ในรูปแบบต่าง ๆ เพื่อหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยใช้สมมติฐานหาก ผู้ใช้บริการที่เข้ามาใช้ช่วงเวลาที่มีการจราจรคับคั่ง นั้น เปลี่ยนมาใช้บริการในช่วงเวลาที่มีการจราจรเบาบางในปริมาณร้อยละ 5 โดยลดลงเรื่อย ๆ ไปจนถึงปริมาณที่เหมาะสม คือ ปริมาณผู้เข้าใช้บริการทั้งหมดมีค่าเฉลี่ยของระยะเวลาการใช้บริการภายในท่าเรือแหลมฉบังต่ำที่สุด

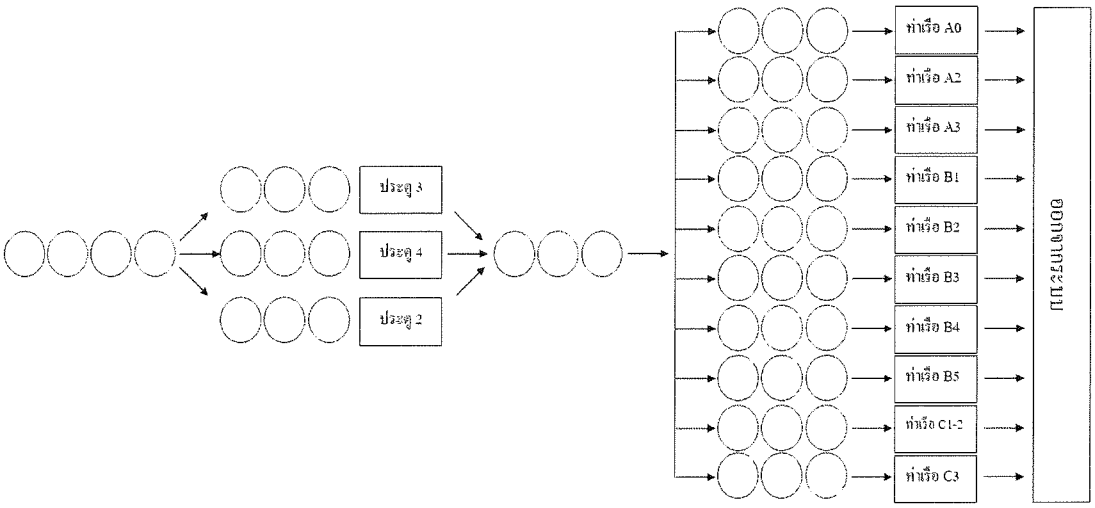
เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะยาว

เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะยาว เนื่องจากการใช้ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง นั้น จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยร่วมกับการกำกับดูแลการสื่อสารข้อมูลไปยังลูกค้าและผู้ใช้บริการต่าง ๆ เพื่อความร่วมมือกันอย่างยั่งยืน

บทที่ 4
ผลการศึกษา

การศึกษาในกรณีนี้ เป็นการศึกษาวิจัยในเชิงปริมาณ (Quantitative Research) ได้แก่ การวิจัยฐานข้อมูล และ การวิจัยเชิงสำรวจ ซึ่งการนำเสนอสามารถสรุปเป็นประเด็นและสาระสำคัญได้ดังนี้

จากการศึกษารูปแบบการไหลของรถบรรทุกเข้าสู่ระบบการให้บริการของท่าเรือแหลมฉบัง ดังจะสรุปได้ดังนี้ ท่าเรือแหลมฉบังมีระบบการให้บริการรถบรรทุกที่จะเข้ามาใช้บริการโดยจะใช้ประตูตรวจสอบทั้ง 4 แห่ง คือ ประตูตรวจสอบ 1 ประตูตรวจสอบ 2 ประตูตรวจสอบ 3 และ ประตูตรวจสอบ 4 โดยกำหนดให้ประตูตรวจสอบ 3 และ 4 ให้บริการรถบรรทุกตู้สินค้าหนัก ประตูตรวจสอบ 2 ให้บริการรถบรรทุกเปล่า และรถบรรทุกตู้สินค้าเปล่า และประตูตรวจสอบ 1 สำหรับรถบรรทุกตู้สินค้าออกจากท่าเรือแหลมฉบัง โดยบันทึกข้อมูลของรถทุกคันที่เข้าใช้บริการ กล่าวคือ หมายเลขทะเบียนรถ เวลาที่เข้าใช้บริการ น้ำหนักของรถ ฯลฯ โดยเมื่อรถบรรทุกผ่านเข้าประตูตรวจสอบทั้ง 3 ประตูตรวจสอบไปแล้ว จะกระจายไปตามท่าเทียบเรือต่าง ๆ กัน ตามใบงานของตู้สินค้า โดยรถบรรทุกตู้สินค้าจะถูกตรวจสอบที่ประตูตรวจสอบของท่าเทียบเรือ (Sub Gate) อีกครั้งก่อนที่จะทำการบันทึกลงระบบเพื่อรับตู้สินค้า หรือรถบรรทุกเข้าท่าเทียบเรือ เมื่อรถบรรทุกผ่านประตูตรวจสอบของท่าเทียบเรือแล้วจะต้องรอเครื่องมือยกขนเข้ามายกตู้สินค้าวางไว้ที่ลานตู้สินค้า หรือรอรับตู้สินค้าขึ้นบนรถบรรทุก ก่อนออกจากท่าเทียบเรือ ในกรณีที่นำสินค้า/ ตู้สินค้าออกจากท่าเรือแหลมฉบังจะต้องไปออกที่ประตูตรวจสอบ 1 เพื่อยื่นใบปล่อยสินค้าให้เจ้าหน้าที่ศุลกากรตรวจสอบก่อนที่จะนำสินค้าออกจากท่าเรือได้ หากเป็นรถบรรทุกเปล่าที่ทำการขนส่งตู้สินค้าไปที่ท่าเทียบเรือแล้ว จะออกจากท่าเรือแหลมฉบังที่ประตูตรวจสอบ 2 ดังภาพที่ 4-1



ภาพที่ 4-1 แผนผังการให้บริการรถบรรทุกของท่าเรือแหลมฉบัง

จากการเก็บข้อมูลปริมาณการเข้าใช้บริการของรถบรรทุกในแต่ละช่วงเวลาของวันพร้อมตรวจสอบสถิติรถบรรทุกผ่านท่าเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังเพื่อศึกษารูปแบบการเข้าใช้บริการและนำไปใช้เป็นฐานข้อมูลในการแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง รูปแบบการเข้าใช้บริการผู้ศึกษาจะนำเสนอในรูปของค่าเฉลี่ยแจกแจงในแต่ละชั่วโมงของวัน โดยจะเริ่มจากช่วง 00.00-00.59, 01.00-01.59, 02.00-02.59, 03.00-03.59, … , 22.00-22.59, 23.00-23.59 ซึ่งจะแบ่งได้ 24 ช่วงตามตารางและแผนภูมิดังต่อไปนี้

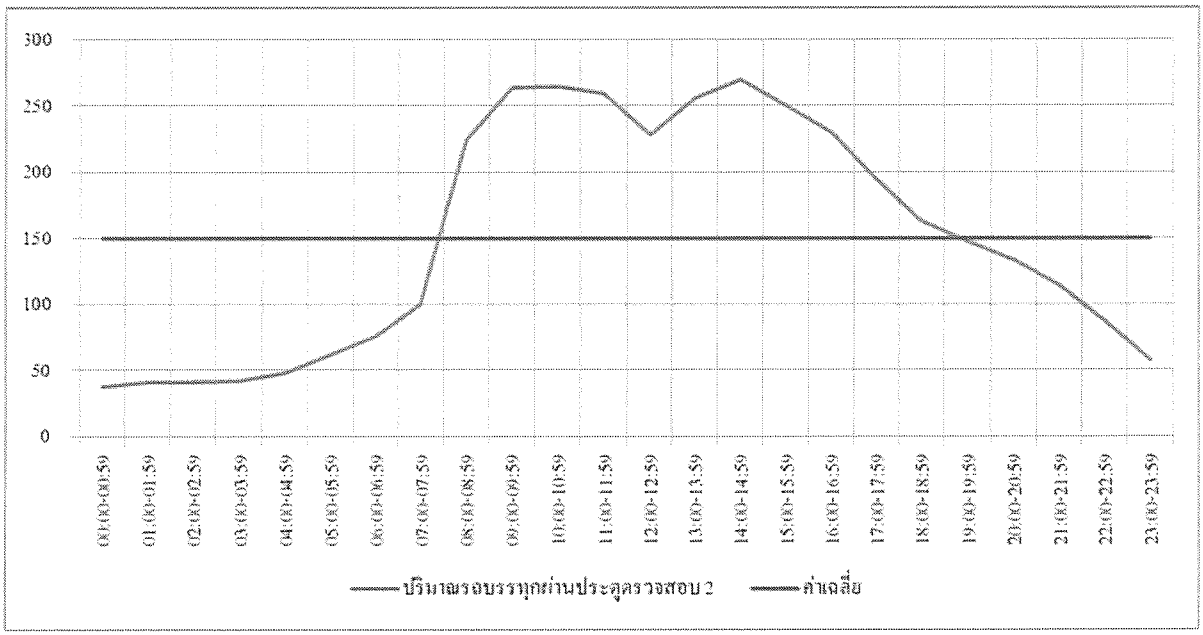
ตารางที่ 4-1 ปริมาณรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังโดยเฉลี่ย แบ่งตามประตูตรวจสอบ 2, 3 และ 4

Time	Gate 2	Gate 3	Gate 4	All Gates
00:00-00:59	38	125	25	188
01:00-01:59	41	105	23	169
02:00-02:59	41	85	19	145
03:00-03:59	42	86	18	146
04:00-04:59	48	95	20	163
05:00-05:59	62	117	24	203
06:00-06:59	76	147	31	254
07:00-07:59	100	130	23	253

ตารางที่ 4-1 (ต่อ)

