การศึกษาความจุและคุณภาพการให้บริการสถานีขนส่งสาธารณะ กรณีศึกษา ท่าเรือในแม่น้ำเจ้าพระยาในกรุงเทพมหานคร

CAPACITY AND QUALITY OF SERVICE OF THE TRANSIT STATION IN BANGKOK: A CASE STUDY OF PASSENGER PORTS IN CHAO PHRAYA RIVER

บุญวณิช อาตม์อุย[1,*] และ อำพล การุณสุนทรวงษ์[1]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร ประเทศไทย
[*]Corresponding author address: boonwanit.95@gmail.com

บทคัดย่อ

การเดินทางโดยเรือเป็นอีกหนึ่งทางเลือกของคนเมืองและมีแนวโน้มการใช้งานที่เพิ่มมากขึ้น เนื่องจากสามารถหลีกเลี่ยงปัญหาการจราจรทางบกที่ติดขัดได้ การศึกษาความจุและคุณภาพการให้บริการสถานีขนส่งสาธารณะ กรณีศึกษา ท่าเรือในแม่น้ำเจ้าพระยาในกรุงเทพมหานคร มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความจุท่าเรือ และแนวทางการปรับปรุงท่าเรือเพื่อรองรับการใช้งานในอนาคต โดยจะใช้เกณฑ์การวัดจากคู่มือ TCRP Report 165 - TCQSM (3rd Edition) โดยเจาะจงกลุ่มตัวอย่างในวันจันทร์ถึงศุกร์ช่วงเปิดเทอมที่ท่าเรือด่วนและท่าเรือข้ามฟากของท่าเรือสาทร ในช่วงเร่งด่วนเช้าและเร่งด่วนเย็น ผลการศึกษาพบว่าเวลาการให้บริการของเรือด่วนและเรือข้ามฟาก คือ 122.64 วินาที/ลำ และ 107.80 วินาที/ลำ ตามลำดับ ความจุท่าเทียบเรือสูงสุดที่สามารถรองรับได้ของท่าเรือด่วนเท่ากับ 29 ลำ/ชั่วโมง และท่าเรือข้ามฟากเท่ากับ 33 ลำ/ชั่วโมง ระดับการให้บริการสำหรับทางเดินของท่าเรือด่วนและท่าเรือข้ามฟากสามารถใช้ความเร็วในการเดินเท้าได้อย่างอิสระและไม่เบียดกันระหว่างคนเดิน (LOS A) ระดับการให้บริการพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือด่วนคือมีการยืนคอยเล็กน้อย และอาจจะเกิดแถวคอยในการเข้าหรือออก และความหนาแน่นของคนยังอยู่ในช่วงที่มีความสะดวกสบาย (LOS C) ในส่วนระดับการให้บริการพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือข้ามฟาก มีการยืนรอและมีการสัมผัสกันเนื่องจากอยู่ใกล้กัน มีแถวคอยและการเดินอาจจะถูกจำกัดความเร็ว มีระยะการรอที่นาน มีความหนาแน่นที่ทำให้รู้สึกไม่สะดวกสบาย (LOS D)
คำสำคัญ: *ความจุท่าเรือ, คุณภาพการให้บริการของท่าเรือ, ขนส่งสาธารณะ, แม่น้ำเจ้าพระยา*

Abstract

Water transportation is one of the alternative ways of traveling for people in a city and tends to increasingly be used in the future due to this traveling option can avoid traffic congestion. The study of capacity and quality of service of the transit station in Bangkok: A case study of passenger ports in Chao Phraya River aims to find ways to improve passenger quays to support future needs. The book will be used as criteria and guidelines in this study. There is TCRP Report 165 - TCQSM (3rd Edition). By specifying the sample from Monday to Friday at the express port and the ferry port of Sathorn port during typical peak period in the morning and evening. The results of the study found that the service time of the express boats and ferries was 122.64 seconds/vessel and 107.80 seconds/vessel, respectively. The maximum berth vessel capacity of the express port is 29 vessel/hour and the ferry port is 33 vessel/hour. Level of service of walkways for express port and ferry can be used the speed of walking freely selected and conflicts with other pedestrians unlikely (Level of Service A). Level of service of gangways for the express port requires a little standing. And there may be a queue in or out, the density is still in the comfortable range (Level of Service C). And level of service of gangways for the ferry port, there is standing and may be contacted. There are queues and walking speed is limited. There is a long wait time, the density is in the uncomfortable range (Level of Service D).
Keywords: *Ports capacity, Quality of ports service, Public transportation, Chao Phraya River*

1. ที่มาและความสำคัญ

ปัญหาการจราจรที่ติดขัดในกรุงเทพมหานครเป็นปัญหาและอุปสรรคในการเดินทางของคนเมือง เนื่องจากระบบขนส่งสาธารณะทางบกไม่สามารถตอบสนองความต้องการในการเดินทางได้เพียงพอ จึงทำให้ผู้คนหันมาใช้รถยนต์ส่วนบุคคลมากขึ้น จึงทำให้ปริมาณรถยนต์ในท้องถนนนั้นเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยในปีพ.ศ.2563 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพฯ สะสมรวม 10,971,799 คัน และตั้งแต่ปีพ.ศ. 2559-2563 จำนวนรถที่จดทะเบียนในกรุงเทพฯ สะสม เพิ่มขึ้นร้อยละ 17.18 (กรมการขนส่งทางบก,2564)

การเดินทางโดยใช้ขนส่งสาธารณะในกรุงเทพฯ สามารถใช้การเดินทางทางถนน ทางระบบราง และการเดินทางทางน้ำ เนื่องด้วยลักษณะทางกายภาพของกรุงเทพฯ มีแม่น้ำเจ้าพระยาไหลผ่านใจกลางกรุงเทพฯ อีกทั้งเส้นทางของรถไฟฟ้ามีสถานีที่สามารถเปลี่ยนรูปแบบการเดินทางเชื่อมต่อการเดินทางทางน้ำได้ ดังนั้นการ

เดินทางทางน้ำจึงเหมาะแก่การหลีกเลี่ยงการจราจรติดขัดในท้องถนนในกรุงเทพฯ

เพื่อให้คนหันมาใช้การขนส่งทางน้ำเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นจึงควรพัฒนาระบบการขนส่งทางน้ำให้มีประสิทธิภาพ สามารถรองรับความต้องการการใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย รวดเร็ว และปลอดภัย โดยงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายที่จะศึกษาความจุท่าเรือโดยสารในกรุงเทพฯ และศึกษาคุณภาพการให้บริการของท่าเรือ (Level of Service, LOS) เพื่อหาแนวทางการปรับปรุงท่าเรือเพื่อรองรับการใช้งานในอนาคต

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1. เรือและท่าเรือ

2.1.1. ความหมายของคำว่าท่าเรือ

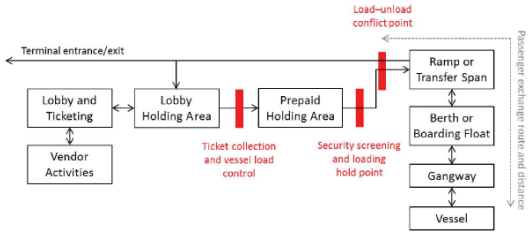
จากการศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับท่าเรือของ (Alderton,1980) คำว่า ท่าเรือ หรือ เมืองท่า ทางภาษาอังกฤษใช้ว่า Port หรือ Seaport หมายถึงอาณาบริเวณพื้นที่สำหรับให้เรือเข้าจอดเทียบท่า มีการทอดสมอเรือ มีอุปกรณ์หรือสิ่งอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ในการดำเนินกิจกรรม เช่น ขนถ่ายผู้โดยสาร ขนถ่ายสินค้า เป็นต้น

ท่าเรือ หมายถึง ประตูทางเข้าหรือจุดผ่านระหว่างแผ่นดินกับน้ำ นอกจากนี้ยังหมายถึงสถานที่สร้างเรือ หรือที่แห่งหนึ่งหรือหลายแห่งที่เจ้าของเรืออยู่อาศัย (สารานุกรมไทย ฉบับราชบัณฑิตยสถาน เล่มที่ 14, 2521) [1]

2.1.2. องค์ประกอบของท่าเรือ [2]

ท่าเรือและสิ่งอำนวยความสะดวกจากระบบจะส่งผลกับการเคลื่อนย้ายยานพาหนะและผู้โดยสารระหว่างพื้นที่ชายฝั่งและเรือ

- พื้นที่รองรับผู้โดยสาร (Passenger Lobby Area) เป็นจุดที่รองรับผู้โดยสารจากการเดินจากถนนและการขนส่งประเภทอื่นๆ โดยส่วนใหญ่จะจำหน่ายตั๋วบริเวณล็อบบี้



รูปที่ 1 องค์ประกอบของการเคลื่อนย้ายผู้โดยสารขึ้นเรือ [2]

- จุดตรวจตั๋วผู้โดยสารและควบคุมผู้โดยสารขึ้นเรือ (Passenger Ticket Collection and Vessel Load Control) เป็นจุดรวบรวมตั๋วและจุดนับผู้โดยสารก่อนลงเรือ เพื่อไม่ให้เกินความจุเรือที่กำหนดไว้

- บริเวณท่าเรือ (Docks) จะขึ้นอยู่กับ ความลึกของน้ำนอกชายฝั่ง การเปลี่ยนแปลงของน้ำขึ้น-น้ำลง ข้อจำกัดหรือความต้องการในการพัฒนาชายฝั่ง และการเชื่อมต่อกับการขนส่งประเภทอื่นๆ เช่น ถนน และทางเดินเท้า

รูปที่ 2 ตัวอย่างท่าเรือโดยสารยานพาหนะและผู้โดยสาร [2]

- ท่าเทียบเรือ (Berth or Boarding Float) เป็นตำแหน่งที่เรือจะจอด โดยเป็นโครงสร้างลอย ซึ่งจะแปรผันกับน้ำขึ้น-น้ำลง ดังนั้นจึงต้องมีทางลาดเพื่อขึ้นเรือ (Boarding Ramps or Gangways) ซึ่งจะทำให้พื้นที่ของท่าเทียบเรือมีจำกัด ดังนั้นการออกแบบจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยและการไหลเวียนผู้โดยสารที่ราบรื่น

- ทางเดิน หรือทางลาดเทียบท่า (dock or Boarding Ramp) มีหลายประเภท เช่น ขนาดใหญ่ กว้าง หรือทำงานด้วยระบบไฮดรอลิกสำหรับเรือขนาดใหญ่ถึงขนาดเล็ก และทางลาดสำเร็จรูปแบบพกพาขนาดเล็กสำหรับเรือเล็ก (Portable Hand-Carried Ramps) ปัญหาเรื่องเรือและทางลาดเทียบท่าเคลื่อนที่ออกจากกัน และการเปลี่ยนระหว่างพื้นผิว จะทำให้จุดนี้เกิดคอขวดในการขนถ่ายทั้งหมด

- การเข้าออกของเรือและการไหลเวียนภายในเรือ (Vessel Entry and Interior Circulation) เมื่อผู้โดยสารเข้าหรือออกจากเรือ การไหลเวียนภายในเรือจะมีความสัมพันธ์ของบันไดภายในเรือและที่นั่งใกล้ทางเข้า อาจมีผลต่อเวลาที่ใช้ในการขึ้นเรือของผู้โดยสาร ดังนั้นทางเดินภายในเรือควรจะจัดให้มีป้ายบอกทาง ป้ายบอกที่นั่งและมีการแนะนำต่อแถวที่ด้านบนและด้านล่างของบันได

2.1.3. ชนิดของเรือโดยสารในกรุงเทพมหานคร [5]

- เรือข้ามฟาก คือ เรือโดยสารที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการข้ามคลองจากฝั่งแม่น้ำหนึ่งไปยังอีกฝั่งแม่น้ำหนึ่ง มีความจุไม่เกิน 60 คนต่อลำ ใช้เครื่องยนต์เดี่ยว ในกรุงเทพฯจะพบเห็นได้ทั่วไป เช่น ท่าช้าง-วังหลัง ท่าพระจันทร์-ท่าปิ่นเกล้า เป็นต้น

- เรือยนต์เพลาใบจักรกลาง คือ เรือโดยสารที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางท่องเที่ยวตามแม่น้ำ

- เรือนำเที่ยว คือ เรือโดยสารที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่เป็นนักท่องเที่ยว ซึ่งต้องการท่องเที่ยวตามแม่น้ำเจ้าพระยา

- เรือโดยสารประจำทาง (เรือด่วนเจ้าพระยา) คือ เรือโดยสารที่ให้บริการแก่ผู้โดยสารที่ต้องการเดินทางตามแม่น้ำ

2.2. เวลาโดยรวมของเรือที่ใช้ในท่าเรือ (PORT DWELL TIME) [2]