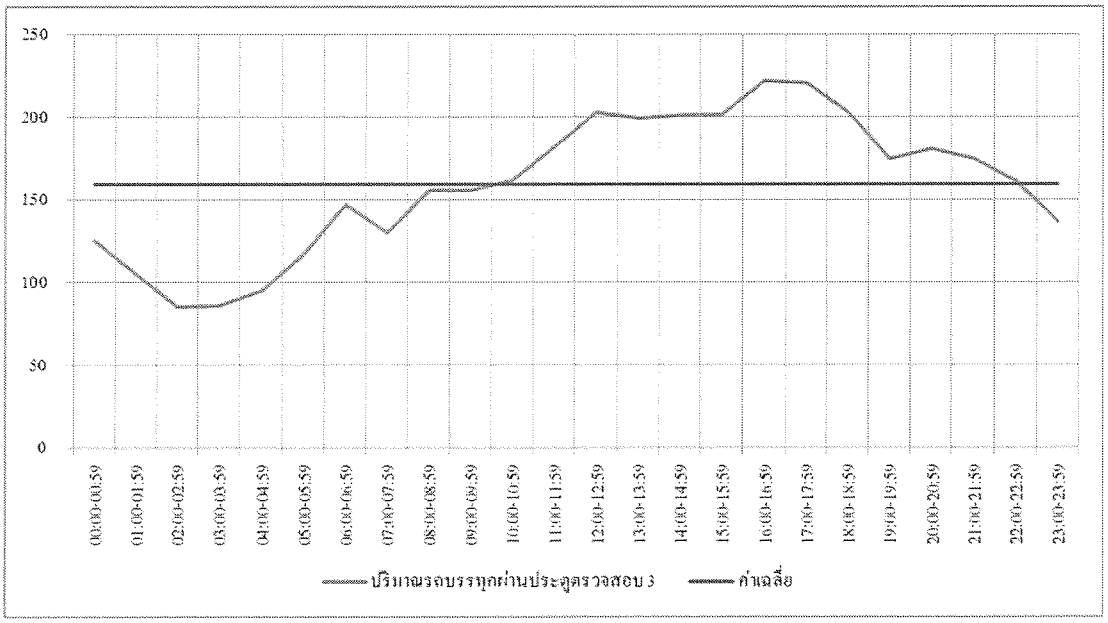
Time	Gate 2	Gate 3	Gate 4	All Gates
08:00-08:59	225	156	36	417
09:00-09:59	264	156	46	466
10:00-10:59	265	162	47	474
11:00-11:59	259	182	63	504
12:00-12:59	228	203	75	506
13:00-13:59	256	199	70	525
14:00-14:59	270	201	75	546
15:00-15:59	250	202	82	534
16:00-16:59	230	222	89	541
17:00-17:59	194	221	86	501
18:00-18:59	163	203	78	444
19:00-19:59	147	175	66	388
20:00-20:59	133	181	64	378
21:00-21:59	114	175	58	347
22:00-22:59	87	161	53	301
23:00-23:59	58	137	39	234

ที่มา: ค่าเฉลี่ยของปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง เดือน มิถุนายน ถึง สิงหาคม 2557

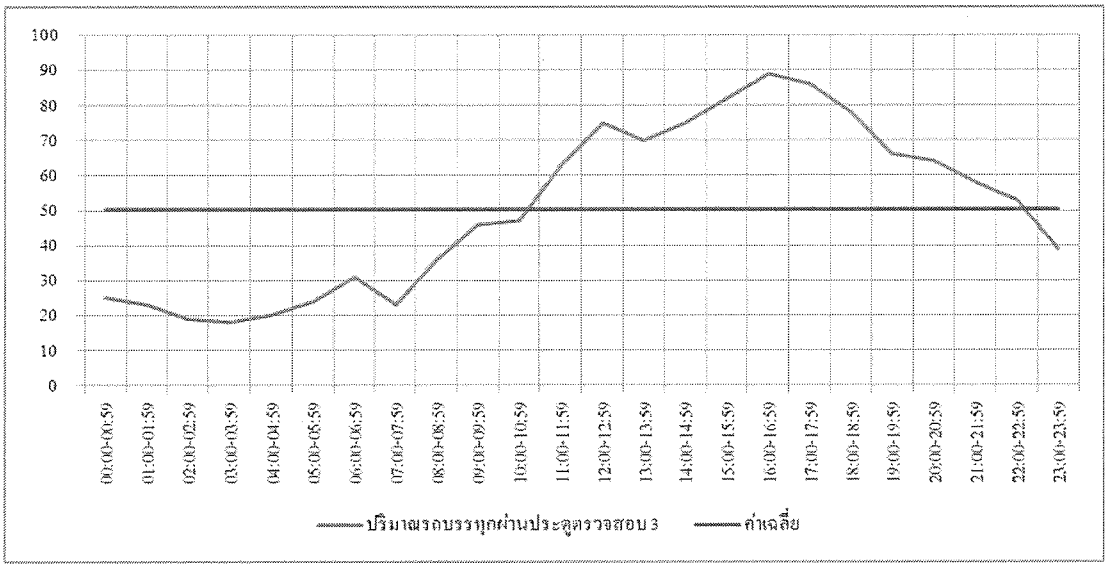


ภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 2 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)

จากภาพที่ 4-2 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 2 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง) พบว่า ค่าเฉลี่ยรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังผ่านทางประตูตรวจสอบ 2 เท่ากับ 149.63 คัน/ ชั่วโมง ปริมาณสูงสุดในช่วง 14:00 ถึง 14:59 ปริมาณ 270 คัน/ ชั่วโมง ต่ำสุดในช่วง 00:00 ถึง 00:59 ปริมาณ 38 คัน/ ชั่วโมง โดยเริ่มมีปริมาณที่สูงมากตั้งแต่เวลา 08:00 ถึง 18:59 เนื่องจากประตูตรวจสอบ 2 นั้นให้บริการเฉพาะรถบรรทุกเปล่าที่จะเข้าไปรับตู้สินค้าหนักออกจากท่าเรือ (สินค้าขาเข้า) เนื่องจากเจ้าหน้าที่กรมศุลกากรที่มีหน้าที่ในการตรวจปล่อยตู้สินค้า นั้น มีช่วงเวลาในการทำงานเฉพาะช่วง 08:30 - 16:30 หากเกินกว่าช่วงเวลานี้ตัวแทน ออกของจะต้องดำเนินพิธีการขอให้เจ้าหน้าที่ปฏิบัติงานล่วงเวลา ซึ่งก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายมากยิ่งขึ้น ส่วนในช่วงเวลาอื่น ๆ ที่ยังคงมีรถบรรทุกเข้าใช้บริการอยู่นั้น เนื่องจากเป็นรถบรรทุกสำหรับบรรทุกตู้สินค้าเปล่าไปส่งตามลานตู้สินค้าเปล่าโดยรอบพื้นที่ของท่าเรือแหลมฉบัง เพื่อนำไปใช้บรรจุสินค้าต่อไป



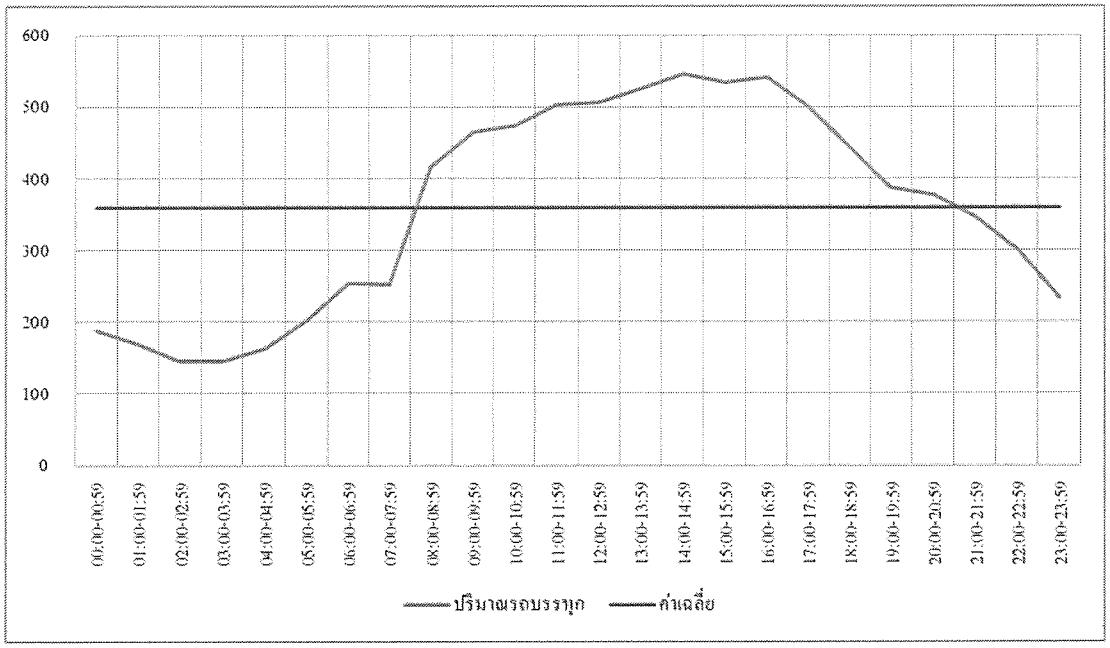
ภาพที่ 4-3 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 3 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)



ภาพที่ 4-4 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 4 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)

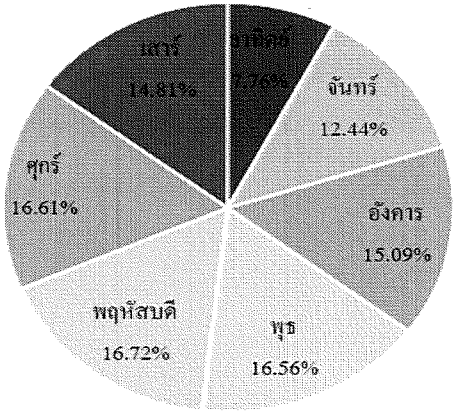
จากภาพที่ 4-2 และ 4-3 แสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบ 3 และ 4 เปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง) พบว่า ค่าเฉลี่ยรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลม

ฉบังผ่านทางประตูตรวจสอบ 3 เท่ากับ 159.42 คัน/ ชั่วโมง ปริมาณสูงสุดในช่วง 16:00 ถึง 16:59 222 คัน/ ชั่วโมง ต่ำสุดในช่วง 02:00 ถึง 02:59 ปริมาณ 85 คัน/ ชั่วโมง ในส่วนประตูตรวจสอบ 4 ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 50.42 คัน/ ชั่วโมง ปริมาณสูงสุดในช่วง 16:00 ถึง 16:59 ปริมาณ 89 คัน/ ชั่วโมง ต่ำสุดในช่วง 03:00 ถึง 03:59 ปริมาณ 18 คัน/ ชั่วโมงเนื่องจากประตูตรวจสอบ 3 และ 4 นั้น ให้บริการรถบรรทุกตู้สินค้าหนักสำหรับกิจกรรมการส่งออกเท่านั้นดังนั้นพฤติกรรมการเข้าใช้บริการ นั้น จะเริ่มจากผู้ประกอบการขนส่งจะต้องนำตู้สินค้าเปล่าออกจากลานตู้สินค้าเปล่าตามที่ลูกค้ากำหนด โดยมากลานตู้สินค้าเปล่าจะเปิดทำการเวลา 08:00 ถึง 17:00 ซึ่งผู้ประกอบการขนส่งจะต้องไปที่ลานตู้สินค้าเปล่าในช่วงเช้าเพื่อนำตู้เปล่าไปบรรจุสินค้า ณ สถานประกอบการของลูกค้า ซึ่งโดยมากจะเป็นโรงงานอุตสาหกรรมในภาคตะวันออก โดยใช้เวลาประมาณ 2 ถึง 5 ชั่วโมงจากลานตู้สินค้าเปล่าถึงโรงงานอุตสาหกรรมแล้วแต่ระยะทาง เมื่อรถบรรทุกถึงที่โรงงานอุตสาหกรรมก็ต้องรอลูกค้าทำการบรรจุสินค้าเข้าตู้สินค้า โดยจะใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 3 ชั่วโมง แล้วแต่ประเภทสินค้าและความยากง่ายในการบรรจุ หลังจากนั้นรถบรรทุกก็จะนำตู้สินค้าหนักที่บรรจุเรียบร้อยแล้วมาส่งที่ท่าเรือแหลมฉบัง โดยใช้เวลารวมทั้งหมดประมาณ 6 ถึง 12 ชั่วโมง เป็นเหตุให้ปริมาณรถบรรทุกสูงมากในช่วง 11:00 ถึง 21:59



ภาพที่ 4-5 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบทั้งหมด เปรียบเทียบกับ ค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง)