เวลาโดยรวมของเรือที่ท่าเรือประกอบด้วย การแลกเปลี่ยนผู้โดยสาร ทำความสะอาดเรือ และการรักษาความปลอดภัย นำปริมาณการขึ้นและลงจากทางเข้าที่มากที่สุดของเรือแต่ละลำมาคำนวณความต้องของผู้โดยสารหรือยานพาหนะ เนื่องจากปริมาณนี้จะควบคุมเวลาทั้งหมดที่ต้องการใช้ในการให้บริการผู้โดยสารทั้งหมด จะมีปัจจัยดังนี้

2.2.1. การขึ้นฝั่งของผู้โดยสาร (PASSENGER DISEMBARKING) การออกแบบภายในของเรืออาจส่งผลต่อเวลาขึ้นฝั่ง

- เวลาทางออกของเรือ (Vessel exit) ถึงท่าเทียบเรือ (Gangway) คือ เวลาที่ต้องใช้ในการออกจากเรือและข้ามท่าเทียบเรือ
- เวลาที่จำเป็นสำหรับผู้โดยสารที่จะเดินไปยังจุดที่ขัดแย้งระหว่างเข้าและออกเรือ (Walk time to load-unload conflict point) เนื่องจากต้องรอผู้โดยสารขึ้นฝั่งให้หมด จึงจะไม่ส่งผลกระทบต่อระยะเวลา

2.2.2. การล้างเรือและการรักษาความปลอดภัย (VESSEL CLEAN-UP AND SECURITY CLEARANCE)

จะต้องดำเนินการควบคู่ไปกับการแลกเปลี่ยนผู้โดยสาร อย่างไรก็ตามต้องพิจารณาองค์ประกอบต่างๆโดยเฉพาะอย่างยิ่งหากเวลาในการแลกเปลี่ยนผู้โดยสารน้อยกว่าที่จำเป็น

- การทำความสะอาดเรือ (Vessel clean-up) ลูกเรืออาจต้องทำความสะอาดพื้นที่ผู้โดยสารและกำจัดของเสีย
- การจัดหา (Resupply) ต้องใช้เวลาในการจัดสต็อกเรือใหม่พร้อมเสบียงซึ่งอาจรวมถึงอาหารหรือจำหน่ายน้ำมันเชื้อเพลิงและสิ่งของอื่นๆ ที่จำเป็นสำหรับการเดินทางแต่ละครั้ง
- การกวาดเรือเปล่า (Empty vessel sweep) การกวาดเรืออาจเริ่มขึ้นทันทีที่ผู้โดยสารเคลียร์พื้นที่ แต่ต้องดำเนินการให้เสร็จสิ้นก่อนขึ้นเครื่องผู้โดยสาร

2.2.3. การลงเรือของผู้โดยสาร (PASSENGER EMBARKING)

- การขายตั๋ว (Ticket sales) การขายตั๋วอาจมีผลต่อตารางเวลาของเส้นทาง ที่ขายตั๋วในฐานะผู้โดยสาร (กรณีที่ระบบมีความจุสูงขึ้นเนื่องจากประสิทธิภาพในการขึ้นเครื่องลดลงอย่างมาก)
- การเก็บค่าโดยสารหรือตั๋ว (Fare or ticket collection)
- การคัดกรองความปลอดภัย (Security screening) การตรวจคัดกรองความปลอดภัยจำเป็นต้องมีตามกฎระเบียบของกระทรวงความมั่นคงแห่งมาตุภูมิและระดับการคัดกรองอาจแตกต่างกันไปเมื่อระดับภัยคุกคามเปลี่ยนไป
- เวลาเดินไปยังเรือ (Walk time to vessel) คือเวลาที่ผู้โดยสารทุกคนต้องเดินทางไปยังทางเข้าเรือหรือท่าเทียบเรือ
- ทางเข้าของเรือหรือท่าเทียบเรือ (Vessel entrance or gangway) ความมั่นคงและความเป็นมิตรต่อคนเดินเท้าของสิ่งอำนวยความสะดวกในการขนถ่ายมีผลต่อผู้โดยสารในการขึ้นและลงเรือ
- การไหลเวียนภายในเรือ (Internal vessel circulation) คล้ายกับการออกแบบภายในเรือ ซึ่งจำกัดการไหลของผู้โดยสารไปยังเรือ ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อกำหนดการในกรณีที่รุนแรง

2.3. เวลาที่เรือออกเดินทาง (DEPARTURE CLEARANCE TIME) [2]

ขั้นตอนต่อไปนี้จะกำหนดความเร็วเรือที่จะสามารถเดินทางไปสู่ท่าเรือถัดไป

- การเคลื่อนย้ายทางเดิน (Gangway removal) โดยเทคโนโลยีจะส่งผลให้ใช้เวลาน้อยลง เช่น ระบบกว้านมือ (Hand winch or manually placed) ระบบไฟฟ้า ระบบไฮดรอลิก และ Bow loading
- การปลด การจอดเรือ (Mooring disengagement) โดยแต่ละลำจะแตกต่างกัน
- เวลาในการหลบหลีก (Maneuvering time) ขึ้นอยู่กับประเภทของเรือ เช่น เรือข้ามฟากที่มีทางเข้าทางเดียว จะต้องใช้เวลาในการหลบหลีก
- การจราจรของท่าเรือ (Harbor traffic) ขึ้นอยู่กับสถานที่ให้บริการอาจจำเป็นต้องคำนึงถึงระดับการจราจรของท่าเรือเมื่อดำเนินการกำหนดเวลาเรือ

2.4. เวลาที่เรือมาถึง (ARRIVAL TIME) [2]

คล้ายกับเวลาออกเดินทาง โดยจะไล่ลำดับย้อนกลับ เมื่อเข้าใกล้ท่าเรือ

- การจราจรของท่าเรือ (Harbor traffic) ในระดับสูงอาจส่งผลกระทบต่อเวลาที่ใช้ในการเดินเรือมาถึงท่า ดังนั้นต้องการตารางเวลาเพิ่มเติม เพื่อให้มั่นใจว่าตรงเวลาขาเข้า
- เวลาในการหลบหลีก (Maneuvering time) เวลาที่ต้องใช้ในการเคลื่อนย้ายเรือให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการเทียบท่า
- เวลาจอดเรือ (Mooring time)
- การวางตำแหน่งทางเดิน (Gangway positioning) เวลาที่ต้องใช้ในการวางตำแหน่งทางเดินระหว่างเรือและท่าเรือ

2.5. ระยะเวลาการดำเนินงาน (OPERATING MARGIN) [2]

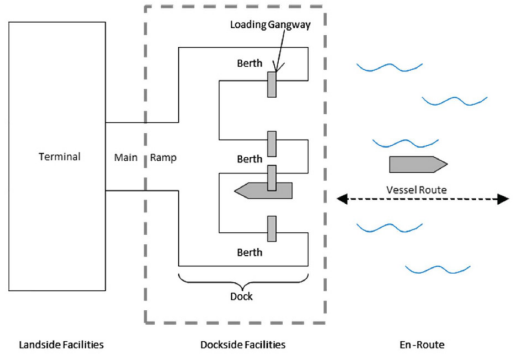
จากหัวข้อ 2.2 ถึง 2.4 เป็นองค์ประกอบที่จำเป็นสำหรับการบริการจากท่าเรือหนึ่งไปยังท่าเรือถัดไป แต่โดยปกติแล้วจะต้องรวมเวลาเพิ่มเติม (ระยะเวลาการดำเนินงาน) เพื่อรองรับสภาวะที่ไม่

แน่นอนหรือรุนแรง

- ความน่าเชื่อถือของกำหนดการ (Schedule reliability) ระดับความน่าเชื่อถือที่ต้องการอาจแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับบริการเรือ
- สภาพลม อากาศและทะเล (Wind, weather, and seas) โดยทั่วไปการขนส่งจะคำนึงถึงสภาพลม อากาศและทะเล
- หมอก (Fog) ขึ้นอยู่กับสถานที่ให้บริการเรือ อาจจำเป็นต้องพิจารณาถึงการมีหมอก ซึ่งอาจทำให้ความเร็วของเรือช้าลงอย่างมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความรุนแรงของหมอก
- กระแสน้ำและระดับน้ำ (Tides and currents) อาจต้องรวมเวลาเพิ่มเติมไว้ในแผนงาน เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของระดับน้ำทะเลอย่างมีนัยสำคัญ เนื่องจากกระแสน้ำและการรบกวนอื่น ๆ อาจส่งผลต่อเวลาในการเดินทาง
- การสัญจรทางทะเลที่ผิดปกติ (Unusual marine traffic) อาจจำเป็นต้องหยุดเดินเรือ เมื่อมีระดับการจราจรทางทะเลที่สูงผิดปกติ
- เครื่องจักร (Mechanical) โดยเครื่องจักรอาจมีผลต่อเรือที่ทำให้ช้าลง เช่น ปัญหาเกี่ยวกับทางเดิน (gangway) ที่ย้ายออกช้า อาจส่งผลต่อเวลาในแผนงาน

2.6. ความจุเรือ (VESSEL CAPACITY) [2]

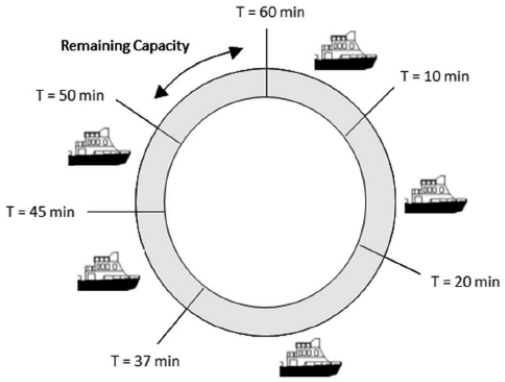
ความจุเรือสามารถคำนวณได้จากสองตำแหน่งหลัก คือ ท่าเทียบเรือ (Berth) และ สิ่งอำนวยความสะดวกในท่าเรือ (Dock facility) โดยความจุเรือของเส้นทางจะถูกจำกัดโดยท่าเรือที่มีความจุต่ำที่สุดตลอดเส้นทาง แสดงในรูปที่ 3 ตำแหน่งการวัดความจุเรือ ท่าเรือประกอบด้วยท่าเทียบเรืออย่างน้อยหนึ่งท่าหรือมากกว่า และภายในหนึ่งชั่วโมงท่าเทียบเรือจะรองรับเรือได้หลายลำ



รูปที่ 3 ตำแหน่งการวัดความจุเรือ [2]

ความจุเรือของท่าเทียบเรือเฟอร์รี่หมายถึงจำนวนเรือสูงสุดต่อชั่วโมงที่สามารถใช้ท่าเทียบเรือได้ตามระดับความต้องการของผู้โดยสารที่กำหนด

สามารถกำหนดแผนการเดินเรือให้เพียงพอต่อความต้องการเรือในปัจจุบันหรือตามแผนความต้องการ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงความจุท่าเรือ [2]

2.6.1. ความจุท่าเรือ (BERTH CAPACITY)

ความจุเรือของท่าเทียบเรือขึ้นอยู่กับ 3 องค์ประกอบหลัก ได้แก่

- เวลาขึ้นฝั่งของผู้โดยสาร (Passenger Disembarking Time)
- เวลาลงเรือของผู้โดยสาร (Passenger Embarking Time)
- เวลาในการเตรียมการ (Clearance Time)

เวลาในการเตรียมการ คือเวลาเฉลี่ยนับจากเวลาที่เรือลำหนึ่งพร้อมที่จะออกจากท่าเทียบเรือไปจนถึงเมื่อเรืออีกลำสามารถใช้ท่าเทียบเรือได้ ยังรวมถึงเวลาที่ต้องใช้ในการเคลื่อนย้ายทางเดิน (Gangway) และเวลาที่ล่าช้าในการมาถึงหรือออกจากท่าเรือโดยการจราจรที่ติดขัด

เวลาขึ้นฝั่งและเวลาลงเรือของผู้โดยสารมีปัจจัยหลายประการ รวมถึงความต้องการของผู้โดยสาร วิธีการเก็บค่าโดยสาร การออกแบบทางเดิน (Gangway) และทางเดินระหว่างเรือกับจุดขัดแย้งในการขนถ่ายผู้โดยสาร (Passenger Load-Unload Conflict Point) การออกแบบเรือและการบรรทุก อาจทำให้เวลาในการขึ้นและลงเรือบางส่วนทับซ้อนกันได้

2.6.2. ปัจจัยของระยะเวลาการขึ้นฝั่งและลงเรือ (DISEMBARKING/EMBARKING TIME FACTORS)