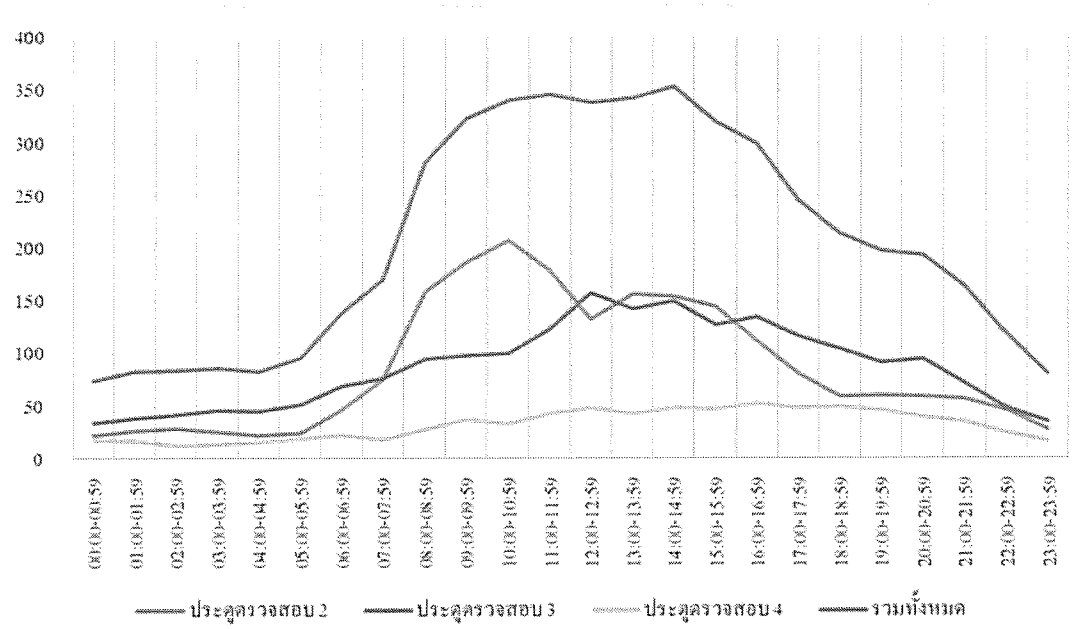
จากภาพที่ 4-5 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือทางประตูตรวจสอบทั้งหมดเปรียบเทียบกับค่าเฉลี่ย (คัน/ ชั่วโมง) พบว่า ค่าเฉลี่ยรถบรรทุกที่เข้ามาใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง เท่ากับ 359.46 คัน/ ชั่วโมง ปริมาณสูงสุดในช่วง 14:00 ถึง 14:59 546 คัน/ ชั่วโมง ต่ำสุดในช่วง 02:00 ถึง 02:59 ปริมาณ 145 คัน/ ชั่วโมง



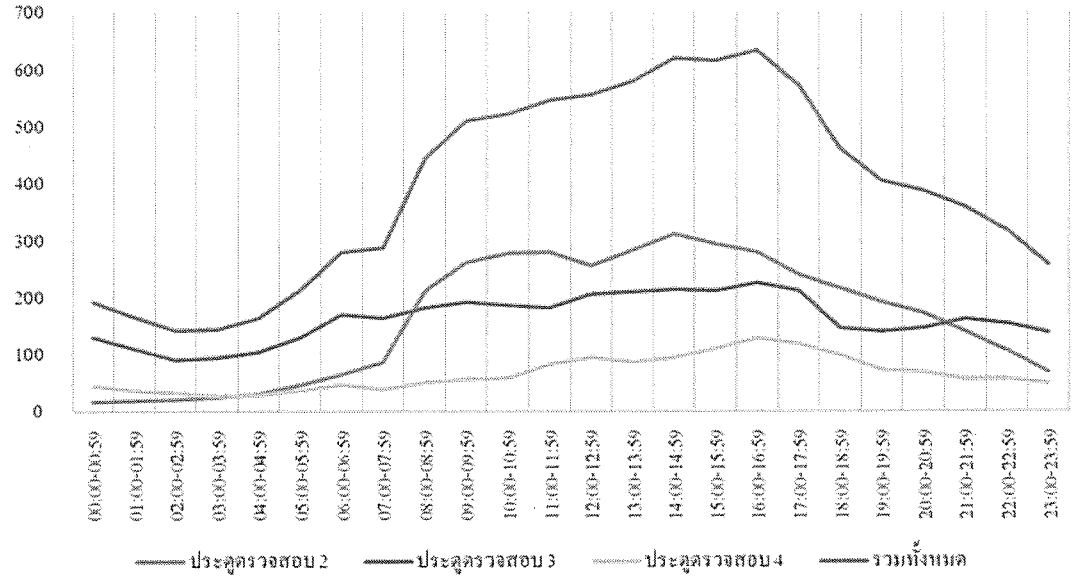
ภาพที่ 4-6 แผนภูมิแสดงสัดส่วนโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกเข้าใช้บริการในแต่ละวันของสัปดาห์

จากภาพที่ 4-6 แสดงสัดส่วนโดยเฉลี่ยของรถบรรทุกเข้าใช้บริการในแต่ละวันของสัปดาห์ พบว่าปริมาณรถบรรทุกที่เข้าใช้ในวันพฤหัสบดีมีปริมาณรถบรรทุกเข้ามาใช้บริการหนาแน่นที่สุด คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 16.72 และในวันอาทิตย์มีปริมาณรถบรรทุกเข้ามาใช้บริการเบาบางที่สุด ร้อยละ 7.76 ของปริมาณรถบรรทุกเฉลี่ยทั้งสัปดาห์ โดยช่วงวันที่มีปริมาณรถบรรทุกหนาแน่นนั้นอยู่ในช่วงวัน พุธ ถึง วันศุกร์ เนื่องจากเรือสินค้าจะเทียบท่าเรือแหลมฉบังปริมาณมากในช่วงวัน พฤหัส ถึง เสาร์ โดยตู้สินค้าส่วนมากจะถูกขนถ่ายมา ณ ท่าเทียบเรือ เพื่อรอการส่งออกต่อไป ในขณะเดียวกันในช่วงวัน พฤหัส ถึง เสาร์ ก็จะมีปริมาณตู้สินค้านำเข้าจำนวนมากเพื่อรอการขนส่งเข้าภายในประเทศ

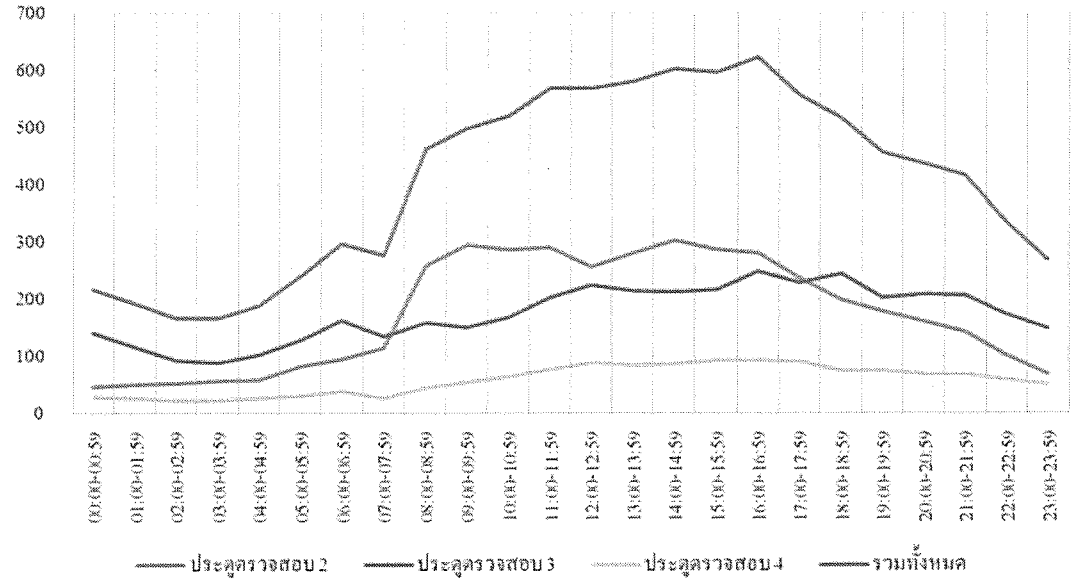
ภาพแสดงปริมาณรถบรรทุกแยกตามประตูตรวจสอบทั้ง 3 ประตูที่เข้าใช้บริการในแต่ละวันโดยเส้นสีน้ำเงินคือปริมาณรถบรรทุกที่ผ่านเข้าประตูตรวจสอบ 2 สีแดงคือปริมาณรถบรรทุกที่ผ่านเข้าประตูตรวจสอบ 3 สีเขียวปริมาณรถบรรทุกที่ผ่านเข้าประตูตรวจสอบ 4 และสีม่วง คือปริมาณรถบรรทุกผ่านประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่งดังภาพต่อไปนี้



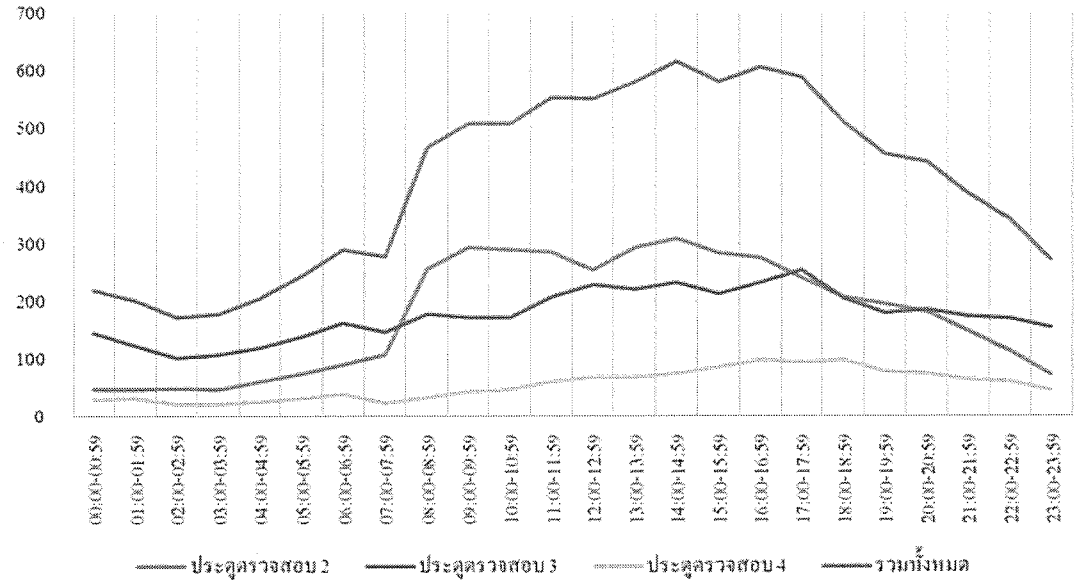
ภาพที่ 4-7 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันอาทิตย์



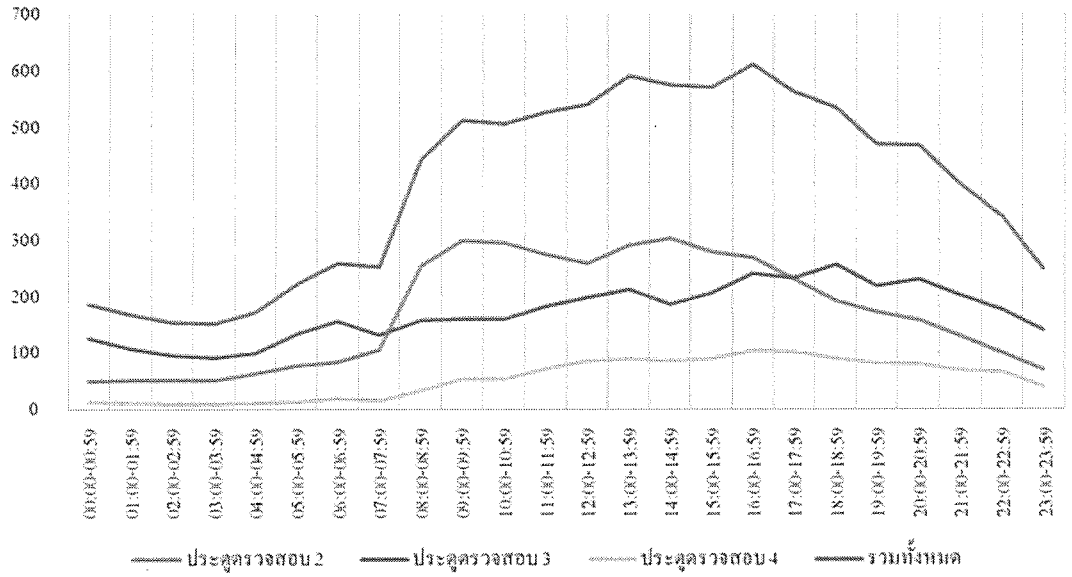
ภาพที่ 4-8 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันจันทร์



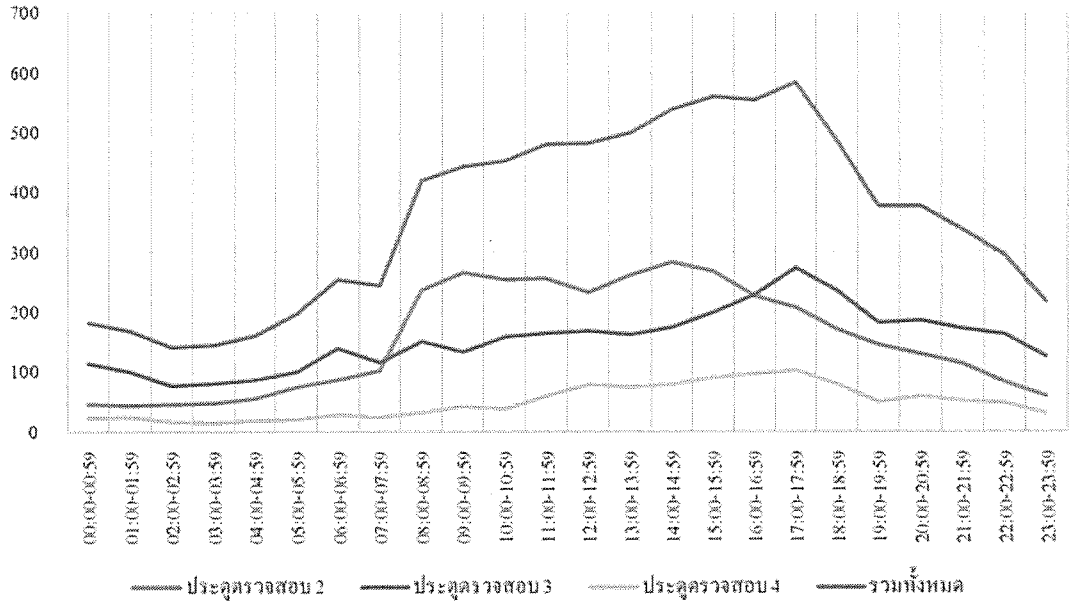
ภาพที่ 4-9 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันอังคาร



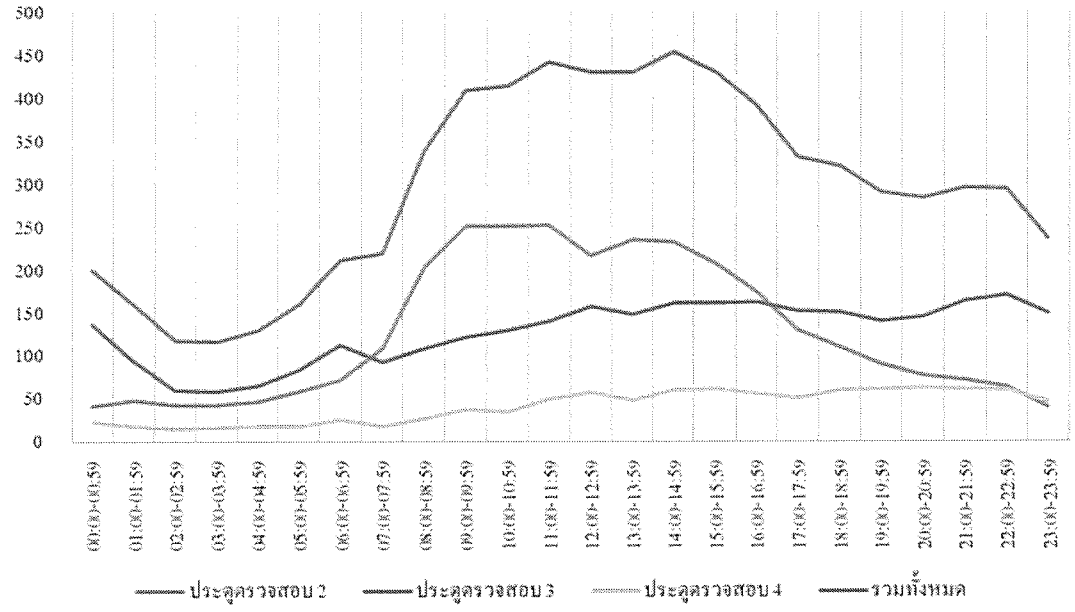
ภาพที่ 4-10 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันพุธ



ภาพที่ 4-11 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันพฤหัสบดี



ภาพที่ 4-12 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันศุกร์



ภาพที่ 4-13 แผนภูมิแสดงปริมาณรถบรรทุกผ่านท่าเทียบเรือเปรียบเทียบประตูตรวจสอบทั้ง 3 แห่ง (คัน/ ชั่วโมง) เฉลี่ยในวันเสาร์

จากการวิเคราะห์พบว่าในแต่ละช่วงเวลาของวันนั้น มีปริมาณรถบรรทุกเข้ามาใช้บริการไม่เท่ากันและนอกจากนี้ในแต่ละวันของสัปดาห์ก็มีปริมาณที่แตกต่างกันมากเช่นเดียวกันอาทิเช่น ภาพที่ 4-4 แสดงถึงความต้องการใช้สิ่งอำนวยความสะดวกของท่าเรือแหลมฉบังสูงที่สุดในช่วง 14.00-16.59 โดยมีปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการพร้อมกัน **มากกว่า 530 เที่ยวต่อชั่วโมง** ในขณะที่ช่วงเวลา 02.00-03.59 มีปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการต่ำที่สุด คือ **น้อยกว่า 150 เที่ยวต่อชั่วโมง** เมื่อพิจารณาข้อมูลทั้งหมดพบว่าช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการสูงที่สุด (Peak Period) นั้นมีค่าสูงกว่าช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการต่ำที่สุด (Off Peak Period) มากกว่าร้อยละ 250 หรือ 2.5 เท่าตัว และสูงกว่าค่าเฉลี่ยกว่าร้อยละ 47 ซึ่ง **แสดงว่าในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้บริการสูงนั้นมีความหนาแน่นเกินกว่าที่สิ่งอำนวยความสะดวกของท่าเรือแหลมฉบังรวมถึงผู้ประกอบการท่าเทียบเรือจะสามารถรองรับได้** ก่อให้เกิดการจราจรติดขัด การรอคอยของผู้ใช้บริการเป็นระยะเวลานานรวมถึงต้นทุนของผู้ประกอบการขนส่งที่สูงขึ้น การเกิดอุบัติเหตุเนื่องจากการจราจรหนาแน่นประกอบกับช่วงเวลาเริ่มและเลิกงานของพนักงานที่ทำงานภายในบริเวณท่าเรือแหลมฉบังรวมถึงการนิคมอุตสาหกรรมด้วย การปล่อยก๊าซเรือนกระจกเนื่องจากรถบรรทุกต้องติดเครื่องยนต์ต่อเนื่องเป็นเวลานานโดยไม่จำเป็น ในทางกลับกันในช่วงเวลาที่มีปริมาณการเข้าใช้

บริการต่ำนั้น ทำให้พบว่าใช้สิ่งอำนวยความสะดวกและบุคคลากรได้ไม่เต็มประสิทธิภาพไม่เกิดความคุ้มค่าในเชิงเศรษฐศาสตร์

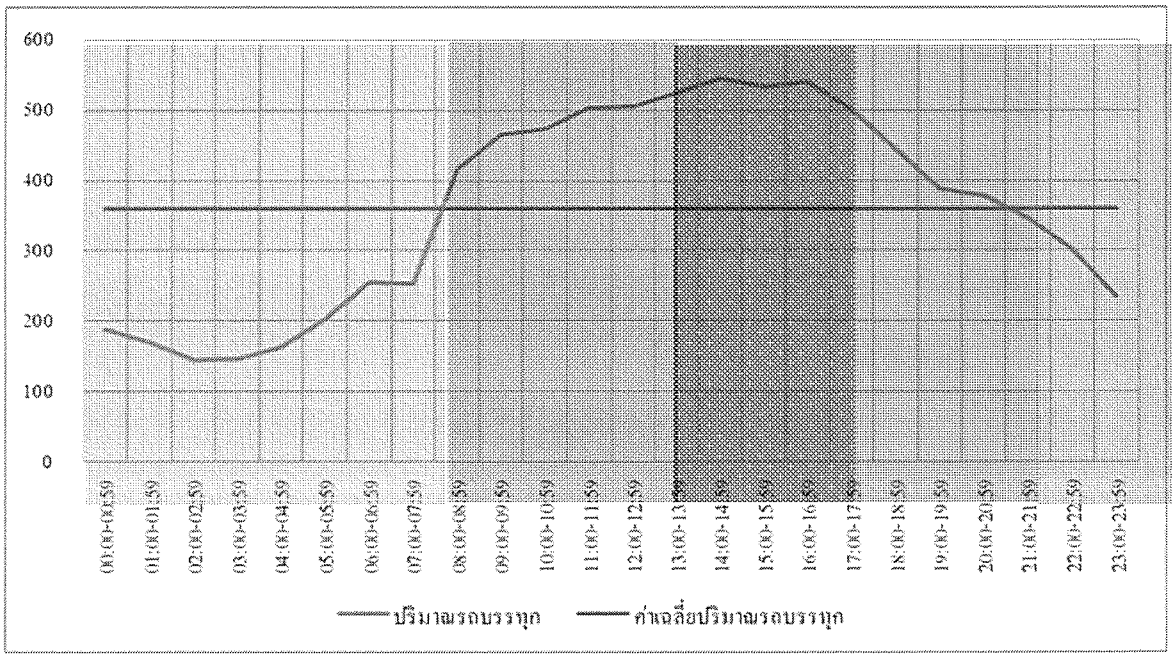
จากการสร้างแบบจำลองระบบแถวคอย M/M/C Queue และทำการแทนค่า พบว่าเมื่อทำการคำนวณตามแบบจำลองดังกล่าวจะพบว่า **ค่าเฉลี่ยของการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับ 1:02 ชั่วโมง** (หนึ่งชั่วโมงสองนาที) จากข้อมูลค่าเฉลี่ยของปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังทั้งหมดตามตารางที่ 4-1 ซึ่งหากทำการแทนค่าในแบบจำลองของแต่ละวันในสัปดาห์จะได้ผลตามตารางที่ 4-2 ต่อไปนี้