ความจุท่าเทียบเรือ (Berth Vessel Capacity) จำนวนเรือที่สูงสุดต่อชั่วโมงที่ท่าเทียบเรือสามารถรองรับตามความต้องการของผู้โดยสาร ตามสมการดังนี้

$$V_b = \frac{3{,}600}{t_v} \quad (1)$$

เมื่อ V_b = ความจุของท่าเทียบเรือ (ลำ/ชั่วโมง)

3,600 = จำนวนวินาทีในหนึ่งชั่วโมง

t_v = ระยะเวลาในการให้บริการ (Design Vessel Service Time) (วินาที/ลำ)

การออกแบบเวลาให้บริการจะประมาณตามเวลาในการขึ้นลง

ของผู้โดยสารหรือรถยนต์ (แล้วแต่จำนวนใดจะสูงกว่า) เวลาในการเตรียมการ (Clearance Time) และระยะเวลาการดำเนินงาน (Operating Margin) แสดงในสมการที่ 2

$$t_v = t_{ed} + t_c + t_{om} \quad (2)$$

เมื่อ t_v = เวลาการให้บริการของเรือ (Design Vessel Service Time) (วินาที/ลำ)

t_{ed} = เวลาทั้งหมดในการขึ้นและลงเรือ (Total Embarking and Disembarking Time) (วินาที/ลำ)

t_c = เวลาในการเตรียมการ (Clearance Time) (วินาที/ลำ)

t_{om} = ระยะเวลาการดำเนินงาน (Operating Margin) (วินาที/ลำ)

การพูดคุยกับผู้ให้บริการเรือ ชี้ให้เห็นว่าการขึ้นและลงของผู้โดยสารที่เดินทางประจำ (Commuter) มีความผันแปรน้อยมาก ในขณะที่บริการนักท่องเที่ยว (Tourist) มีความแปรปรวนอย่างมีนัยสำคัญรอบ ๆ ค่าเฉลี่ย

2.6.3. การเข้าสู่เรือและการออกจากเรือของผู้โดยสารโดยวิธีเรียงลำดับ (SEQUENTIAL PASSENGER DISEMBARKING AND EMBARKING)

$$t_{ed} = 60\left(\frac{P_d}{C_d} + \frac{L_w}{v_d} + \frac{P_e}{C_e} + \frac{L_w}{v_e}\right) \quad (3)$$

เมื่อ t_{ed} = เวลาทั้งหมดในการขึ้นและลงเรือ (Total Embarking and Disembarking Time) (วินาที/ลำ)

60 = จำนวนวินาทีใน 1 นาที

C_d = ความจุของการเข้าสู่เรือในจุดที่เป็นคอขวด ซึ่งเท่ากับค่าต่ำสุดของความจุทางเดินทาง (Gangway Capacity) C_g หรือ ความจุทางเดินออก (Walkway Exit Capacity) C_x (คน/นาที)

C_e = ความจุของการออกจากเรือ ในจุดที่เป็นคอขวด ซึ่งเท่ากับค่าต่ำสุดของความจุพื้นที่รอคอย (Waiting Area Exit capacity) C_w หรือ ความจุทางเดินทาง (Gangway Capacity) C_g หรือ ความจุของการเก็บค่าโดยสาร (Fare Collection Capacity) C_f (คน/นาที)

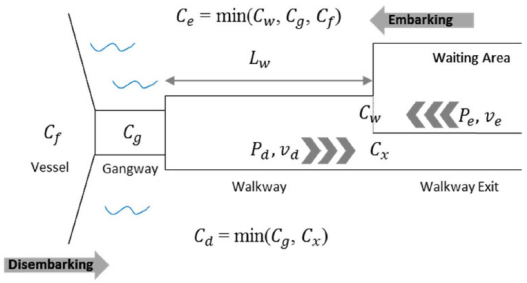
P_d = ปริมาณผู้โดยสารออกจากเรือ (Disembarking Passenger Volume) (คน)

P_e = ปริมาณผู้โดยสารเข้าสู่เรือ (Embarking Passenger Volume) (คน)

L_w = ความยาวทางเดินเท้า (Walkway Length) (เมตร)

V_d = ความเร็วผู้โดยสารที่ออกจากเรือบนทางเดิน (Walkway) (เมตร/นาที)

V_e = ความเร็วผู้โดยสารที่เข้าสู่เรือบนทางเดิน (Walkway) (เมตร/นาที)



** ท่าเทียบเรือ (gangway) พิจารณาให้เป็นจุด ดังนั้นจึงไม่คิดความยาวในตัวแปร L_w

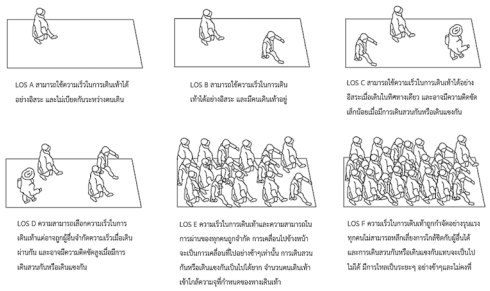
รูปที่ 5 แสดงตัวแปรสำหรับการขึ้นและลงเรือ [2]

2.7. ระดับการให้บริการ (LEVEL OF SERVICE: LOS) [2]

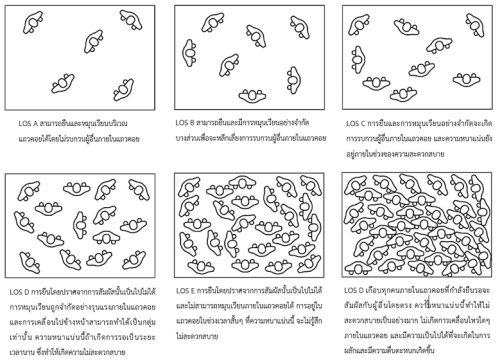
เป็นแนวคิดเกี่ยวกับระดับการให้บริการของคนเดินเท้าและอธิบายถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่อาจพบได้ในสถานีขนส่ง

ระดับการให้บริการเป็นวิธีที่มีประโยชน์ในการประเมินขีดความสามารถและความสะดวกสบายของพื้นที่ โดยเกณฑ์จะขึ้นอยู่กับการเลือกความเร็วในการเดิน

ตัวอักษรของระดับการให้บริการจะมีตั้งแต่ A ถึง F โดย A จะแสดงถึงเงื่อนไขการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าที่ไม่มีข้อจำกัด ในทางตรงกันข้าม F แสดงถึงการเคลื่อนไหวของคนเดินเท้าถูกจำกัดอย่างหนาแน่น ซึ่งการออกแบบจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้งานของระดับให้บริการ โดยคำนึงถึงความสะดวกสบายที่เหมาะสมมากกว่าที่จะออกแบบให้มีความจุสูงสุด