ตารางที่ 4-2 การประมาณระยะเวลาที่รถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังในแต่ละวันของสัปดาห์

จุด/ วัน	อาทิตย์	จันทร์	อังคาร	พุธ	พฤหัส	ศุกร์	เสาร์	ค่าเฉลี่ย
ประตู 2	00:01	00:11	00:32	00:27	00:05	00:14	00:06	00:06
ประตู 3	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01
ประตู 4	00:02	00:28	00:17	00:24	00:20	00:11	00:03	00:15
เดินทาง 1	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10
A0	00:15	00:35	00:32	00:27	00:30	00:20	00:15	00:19
A2	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15
A3	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15
B1	00:13	01:13	00:45	01:11	00:50	00:59	00:23	00:43
B2	00:16	00:38	01:15	00:54	00:52	00:58	00:21	00:36
B3	00:15	00:34	00:42	00:40	00:41	00:32	00:17	00:40
B4	00:11	00:29	00:34	00:26	00:53	00:40	00:24	00:34
B5	00:17	00:58	01:12	01:08	01:35	01:00	00:35	00:53
C1-2	00:12	00:27	00:30	00:25	00:32	00:25	00:14	00:21
C3	00:17	00:58	01:12	01:08	01:35	01:00	00:35	00:53
เดินทาง 2	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10
เวลารวม	**00:35**	**01:14**	**01:22**	**01:20**	**01:20**	**01:10**	**00:45**	**01:02**

จากตารางที่ 4-2 พบว่า ในแต่ละวันของสัปดาห์นั้นมีค่าเฉลี่ยระยะเวลารอคอยที่แตกต่างกันเนื่องจากปริมาณการเข้าใช้บริการและรูปแบบการเข้าใช้บริการในแต่ละวันที่หลากหลาย

กำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามการเข้าใช้บริการตามช่วงเวลาแบ่งตามความหนาแน่นของปริมาณรถบรรทุกเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง **โดยใช้หลักเกณฑ์ว่าหากพบว่าช่วงเวลาใดมีปริมาณรถบรรทุกต่ำกว่าค่าเฉลี่ยการเข้าใช้บริการ จะปรับอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะจากราคาปกติ 100 บาท ลดลงเป็น 60 บาท หากพบว่ามีปริมาณรถบรรทุกสูงเกินกว่าค่าเฉลี่ยจะทำการปรับอัตราเป็น 120 บาท และช่วงเวลาที่มีรถบรรทุกเข้าใช้บริการสูงที่สุด 4 ช่วงเวลาจะทำการปรับราคาเป็น 150 บาท** ตามตารางแสดงอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าที่เรียกเก็บตามแต่ละช่วงเวลาเพื่อเป็นการควบคุมปริมาณรถบรรทุกที่เข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ดังตารางและแผนภูมิต่อไปนี้



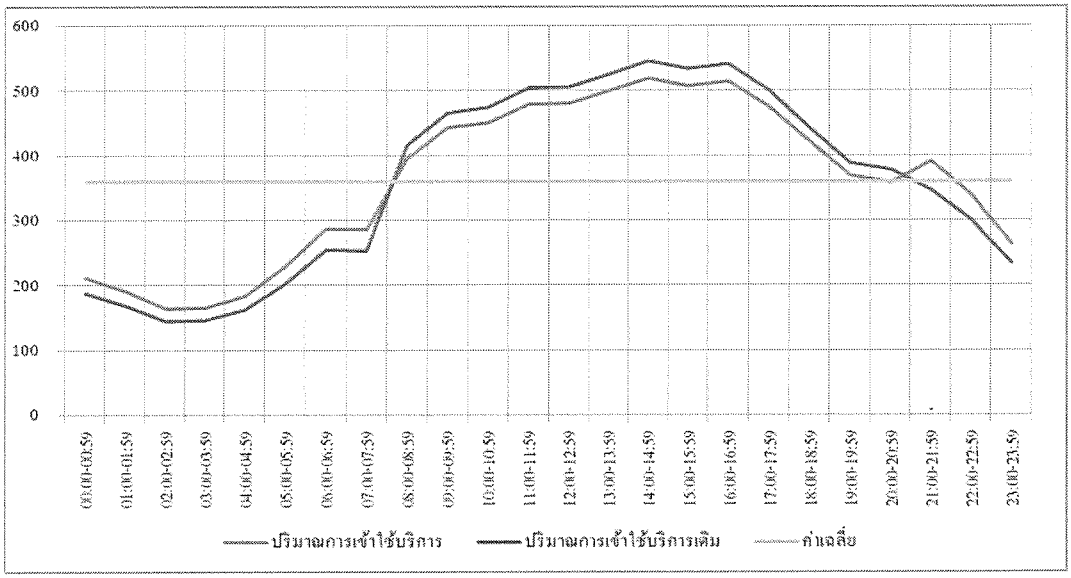
ภาพที่ 4-14 ช่วงเวลา Super Peak Period/ Peak Period และ Off Peak Period

ซึ่งเป็นหลักเกณฑ์ในการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าที่แตกต่างกัน โดยกำหนดเป็นสีแดงเข้ม คือ Super Peak Period แดงอ่อน คือ Peak Period และ สีเขียว คือ Off Peak Period

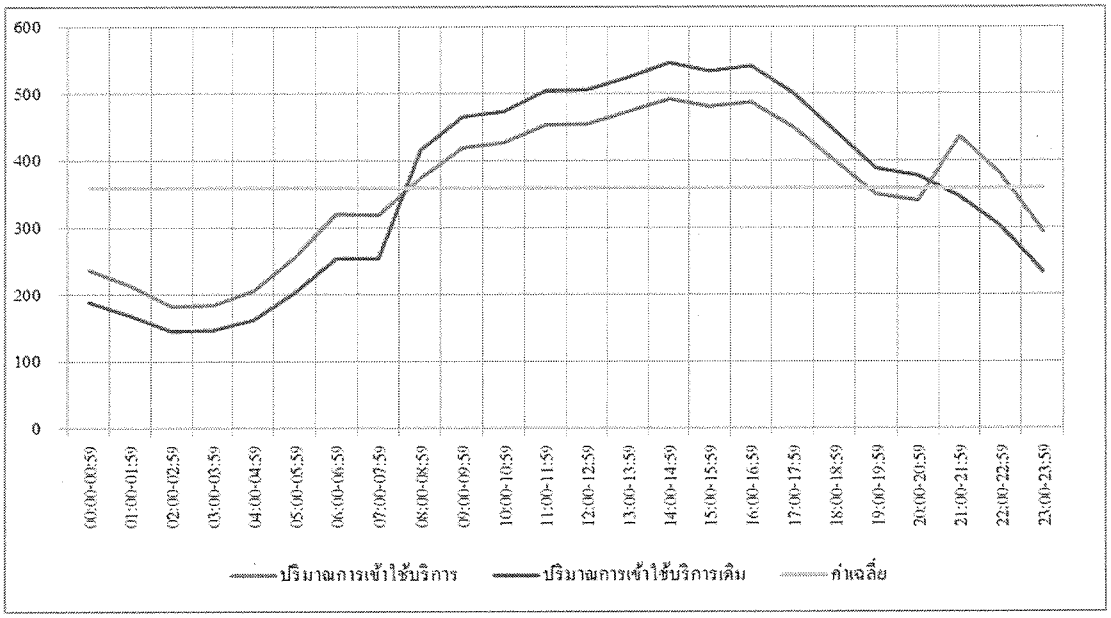
ตารางที่ 4-3 แนวทางการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังในช่วงเวลาต่าง ๆ

ช่วงเวลา	ค่าภาระที่เรียกเก็บ
00:00-00:59	60
01:00-01:59	60
02:00-02:59	60
03:00-03:59	60
04:00-04:59	60
05:00-05:59	60
06:00-06:59	60
07:00-07:59	60
08:00-08:59	120
09:00-09:59	120
10:00-10:59	120
11:00-11:59	120
12:00-12:59	120
17:00-17:59	120
18:00-18:59	120
19:00-19:59	120
20:00-20:59	120
21:00-21:59	60
22:00-22:59	60
23:00-23:59	60

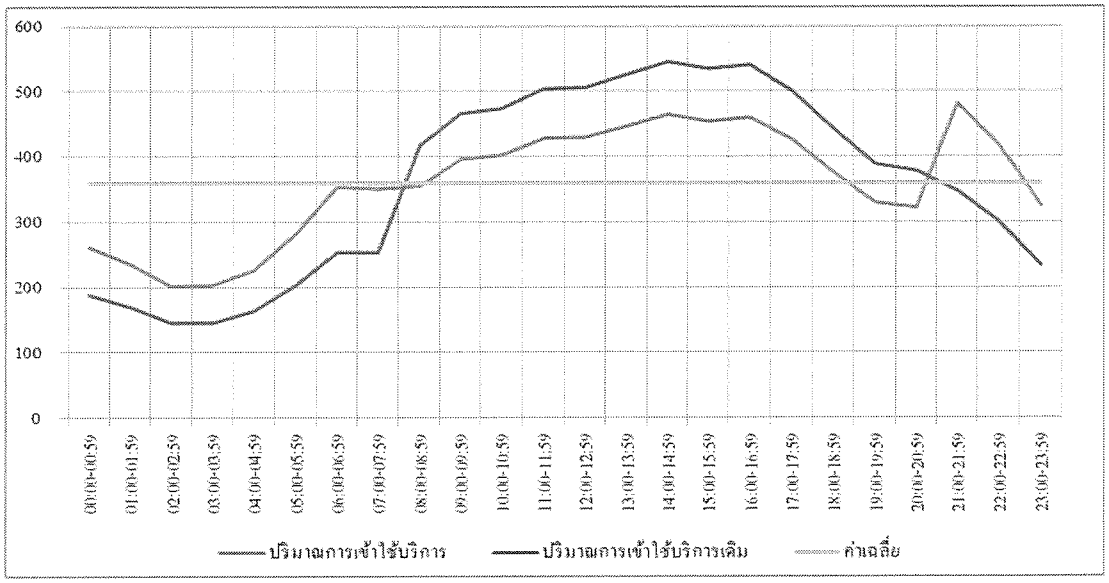
จำลองสถานการณ์เพื่อประเมินประสิทธิภาพของการกำหนดค่าภาระการเข้าใช้บริการ แสดงดังภาพและตาราง ต่อไปนี้



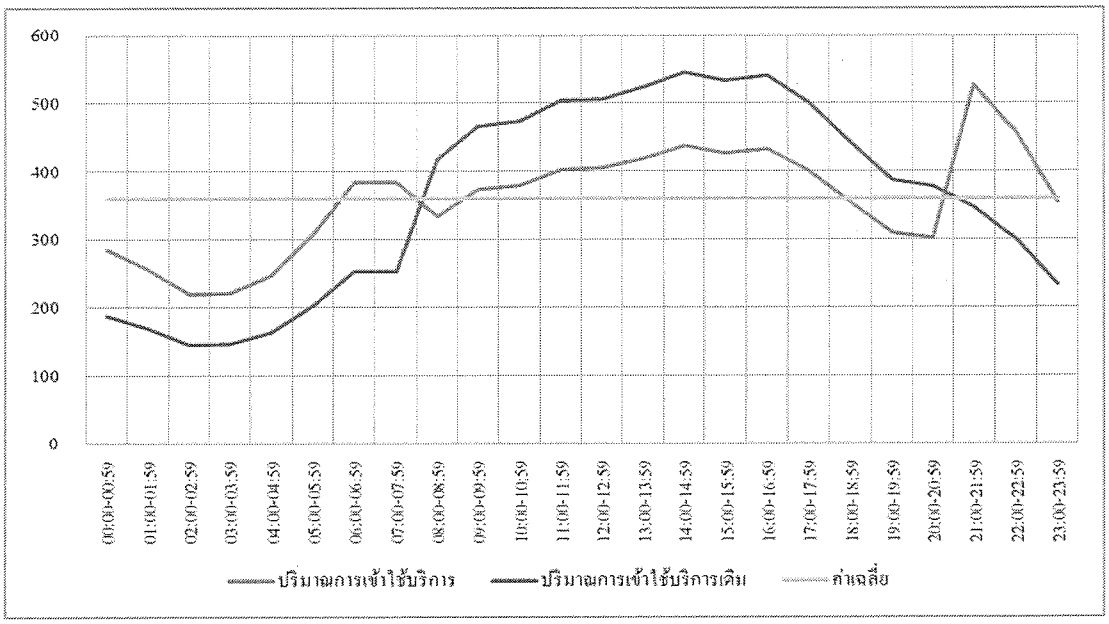
ภาพที่ 4-15 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 5



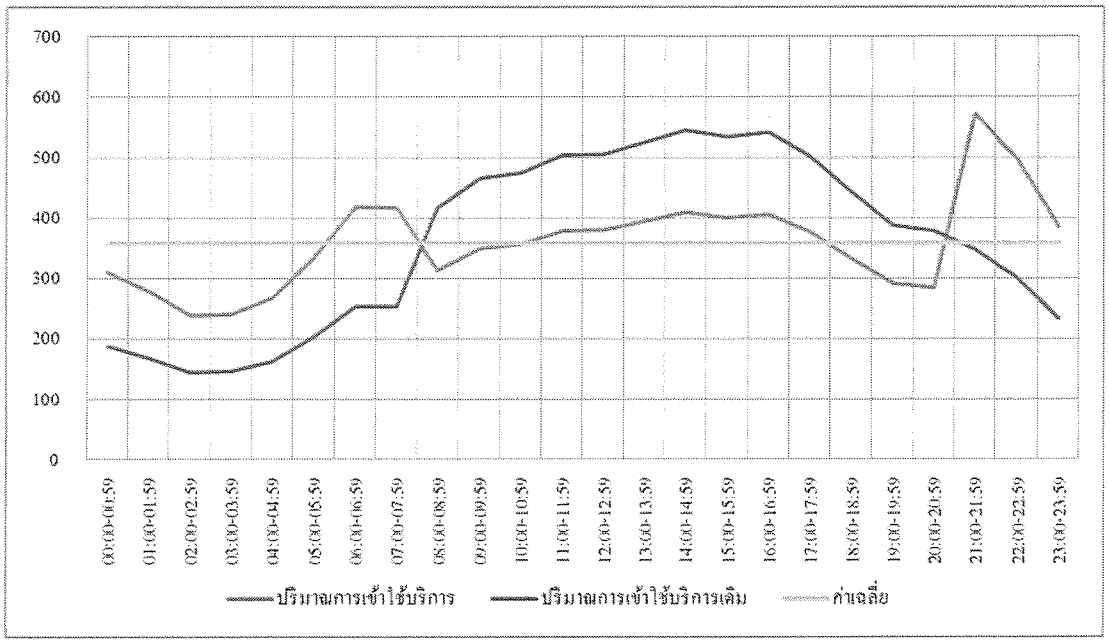
ภาพที่ 4-16 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 10



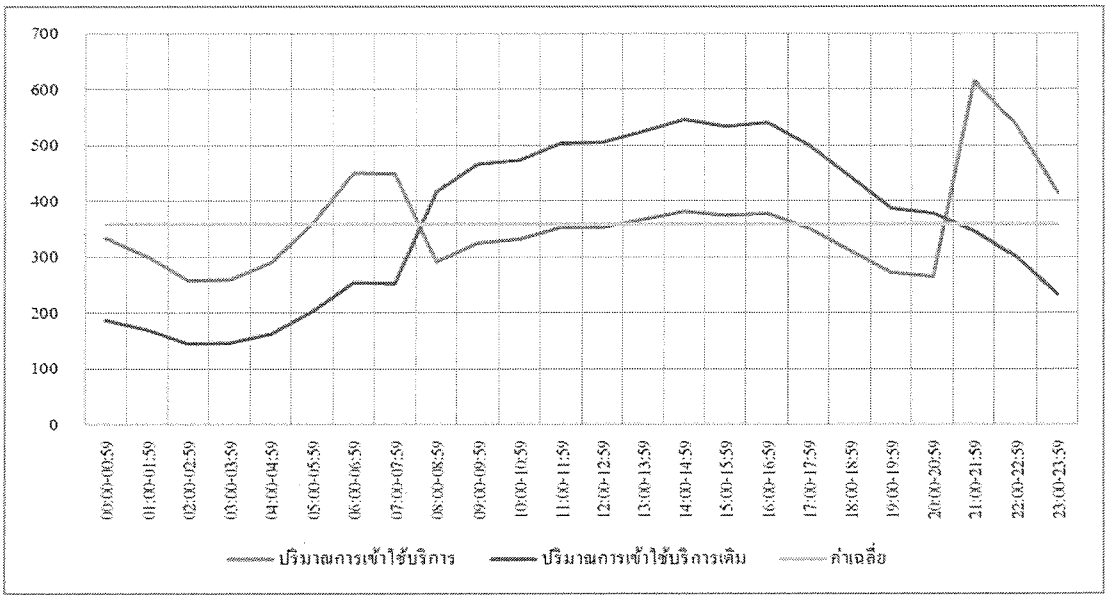
ภาพที่ 4-17 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 15



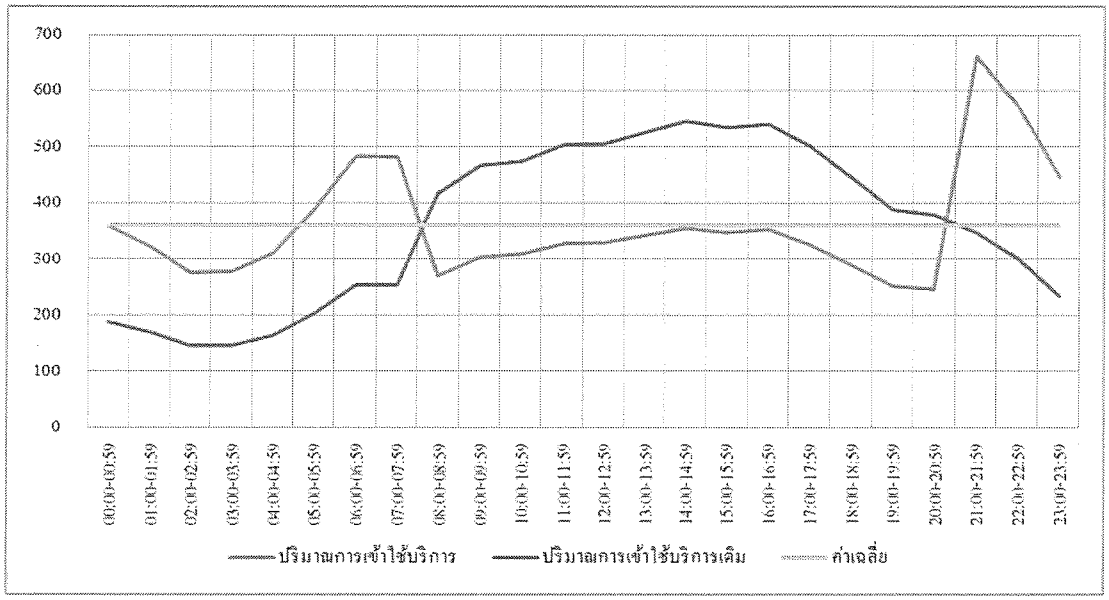
ภาพที่ 4-18 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 20



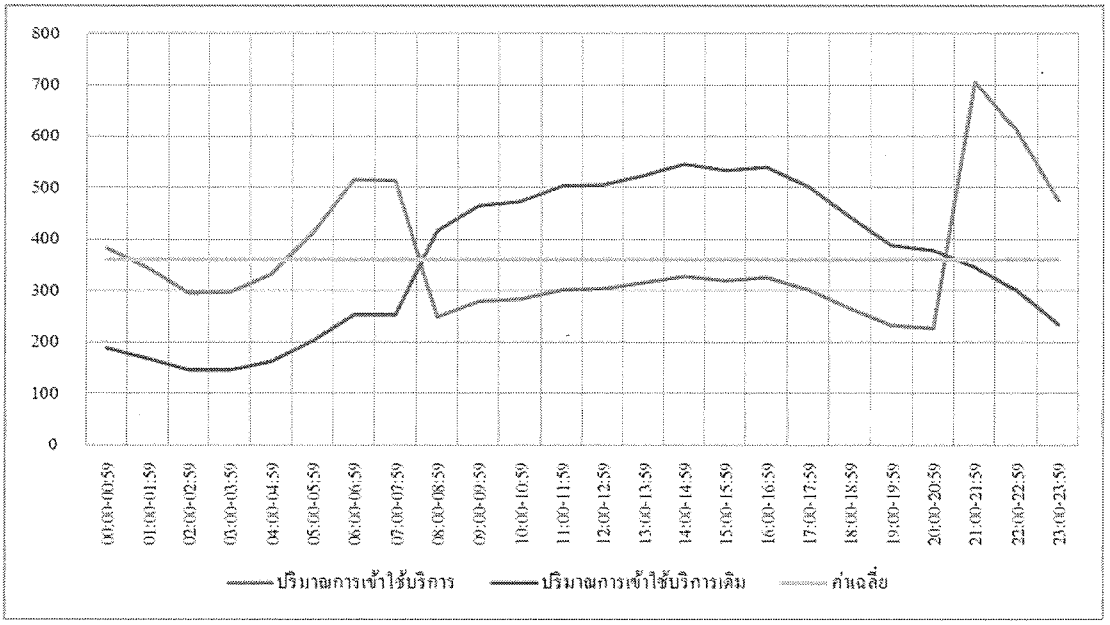
ภาพที่ 4-19 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 25