รูปที่ 6 แสดงระดับการให้บริการสำหรับทางเดินเท้า [4]



รูปที่ 7 แสดงระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอย [4]

3. การเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์

งานวิจัยนี้เก็บข้อมูลโดยการนับจำนวนคนที่ใช้งานโดยสารทางเรือและจำนวนเรือ ในช่วงโรคระบาดโควิด-19

3.1. พื้นที่การศึกษา

ท่าสาทร หรือ ท่าสะพานตากสิน ถือเป็นจุดเชื่อมต่อการคมนาคมที่สำคัญอีกแห่งหนึ่งของกรุงเทพฯ สามารถเชื่อมต่อกับการคมนาคมทางน้ำได้ทั้งเรือโดยสารข้ามฟากแม่น้ำเจ้าพระยา ทั้งยังเป็นท่าน้ำริมแม่น้ำเจ้าพระยาเพียงแห่งเดียวที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบขนส่งมวลชนทางรางได้ที่สถานีสะพานตากสิน ในเส้นทางรถไฟฟ้าบีทีเอส สายสีลม

3.2. ขอบเขตการศึกษา

เนื่องจากท่าเรือสาทร แยกท่าเทียบเรือเป็นชนิดเรือต่างๆ ซึ่งงานวิจัยนี้จะเก็บเฉพาะท่าเทียบเรือเรือด่วนและท่าเทียบเรือเรือข้ามฟากเท่านั้น เนื่องจากมีแนวโน้มที่คนจะใช้บริการมากที่สุด

เก็บข้อมูลในวันธรรมดา (จันทร์ - ศุกร์) วันที่ 8 มีนาคม – 19 มีนาคม พ.ศ. 2564 เป็นช่วงเปิดเทอม แบ่งเป็นเวลาเร่งด่วนเช้า 06.00 -09.00 น. และ เวลาเร่งด่วนเย็น 16.00-19.00 น.

3.3. การวิเคราะห์ข้อมูล

ใช้เกณฑ์วัดจากคู่มือ TCQSM ในบทที่ 9 และบทที่ 10 โดยจะคำนวณหาค่าต่างๆ ดังนี้ 1. เวลาการให้บริการของเรือ, t_v (Design Vessel Service Time) (วินาที/ลำ) 2. ความจุของท่าเทียบเรือ, V_b (Design Vessel Service Time) (ลำ/ชั่วโมง) 3. ระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ 4. ระดับการให้บริการสำหรับทางเดิน

4. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1. ท่าเรือด่วน

4.1.1. ปริมาณความต้องการใช้บริการท่าเรือด่วน

การเก็บข้อมูลปริมาณความต้องการใช้บริการท่าเรือด่วนในช่วงเร่งด่วนเช้า และเร่งด่วนเย็นจากการนับจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 นาที ผลการเก็บข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1 และมีค่า Peak Hour Factor (PHF) ของท่าเรือด่วน ในตารางที่ 2 ดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนของท่าเรือด่วน

เวลาเร่งด่วน	ขาเข้าสู่เรือ	ขาออกจากเรือ
ช่วงเช้า (ปริมาณผู้ใช้บริการ)	7.30-8.30 น. (111 คน)	7.45-8.45 น. (400 คน)
ช่วงเย็น (ปริมาณผู้ใช้บริการ)	17.30-18.30 น. (430 คน)	17.15-18.15 น. (145 คน)

ตารางที่ 2 แสดง Peak Hour Factor (PHF) ของท่าเรือด่วน

PHF	ขาเข้าสู่เรือ	ขาออกจากเรือ
ช่วงเช้า	0.217	0.783
ช่วงเย็น	0.748	0.252

4.1.2. เวลาการให้บริการของเรือด่วน (Design Vessel Service Time)

จากการเก็บข้อมูลและคำนวณ เวลาทั้งหมดในการขึ้นและลงเรือด่วน คือ 62.64 วินาที/ลำ ระยะเวลาเตรียมการ คือ 30.00 วินาที/ลำ และระยะในการจัดการ คือ 30.00 วินาที/ลำ

ดังนั้นเวลาการให้บริการของเรือด่วน คือ 122.64 วินาที/ลำ

4.1.3. ความจุของท่าเทียบเรือด่วน (Berth Capacity)

จำนวนเรือที่สูงสุดต่อชั่วโมงที่ท่าเทียบเรือด่วน สามารถรองรับตามต้องการใช้บริการของผู้โดยสารได้ โดยเมื่อคำนวณจากคู่มือ TCRP Report 165- TCQSM 3rd Edition จะมีความจุที่สามารถรองรับได้ คือ 29 ลำ/ชั่วโมง และในปัจจุบันเรือให้บริการในเวลาเร่งด่วน คือ 17 ลำ/ชั่วโมง ดังแสดงในตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงความจุของท่าเรือด่วน

ช่วงเวลา	ความจุของท่าเรือจากการให้บริการจริง (ลำ/ชั่วโมง)	ความจุของท่าเรือสูงสุดตามคู่มือ (ลำ/ชั่วโมง)
เร่งด่วนเช้า	17	29
เร่งด่วนเย็น	17	29

จากตารางที่ 3 ถ้าในอนาคตมีความต้องการใช้บริการเรือด่วนเพิ่มมากขึ้น ท่าเรือด่วนจะสามารถเพิ่มจำนวนเรือได้ 12 ลำ/ชั่วโมงในเวลาเร่งด่วน

4.1.4. ระดับการให้บริการสำหรับทางเดิน (Walkways)

จากการเก็บข้อมูล ความกว้างทางเดินประสิทธิผล (Effective Width) คือ 1.10 เมตร และในชั่วโมงเร่งด่วนปริมาณผู้โดยสารที่เข้ามาใช้ภายใน 15 นาที (15-min peak period) เท่ากับ 108 คน ซึ่งจะมีค่าการไหล (pedestrian flow) คือ $\frac{108}{15}$ = 7.20 คน/นาที

ดังนั้นการไหลต่อความกว้าง (Flow per Unit Width) คือ $\frac{7.20}{1.1}$ = 6.55≈7 คน/เมตร/นาที

ตารางที่ 4 แสดงระดับการให้บริการทางเดิน (Walkway LOS) [3]