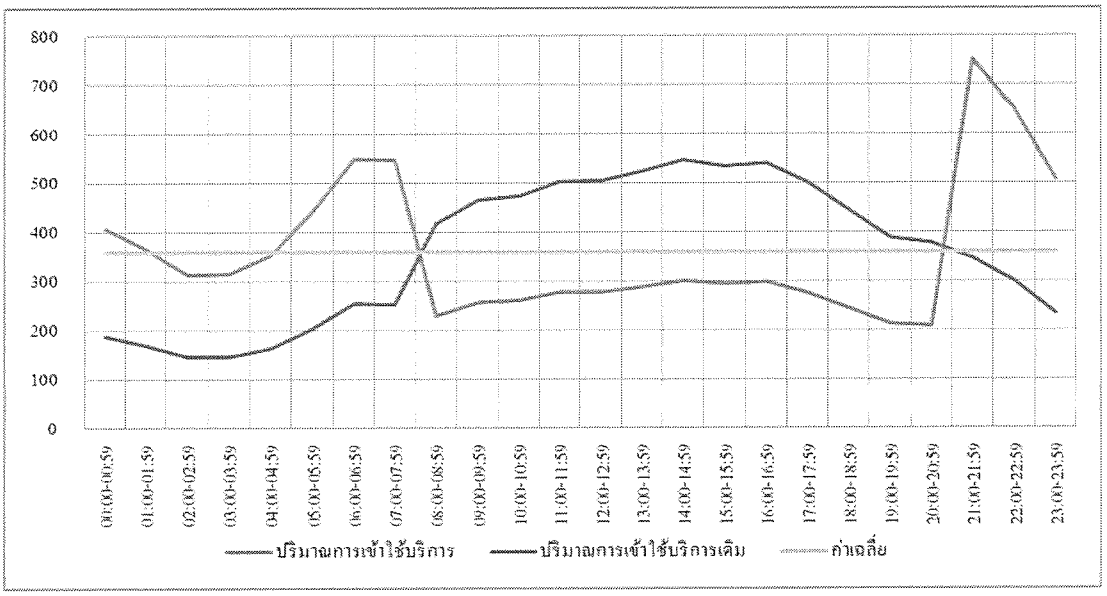
ภาพที่ 4-20 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 30



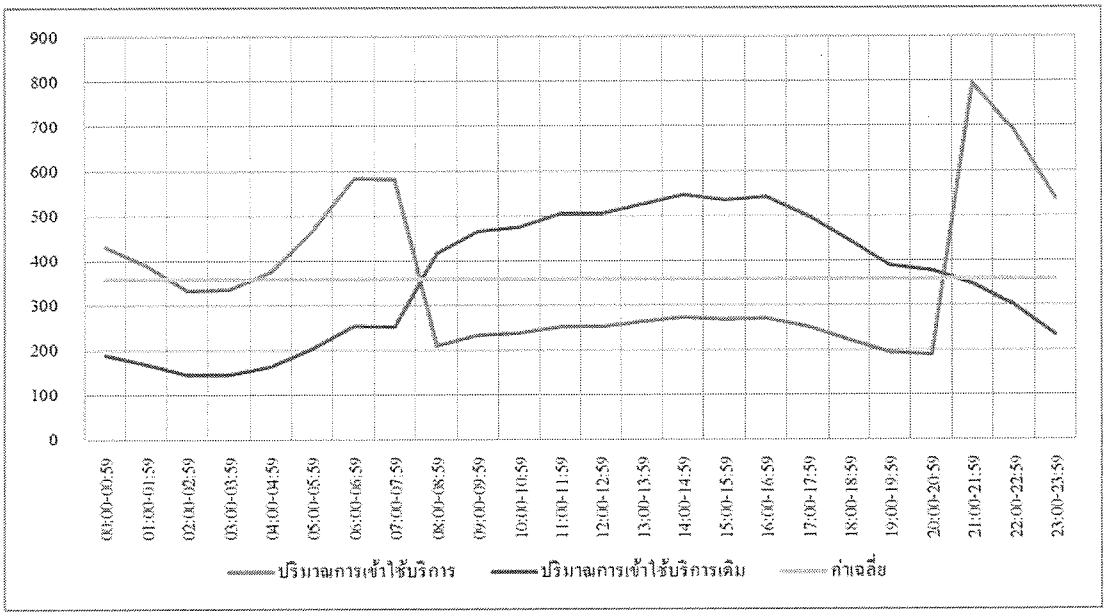
ภาพที่ 4-21 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 35



ภาพที่ 4-22 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 40



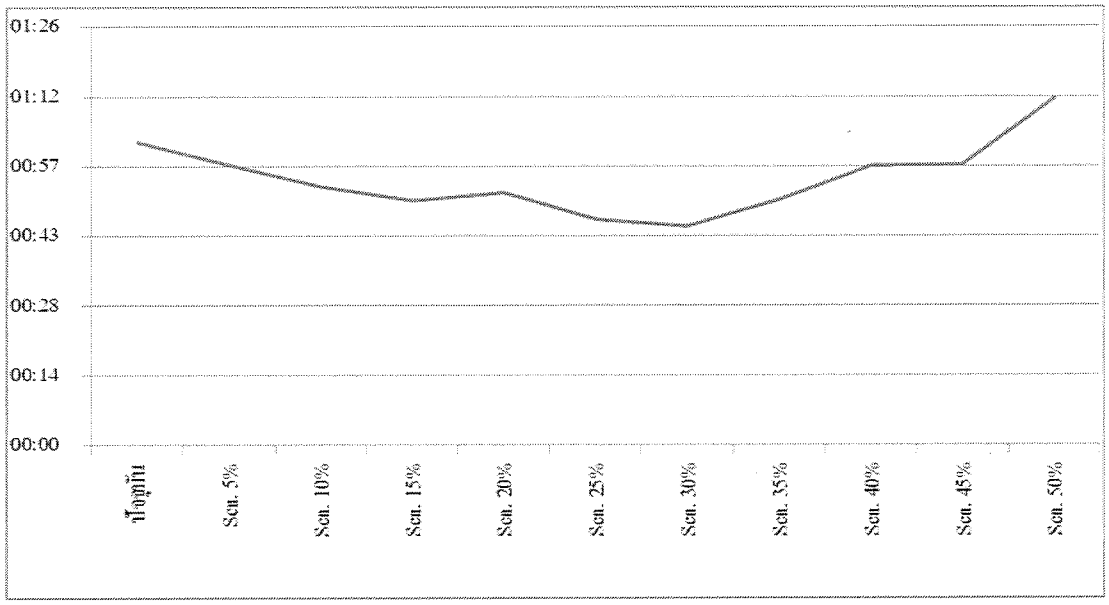
ภาพที่ 4-23 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 45



ภาพที่ 4-24 แผนภูมิแสดงผลกระทบจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ร้อยละ 50

ตารางที่ 4-4 เวลาที่รถบรรทุกใช้ในการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังจากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ต่าง ๆ

จุด/ วัน	ปัจจุบัน	Scn. 5%	Scn. 10%	Scn. 15%	Scn. 20%	Scn. 25%	Scn. 30%	Scn. 35%	Scn. 40%	Scn. 45%	Scn. 50%
ประตู 2	00:06	00:02	00:01	00:01	00:01	00:05	00:02	00:09	00:02	00:02	00:05
ประตู 3	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01	00:01
ประตู 4	00:15	00:04	00:03	00:03	00:03	00:03	00:05	00:05	00:06	00:06	00:15
เดินทาง 1	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10
A0	00:19	00:17	00:16	00:16	00:16	00:17	00:24	00:20	00:26	00:26	00:23
A2	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:17
A3	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15	00:15
B1	00:43	00:37	00:47	00:30	00:24	00:25	00:29	00:28	00:20	00:20	00:28
B2	00:36	00:46	00:32	00:33	00:28	00:24	00:23	00:30	00:44	00:46	00:48
B3	00:40	00:26	00:20	00:19	00:20	00:19	00:25	00:42	00:24	00:24	00:50
B4	00:34	00:42	00:35	00:31	00:42	00:23	00:18	00:18	00:39	00:39	00:40
B5	00:53	00:48	00:40	00:46	00:55	00:34	00:27	00:27	00:57	00:57	01:38
C1-2	00:21	00:28	00:23	00:18	00:15	00:17	00:15	00:21	00:24	00:24	00:18
C3	00:53	00:48	00:40	00:46	00:55	00:34	00:27	00:27	00:57	00:57	01:38
เดินทาง 2	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10	00:10
เวลารวม	**01:02**	**00:57**	**00:53**	**00:50**	**00:52**	**00:46**	**00:45**	**00:50**	**00:57**	**00:57**	**01:11**



ภาพที่ 4-25 แผนภูมิแสดงเวลาที่รถบรรทุกใช้จากการปรับอัตราค่าภาระการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบัง ต่ออุปสงค์ต่าง ๆ

จากตารางที่ 4-4 และ ภาพที่ 4-24 พบว่า ผลกระทบจากการปรับอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามช่วงเวลาต่อปริมาณ **การเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังที่เหมาะสมที่สุดอยู่ที่ช่วงร้อยละ 30 ซึ่งจะทำให้เวลาการใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังโดยรวมอยู่ที่ 45 นาที หรือลดลงจากปัจจุบันประมาณร้อยละ 27**

เสนอแนวทางการแก้ไขปัญหาระยะยาว

การประยุกต์ใช้แนวทางการกำหนดอัตราค่าธรรมเนียมยานพาหนะผ่านท่าตามการเข้าใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังตามช่วงเวลา นั้นไม่เพียงพอที่จะแก้ไขปัญหาการจราจรติดขัดได้อย่างยั่งยืน จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีสารสนเทศต่าง ๆ เข้ามาช่วยทำให้ระบบทำงานได้อย่างสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งระบบต่าง ๆ ที่จะเข้ามาช่วยสนับสนุนแนวคิดมีดังต่อไปนี้

ระบบการแจ้งข้อมูลล่วงหน้า (Truck Pre Arrival Notification)

คือ การเปิดช่องทางให้ผู้ใช้บริการได้มีโอกาสส่งข้อมูลให้แก่ท่าเรือล่วงหน้าถึงช่วงเวลาที่ผู้ขนส่งต้องการเข้ามาใช้บริการ โดยในทางปฏิบัติจะให้มีการแบ่งออกเป็น 4 ช่วงเวลาในแต่ละวัน คือเริ่มตั้งแต่ 00.00-05.59, 06.00-11.59, 12.00-17.59 และ 18.00-23.59 สาเหตุของการแบ่งช่วงเวลาการส่งข้อมูลออกเป็นช่วงเวลานั้นเนื่องจากว่าการขนส่งตู้สินค้านั้นมีขั้นตอนหลายกระบวนการเริ่มตั้งแต่การรับตู้สินค้าเปล่าจากลานวางตู้สินค้าเปล่า (Empty Container Depot) ไปจนถึงช่วงเวลาการเดินทางจากลานตู้สินค้าเปล่าไปจนถึงโรงงานเพื่อบรรจุตู้ซึ่งในแต่ละกิจกรรมนั้นมีระยะเวลาการรอคอยที่ไม่แน่นอนจึงไม่สามารถที่จะระบุช่วงเวลาการการแจ้งเตือนเป็นรายชั่วโมงได้ แต่หากระบุเป็นช่วงเวลาเป็น 4 ช่วงเวลาของวันจะช่วยให้เกิดความยืดหยุ่นแก่ผู้ใช้ระบบ ประโยชน์ของระบบนี้คือช่วยให้ท่าเรือรวมถึงผู้ประกอบการท่าเทียบเรือทราบข้อมูลล่วงหน้าของปริมาณรถบรรทุกที่กำลังจะเข้ามาใช้บริการเพื่อที่จะได้ทำการจัดเตรียมทรัพยากรการให้บริการให้สอดคล้องกับปริมาณความต้องการในแต่ละวันและช่วงเวลาของวัน ช่วยลดความสูญเสียของผู้ประกอบการท่าเทียบเรือจากการเตรียมเครื่องมือ และแรงงานคนที่มากเกินไปจนเกิดความสูญเสีย และไม่คุ้มค่า (Underutilization) และในทางกลับกันก็ช่วยป้องกันไม่ให้เกิดการจัดเตรียมเครื่องมือ และแรงงานคนที่น้อยเกินไปจนก่อให้เกิดปัญหาคอขวด (Bottleneck) สำหรับข้อมูลที่ผู้ประกอบการขนส่งจะต้องส่งให้ท่าเรือแหลมฉบังได้แก่