LOS	Pedestrian Space (m^2/person)	Expected Flows and Speeds		
		Avg. Speed, S (m/min)	Flow per Unit Width, v (person/m/min)	V/C
A	≥ 3.3	79	0-23	0.0-0.3
B	2.3-3.3	76	23-33	0.3-0.4
C	1.4-2.3	73	33-49	0.4-0.6
D	0.9-1.4	69	49-66	0.6-0.8
E	0.5-0.9	46	66-82	0.8-1.00
F	< 0.5	< 46	Variable	Variable

** v/c = volume-to-capacity ratio

จากตารางที่ 4 เมื่อเทียบค่าการไหลต่อความกว้าง (Flow per Unit Width) จะมีค่าเฉลี่ยความเร็วบนทางเดิน คือ 79 เมตร/นาที และมีระดับการให้บริการทางเดินอยู่ที่ระดับ A (LOS A) ซึ่งหมายความว่าสามารถเลือกความเร็วในการเดินได้อย่างอิสระ

4.1.5. ระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (PLATFORMS AND WAITING AREAS)

จากการเก็บข้อมูลท่าเรือ ท่าเทียบเรือด่วนมีขนาด 6.00 เมตร x 12.00 เมตร และรับน้ำหนักได้ 85 คน

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ต่อคน (Average Pedestrian Area) คือ $\frac{(6.00*12.00)}{85}$ = 0.85 ตารางเมตร/คน

ตารางที่ 5 แสดงระดับการให้บริการพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (Levels of Service for Waiting Areas) [3]

LOS	Average Pedestrian Area (m^2/p)	Average Inter-Person Spacing (m)
A	≥ 1.2	≥ 1.2
B	0.9-1.2	1.1-1.2
C	0.7-0.9	0.9-1.1
D	0.3-0.7	0.6-0.9
E	0.2-0.3	< 0.6
F	< 0.2	Variable

จากตารางที่ 5 จะมีระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือด่วน คือ LOS C

4.2. ท่าเรือข้ามฟาก

4.2.1. ปริมาณความต้องการใช้บริการท่าเรือข้ามฟาก

เก็บข้อมูลปริมาณความต้องการใช้บริการท่าเรือข้ามฟากในช่วงเร่งด่วนเช้า และเร่งด่วนเย็น จากการนับจำนวนผู้โดยสารที่ใช้บริการในช่วงระยะเวลาการเก็บข้อมูลน้อยกว่าหรือเท่ากับ 15 นาที แสดงดังตารางที่ 6 และ ตารางที่ 7

ตารางที่ 6 แสดงเวลาชั่วโมงเร่งด่วนของท่าเรือข้ามฟาก

เวลาเร่งด่วน	ขาเข้าสู่เรือ	ขาออกจากเรือ
ช่วงเช้า (ปริมาณผู้ใช้บริการ)	7.30-8.30 น. (299 คน)	7.45-8.45 น. (88 คน)
ช่วงเย็น (ปริมาณผู้ใช้บริการ)	17.00-18.00 น. (66 คน)	17.30-18.30 น. (191 คน)

ตารางที่ 7 แสดง Peak Hour Factor (PHF) ของท่าเรือด่วน

PHF	ขาเข้าสู่เรือ	ขาออกจากเรือ
ช่วงเช้า	0.773	0.227
ช่วงเย็น	0.257	0.743

4.2.2. ความจุของท่าเรือข้ามฟาก (BERTH CAPACITY)

จากการเก็บข้อมูลและคำนวณ เวลาทั้งหมดในการขึ้นและลงเรือข้ามฟาก คือ 70.20 วินาที/ลำ ระยะเวลาเตรียมการ คือ 18.80 วินาที/ลำ และระยะในการจัดการ คือ 18.80 วินาที/ลำ

ดังนั้นเวลาการให้บริการเรือข้ามฟาก คือ 107.80 วินาที/ลำ

4.2.3. ระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (PLATFORMS AND WAITING AREAS)

จำนวนเรือที่สูงสุดต่อชั่วโมงที่ท่าเทียบเรือข้ามฟาก จะมีความจุที่สามารถรองรับได้ คือ 33 ลำ/ชั่วโมง และในปัจจุบันเรือให้บริการในเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น คือ 12 และ 8 ลำ/ชั่วโมงตามลำดับ ดังแสดงในตารางที่ 8

ตารางที่ 8 แสดงความจุของท่าเรือข้ามฟาก

ช่วงเวลา	ความจุของท่าเรือจากการให้บริการจริง (ลำ/ชั่วโมง)	ความจุของท่าเรือสูงสุดตามคู่มือ (ลำ/ชั่วโมง)
เร่งด่วนเช้า	12	33
เร่งด่วนเย็น	8	33

จากตารางที่ 3 ถ้าในอนาคตมีความต้องการใช้บริการเรือข้ามฟากเพิ่มมากขึ้น ท่าเรือข้ามฟากจะสามารถเพิ่มจำนวนเรือในเวลาเร่งด่วนเช้าและเย็น คือ 11 และ 15 ลำ/ชั่วโมง ตามลำดับ

4.2.4. ระดับการให้บริการสำหรับทางเดิน (WALKWAYS)

จากการเก็บข้อมูล ความกว้างทางเดินประสิทธิผล (Effective Width) คือ 1.20 เมตร และในชั่วโมงเร่งด่วนปริมาณผู้โดยสารที่เข้ามาใช้ภายใน 15 นาที (15-min peak period) เท่ากับ 101 คน

ซึ่งจะมีค่าการไหล (Pedestrian Flow) คือ $\frac{101}{15}$ = 6.73 คน/นาที

ดังนั้นการไหลต่อความกว้าง (Flow per Unit Width) คือ $\frac{3.73}{1.20}$ = 3.11 ≈ 4 คน/เมตร/นาที

จากตารางที่ 4 เมื่อเทียบค่าการไหลต่อความกว้าง (Flow per Unit Width) จะมีค่าเฉลี่ยความเร็วบนทางเดิน คือ 79 เมตร/นาที และมีระดับการให้บริการทางเดินอยู่ที่ระดับ A (LOS A) ซึ่งหมายความว่าสามารถเลือกความเร็วในการเดินได้อย่างอิสระ

4.2.5. ระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (PLATFORMS AND WAITING AREAS)

จากการเก็บข้อมูลท่าเรือ ท่าเทียบเรือข้ามฟากมีขนาด 4.00 เมตร x 8.00 เมตร และรับน้ำหนักได้ 80 คน

ดังนั้น ค่าเฉลี่ยระหว่างพื้นที่ต่อคน (Average Pedestrian Area) คือ $\frac{(4.00*8.00)}{80}$ = 0.40 ตารางเมตร/คน