1. ข้อมูลหมายเลขทะเบียนรถ
2. ข้อมูลบริษัทขนส่ง
3. ข้อมูลช่วงเวลาที่จะเข้าใช้บริการ
4. ข้อมูลสถานะของสินค้า (นำเข้า-ส่งออก)

5. ข้อมูลท่าเทียบเรือที่จะเข้าใช้บริการ

6. ข้อมูลปริมาณรถสินค้าที่จะเข้าใช้บริการ

7. ข้อมูลหมายเลขตู้สินค้าที่จะเข้าไปรับมอบ-ส่งมอบ

เพื่อความสะดวกของผู้ใช้บริการจะมีการให้ผู้ใช้บริการทำการลงทะเบียนเพื่อเป็นสมาชิก และทำการส่งข้อมูลให้แก่ท่าเรือฯ ผ่าน Web Application กำหนดเวลาการส่งข้อมูลนั้นให้ทำการส่งข้อมูลล่วงหน้า 1 วันหลังจากนั้นข้อมูลจะไหลเข้าสู่ระบบฐานข้อมูลของท่าเรือฯ ซึ่งผู้ประกอบการท่าเทียบเรือสามารถเข้าดูข้อมูลผ่านทางเว็บไซต์ของท่าเรือฯ เพื่อดึงดูดให้ผู้ใช้บริการเข้ามาให้ข้อมูลท่าเรือแหลมฉบังจะต้องเสนอลดราคาเข้าใช้บริการให้แก่ผู้ใช้บริการที่ส่งข้อมูลล่วงหน้าด้วย ซึ่งเป็นประโยชน์ในการบริหารจัดการได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบ CCTV

ระบบ CCTV เพื่อการตรวจสอบปริมาณรถบรรทุก ณ จุดต่าง ๆ ในท่าเรือฯเป็นระบบสารสนเทศที่ช่วยให้ผู้ใช้บริการท่าเรือแหลมฉบังสามารถตรวจสอบได้ตลอดเวลาถึงปริมาณรถบรรทุก ณ จุดต่าง ๆ ในท่าเรือฯ เพื่อให้ผู้ประกอบการขนส่งคาดเดาได้ล่วงหน้าถึงช่วงเวลาที่เหมาะสมที่จะเข้าใช้บริการ

การกำกับดูแล

การกำกับดูแล การให้บริการของผู้ประกอบการท่าเทียบเรือ เนื่องจากมีการกล่าวถึงระบบแจ้งเตือนล่วงหน้าและยังทำการส่งผ่านข้อมูลเพื่อให้ผู้ประกอบการท่าเทียบเรือสามารถจัดเครื่องมือและแรงงานได้อย่างเหมาะสมกับปริมาณผู้ใช้บริการที่จะเข้าใช้บริการในช่วงเวลาต่าง ๆ ดังนั้นเพื่อการกำกับดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ ท่าเรือแหลมฉบังจำเป็นต้องกำหนด KPI ในเรื่องของการวัดระยะเวลาการรอคอยภายนอกท่าเทียบเรือโดยจะต้องไม่ให้ผู้ใช้บริการรอคอยเกินกว่า 15 นาที จึงจะเป็นการกำกับดูแลอย่างมีประสิทธิภาพ และเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

การควบคุม ตรวจสอบ และประเมินผล

เริ่มดำเนินโครงการมาได้ในระยะเวลาหนึ่ง ให้ทำการควบคุม ตรวจสอบ และประเมินผลอย่างต่อเนื่อง เพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการเพิ่มประสิทธิภาพ ลดเวลาการรอคอย ลดอุบัติเหตุ และการปล่อยก๊าซเรือนกระจก ของท่าเรือแหลมฉบัง

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

อภิปราย และสรุปผล

จากการประยุกต์ค่าธรรมเนียมการจราจรคับคั่งเพื่อลดปัญหาการจราจรติดขัดภายในท่าเรือแหลมฉบัง นั้น สามารถแก้ไขปัญหาตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ได้ โดยการใช้กลไกราคาเพื่อกระจายปริมาณผู้เข้าใช้บริการในช่วงเวลาต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้ลดเวลาการรอคอยของผู้เข้าใช้บริการ ลดค่าใช้จ่ายทางอ้อมที่เกิดจากการรอคอย เช่น ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าใช้จ่ายเกี่ยวเนื่องจากการซ่อมบำรุงเครื่องยนต์ ค่าเสียเวลา ค่าเสียโอกาส ค่าใช้จ่ายด้านบุคลากร ฯลฯ นอกจากนี้ยังเกิดประโยชน์ต่อสภาพแวดล้อมโดยรอบท่าเรือแหลมฉบัง เช่น ลดผลกระทบที่เกิดจากปัญหาการจราจรติดขัดที่ส่งผลกระทบต่อชุมชนบริเวณใกล้เคียง ลดมลภาวะทางเสียง ลดมลภาวะทางอากาศ และลดปริมาณการเกิดอุบัติเหตุอันเกิดจากความหนาแน่นของปริมาณรถในท่าเรือแหลมฉบัง

ผู้ศึกษาได้ทำการจำลองสถานการณ์ของปริมาณการเข้าใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลงไปทั้งหมด 10 สถานการณ์ ทำให้ทราบถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นจากเหตุการณ์ที่แตกต่างกันออกไป ถึงแม้ว่าปริมาณรถบรรทุกที่เข้าใช้บริการท่าเรือมีค่าเท่ากันในแต่ละสถานการณ์ที่ได้จำลอง แต่รูปแบบการเข้าใช้บริการมีผลอย่างมากต่อระยะเวลารอคอยเฉลี่ยโดยรวมของรถบรรทุก นอกจากนี้ผู้ศึกษายังได้นำเสนอระบบต่าง ๆ ที่จะนำมาช่วยสนับสนุนให้การควบคุมปริมาณรถบรรทุกที่เข้าใช้บริการท่าเรือมีประสิทธิภาพสูงมากขึ้นได้แก่ ระบบการแจ้งข้อมูลล่วงหน้า ซึ่งจะช่วยให้ผู้ให้บริการท่าเรือทราบถึงปริมาณรถบรรทุกที่จะเข้าใช้บริการในแต่ละช่วงเวลาของวัน ระบบ CCTV ที่มีการเผยแพร่ภาพผ่านเว็บไซต์ ช่วยให้ผู้ใช้บริการทราบถึงสภาพการจราจรภายในท่าเรือเพื่อช่วยตัดสินใจเข้าใช้บริการได้ง่ายยิ่งขึ้น การกำกับดูแล การให้บริการของผู้ประกอบการท่าเทียบเรือ ซึ่งเกี่ยงข้องกับการตรวจสอบสถิติ การกำหนด KPI เพื่อควบคุมผู้ให้บริการท่าเรือ

ข้อจำกัดของการทำวิจัย

การเก็บบันทึกข้อมูลสารสนเทศของท่าเรือแหลมฉบังยังไม่สามารถเชื่อมโยงข้อมูลทางสถิติเข้ากับส่วนงานต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับปัญหาได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และเข้าถึงได้ง่าย ทำให้ผู้ทำงานตัดสินใจล่าช้า และไม่มีประสิทธิภาพเท่าที่ควรในการแก้ไขปัญหาด้านต่าง ๆ เช่น การจราจรติดขัด ฯ ข้อมูลด้านสารสนเทศของท่าเรือแหลมฉบังนั้น ไม่ได้ถูกเก็บรวบรวมไว้ในระบบฐานข้อมูลที่สามารถเข้าถึงได้ง่ายทำให้ผู้ศึกษาประสบกับความยากลำบากและใช้เวลานานในการเก็บข้อมูลเพื่อนำมาประมวลผล

ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

ผู้ศึกษามีข้อเสนอแนะให้ท่าเรือแหลมฉบังสร้างระบบสารสนเทศที่สามารถเชื่อมโยงเข้ากับทุกส่วนงานทำให้ง่ายต่อการนำข้อมูลต่าง ๆ มาประมวลผลเพื่อการตัดสินใจทั้งในระดับปฏิบัติการ จนถึงระดับบริหารงาน ในส่วนของการศึกษาครั้งนี้เป็นการเสนอแนะแนวทางในการลดปัญหาการจราจรติดขัดและผลกระทบที่ตามมาด้วยการกระจายปริมาณผู้ใช้บริการไปยังช่วงเวลาที่มีผู้เข้าใช้บริการน้อยเพื่อลดการรอคอยและความสิ้นเปลืองต่าง ๆ แต่ในปริมาณของผู้ใช้บริการแต่ละรายนั้นมีวัตถุประสงค์ในการเข้าใช้บริการที่แตกต่างกัน เช่น ผู้ใช้บริการที่เข้ามาส่งตู้สินค้าส่งออก ผู้ใช้บริการที่เข้ามารับตู้สินค้านำเข้า ผู้ใช้บริการที่ติดปัญหา X-Ray ตู้สินค้า ผู้ใช้บริการที่เข้ามาขนถ่ายสินค้าทั่วไป รถยนต์ส่งออก รถยนต์ส่วนบุคคล ฯลฯ ซึ่งทั้งหมดนี้มีผลต่อระยะเวลาการเข้าใช้บริการแต่ละครั้งเนื่องจากผู้ใช้บริการทุกรายใช้เส้นทางร่วมกัน ดังนั้นเพื่อให้ได้ผลการศึกษาที่มีความละเอียดมากยิ่งขึ้นจำเป็นต้องใช้ โปรแกรมสำเร็จรูปเกี่ยวกับการจำลองสถานการณ์สภาพจราจร (Traffic Simulation Software) ช่วยในการประมวลผล

บรรณานุกรม

Devin Bowen. (2010). *The London Congestion Charging Scheme: A Cost-Benefit Analysis.* Duquesne University: Pittsburgh, Pennsylvania.

Electronic Road Pricing. (n.d.). *Land Transport Authority Singapore.* Retrieved May 7, 2015, From http://web.archive.org/web/20110605101108/ http://www.lta.gov.sg/motoring_matters/index_motoring_erp.htm

Genevieve, Giuliano .& Thomas, O'Brien. (2007). Reducing Port-Related Truck Emissions: The Terminal Gate Appointment System at the Ports of Los Angeles and Long Beach. *Transportation Research Part D: Transport and Environment, 12*(1), 460–473.

Nuntiporn Ditsriporn. (2011). *The Study of the Problems and Improvement of Customer Queue System to Optimize Service: A Case Study of the Thai Chamber of Commerce and Board of Trade of Thailand (Headquarter Office).* Masters thesis, University of the Thai Chamber of Commerce..

Xiaoming, Chen. & Xuesong, Zhou. (2011). Using Time-Varying Tolls to Optimize Truck Arrivals at Ports. *Transportation Research Part E Logistics and Transportation Review, 47*(6), 965-982.