จากตารางที่ 5 จะมีระดับการให้บริการสำหรับพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือข้ามฟาก คือ LOS D

5. อภิปรายผลการศึกษา

5.1. สรุปผลการศึกษา

5.1.1. ท่าเรือด่วน

จากการศึกษาความจุและคุณภาพการให้บริการท่าเรือด่วน ในวันธรรมดา (วันจันทร์ ถึง วันศุกร์) พบว่า ในช่วงเร่งด่วนเช้า ผู้โดยสารจะนั่งเรือจากท่าอื่นเพื่อมาลงที่ท่าน้ำสาทรเป็นส่วนมาก จะมีค่า Peak Hour Factor (PHF) เท่ากับ 0.783 และในเร่งด่วนเย็น ผู้โดยสารจะเข้ามาใช้บริการเรือด่วนสาทร เพื่อไปสู่ท่าน้ำอื่นๆ จะมีค่า Peak Hour Factor (PHF) เท่ากับ 0.748

เวลาให้บริการของเรือด่วน คือ 122.64 วินาที/ลำ โดยความจุในช่วงเร่งด่วนของท่าเรือเท่ากับ 17 ลำ/ชั่วโมง ซึ่งความจุสูงสุดที่ท่าเทียบเรือสามารถรับได้คือ 29 ลำ/ชั่วโมง ดังนั้นท่าเรือด่วนสามารถเพิ่มจำนวนเรือในช่วงเวลาเร่งด่วนได้อีก 12 ลำ โดยทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับจำนวนผู้โดยสารในช่วงเวลาเร่งด่วน

ระดับการให้บริการสำหรับทางเดิน (Walkways) คือ LOS A หมายถึงสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ระดับการให้บริการพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (Levels of Service for Waiting Areas) คือ LOS C คือมีการยืนคอยเล็กน้อย และอาจจะเกิดแถวคอยในการเข้าหรือออก และ ความหนาแน่นของคนยังอยู่ในช่วงที่มีความสะดวกสบาย

5.1.2. ท่าเรือข้ามฟาก

จากการศึกษาความจุและคุณภาพการให้บริการท่าเรือข้ามฟาก ในวันธรรมดา (วันจันทร์ ถึง วันศุกร์) พบว่า ในช่วงเร่งด่วนเช้า ผู้โดยสารจะนั่งเรือข้ามฟากเพื่อข้ามไปยังท่าน้ำเป๊ปซี่เป็นส่วนมาก จะมีค่า Peak Hour Factor (PHF) เท่ากับ 0.773 และในเร่งด่วนเย็นผู้โดยสารจะนั่งจากท่าเรือเป๊ปซี่มายังท่าเรือสาทร จะมีค่า Peak Hour Factor (PHF) เท่ากับ 0.743

เวลาให้บริการของเรือด่วน คือ 107.80 วินาที/ลำ โดยความจุในช่วงเร่งด่วนในช่วงเช้าและเย็นเท่ากับ 12 และ 8 ลำ/ชั่วโมง ตามลำดับ ซึ่งความจุสูงสุดที่ท่าเทียบเรือสามารถรับได้คือ 33 ลำ/ชั่วโมง ดังนั้นท่าเรือด่วนสามารถเพิ่มจำนวนเรือในช่วงเวลาเร่งด่วนได้อีก 11 ลำ ในช่วงเร่งด่วนเช้า และ 15 ลำในช่วงเร่งด่วนเย็น

ระดับการให้บริการสำหรับทางเดิน (Walkways) คือ LOS A หมายถึงสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

ระดับการให้บริการพื้นที่รอคอยบริเวณท่าเทียบเรือ (Levels of Service for Waiting Areas) คือ LOS D คือ การยืนรออาจมีการสัมผัสกัน เนื่องจากอยู่ใกล้กัน มีแถวคอยและการเดินอาจจะถูกจำกัดความเร็ว มีระยะการรอที่นาน มีความหนาแน่น จะทำให้รู้สึกไม่สะดวกสบาย

5.2. ข้อจำกัดของการศึกษา

การศึกษาอยู่ในช่วงโรคระบาดโควิด-19 จึงทำให้ปริมาณผู้โดยสารน้อยกว่าปกติ เนื่องจากข้อจำกัดของโรค ต้องลดการสัมผัสและใกล้ชิดผู้อื่น จึงทำให้คนเปลี่ยนไปใช้รถส่วนตัวและรถโดยสารประเภทอื่น

เนื่องทำจากการศึกษาเฉพาะกลุ่มผู้ที่ใช้บริการในวันธรรมดา (จันทร์ ถึง ศุกร์) เท่านั้น ซึ่งยังขาดกลุ่มนักท่องเที่ยว ในวันเสาร์และอาทิตย์ ซึ่งอาจทำให้พฤติกรรมในการใช้งานแตกต่างกัน

คู่มือ TCRP Report 165 - TCQSM (3rd Edition) จะศึกษาระดับการให้บริการในเชิงวิศวกรรมเท่านั้น ดังนั้นควรจะศึกษาระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการและความเหมาะสมของอัตราค่าโดยสาร

เนื่องจากมีข้อจำกัดของช่วงเวลาการศึกษา ดังนั้นผู้วิจัยเสนอให้เก็บข้อมูลในช่วงที่มีวัคซีนรักษาโรคโควิด-19 อย่างทั่วถึงอีกครั้งและทำการวิเคราะห์เพิ่มเติม พร้อมทั้งวิเคราะห์แนวโน้มในอนาคตต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] กรมเจ้าท่า, *ความรู้ท่าเรือและเรือ* [Online] ,Available: http://oldweb.md.go.th/marine_knowledge/e-harbour.php [10 มีนาคม 2564].

[2] Paul Ryus of Kittelson & Associates (2013). Transit Capacity and Quality of Service Manual, *Transportation Research Board of the National Academy, Washington, D.C., USA*.

[3] Fruin John J. (1987). *Pedestrian Planning and Design*. Elevator World, Inc., Mobile, Alabama, 71-84.

[4] *Zegeer John D. (2000). Highway Capacity Manual*. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C., USA, 193-213.

[5] รัฐธรรม แสงสุริยัน, เดชชัย เชาวรัตน์, พรชัย กสิกิจดำรง (2544). *การออกแบบและก่อสร้างท่าเรือขนาดเล็ก*. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

[6] ภูวดล พิมพ์สีทา (2562). *การศึกษาความจุและระดับการให้บริการของท่าเรือข้ามฟากพระประแดง*. ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี