



บทความวิจัย

การกำหนดจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ในกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปส่งออกโดยใช้แบบจำลองสถานการณ์

Determination of the number of forklifts in the process of loading-and-unloading the export fiberboard using simulation

พัชรา ศรีพระบุ¹ เชษฐา ชำนาญหล่อ^{2*}

¹ ภาควิชาวิทยาการเดินเรือและโลจิสติกส์ทางทะเล คณะพาณิชย์นาวินานาชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

² ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี 20230

Phatchara Sriprabu¹ Chettha Chamnanlor^{2*}

¹ Department of Nautical Science and Maritime Logistics, Faculty of International Maritime Studies, Kasetsart University, Chon Buri, 20230

² Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering at Sriracha, Kasetsart University, Chon Buri, 20230

* Corresponding author.

E-mail: chettha@eng.src.ku.ac.th; Telephone: +668 1061 1748

บทคัดย่อ

บทความนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปจากคลังสินค้าของท่าเรือกรณีศึกษาไปยังเรือสินค้าทั่วไปจากการศึกษากระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป พบว่า ปัญหาเกิดจากจำนวนของรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในการยกขนไม้อัดแปรรูปมีจำนวนไม่เหมาะสมต่อการขนถ่ายสินค้า โดยปัญหาดังกล่าวส่งผลให้ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเทียบท่าของเรือสินค้าทั่วไปสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงได้ประยุกต์แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอารีนาโดยเน้นการหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสม ซึ่งพบว่าจำนวนรถโฟล์คลิฟท์เพิ่มขึ้นจาก 6 คันเป็น 8 คันที่ทำงานหน้าท่าเรือ และจำนวนของรถโฟล์คลิฟท์ลดลงจาก 5 คันเป็น 4 คันที่ทำงานบนเรือ ส่งผลให้ระยะเวลาในการเทียบท่าเรือของเรือสินค้าทั่วไปมีระยะเวลาเฉลี่ยลดลงจาก 188.95 ชั่วโมง เป็น 147.04 ชั่วโมง หรือร้อยละ 22.18

คำสำคัญ

การจำลองสถานการณ์ ท่าเรือ ไม้อัดแปรรูป เรือสินค้าทั่วไป การขนถ่ายสินค้า

Abstract

This article aims to improve the efficiency of the fiberboard transferring process from the warehouse of a case study seaport to the general cargo ship. From the transferring process study, it was found the problem of the number of forklifts using for lifting fiberboard in the transferring operation are not enough. Consequently, those problem results the averaged berthing time of general cargo ship exceeded the defined standard of the seaport. So, the simulation using Arena program was applied with focusing on the study of finding the appropriate number of forklifts. It was found that the number of forklifts increased from 6 to be 8 for berth operation area, and it decreased from 5 to be 4 for work on the ship, resulting the averaged berthing time of general cargo ship has decreased from 188.95 hours to 147.04 hours, or it is 22.18 percentage.

Keywords

simulation; port; fiberboard; general cargo ship; cargo transferring

1. บทนำ

การขนส่งสินค้าทางทะเลเป็นการขนส่งที่มีความสำคัญในธุรกิจการค้าระหว่างประเทศ เนื่องจากสามารถขนส่งสินค้าได้ในปริมาณที่มากส่งผลให้มีต้นทุนต่อหน่วยต่ำ แต่การขนส่งทางทะเลใช้ระยะเวลาในการขนส่งนานกว่าการขนส่งด้วยวิธีการอื่น อีกทั้งต้องมีการขนถ่ายสินค้าหลายครั้งในกระบวนการขนส่งตั้งแต่ต้นทางไปยังปลายทาง โดยท่าเรือทำหน้าที่เป็นสถานที่ในการขนถ่ายสินค้าขึ้นและลงเรือ ดังนั้นท่าเรือจึงถือได้ว่าเป็นจุดเชื่อมต่อระหว่างการขนส่งทางบกกับทางน้ำ สำหรับการประกอบกิจการท่าเรือในประเทศไทยนั้นถือได้ว่ามีความได้เปรียบในธุรกิจการขนส่งสินค้าทางทะเล เนื่องจากภาคใต้ของประเทศไทยมีภูมิประเทศที่มีชายฝั่งทั้งด้านตะวันออกและด้านตะวันตกทำให้มีเอื้อต่อการประกอบกิจการท่าเรือทางทะเล โดยท่าเรือที่สำคัญที่ใช้ในการนำเข้าและส่งออกสินค้าประกอบด้วย ท่าเรือแหลมฉบัง ท่าเรือกรุงเทพ ท่าเรือมาบตาพุด ท่าเรือเชียงแสน ท่าเรือเชียงของ ท่าเรือภูเก็ตและท่าเรือน้ำลึกสงขลา

ท่าเรือกรณีศึกษาเป็นหนึ่งในท่าเรือหลักของภาคใต้ตอนล่างทางฝั่งอ่าวไทย โดยเป็นจุดรวมเส้นทางของการขนส่งสินค้าจากภาคใต้ไปต่างประเทศ ให้บริการกิจกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับท่าเรือ ได้แก่ ท่าเทียบเรือ การขนถ่ายสินค้า การบรรจุสินค้า ลานกองตู้สินค้าและคลังสินค้า มีเรือที่เข้ามาใช้บริการขนถ่ายสินค้าหลักๆ ได้แก่ เรือสินค้าตู้คอนเทนเนอร์ เรือสินค้าทั่วไป และเรือสินค้าเทกอง โดยสินค้าที่มีปริมาณการนำเข้ามา 3 อันดับแรก ได้แก่ สินค้าแช่แข็งร้อยละ 37 เคมีภัณฑ์ร้อยละ 26 และสินค้าอื่นๆ ร้อยละ 23 และสินค้าที่มีปริมาณการส่งออกมาก 3 อันดับแรก ได้แก่ ไม้อัดแปรรูปและเฟอร์นิเจอร์ร้อยละ 31 อาหารกระป๋องร้อยละ 25 และยางพาราร้อยละ 18 [1]

อย่างไรก็ตาม เมื่อพิจารณาการสร้างมูลค่าให้กับท่าเรือกรณีศึกษาจะพบว่าไม้อัดแปรรูปเป็นสินค้าส่งออกที่สร้างมูลค่าเพื่อสนับสนุนการค้าของประเทศให้กับท่าเรือ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงสนใจศึกษาขั้นตอนกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปส่งออกเนื่องจากระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเทียบท่าของเรือสินค้า

ทั่วไปสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด ซึ่งระยะเวลาในการเทียบท่านั้นถือเป็นดัชนีชี้วัด (KPI) หนึ่งของการให้บริการของท่าเรือ [2-3] โดยเป็นการบ่งบอกถึงคุณภาพและความรวดเร็วในการให้บริการของท่าเรือ ซึ่งถ้าหากท่าเรือไม่หาแนวทางในการลดระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเทียบท่าของเรือสินค้าลงอาจส่งผลกระทบต่อความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ และทำให้ผู้ใช้บริการเปลี่ยนใจไปใช้บริการที่ท่าเทียบเรืออื่นได้ในอนาคต โดยแบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ ตั้งแต่การนำไม้อัดแปรรูปเข้ามาที่ท่าเรือกรณีศึกษาจนกระทั่งขนถ่ายลงเรือสินค้าทั่วไปและเรือสินค้าทั่วไปออกจากท่าเทียบเรือ เพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพก่อนนำไปใช้ในการแก้ปัญหาจริง

2. ทบทวนวรรณกรรม

แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาใช้ในอุตสาหกรรมพาณิชย์นาวีมากขึ้น ทั้งในธุรกิจลานกองตู้คอนเทนเนอร์ ท่าเรือ [4-5] และบริษัทรับขนส่งสินค้า เป็นต้น ซึ่งจากการศึกษา งานวิจัยที่ผ่านมาพบว่า แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการของลานกองตู้คอนเทนเนอร์ ด้วยการลดเวลาในระบบโดยเฉลี่ยสำหรับการเข้ารับบริการของรถหัวลาก ณ ลานกองตู้คอนเทนเนอร์ [6] โดยแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพได้ถูกนำเสนอแบ่งเป็น 2 แนวทางคือ แนวทางที่ต้องใช้เงินลงทุนเพิ่มและแนวทางที่ไม่ต้องใช้เงินลงทุนเพิ่ม ซึ่งในการตัดสินใจเลือกแนวทางใดนั้นจะต้องพิจารณาในหลายๆ ปัจจัยร่วมกัน เช่น ข้อจำกัดด้านพื้นที่ ข้อจำกัดด้านเครื่องมือและอุปกรณ์ ข้อจำกัดด้านการลงทุน เป็นต้น อย่างไรก็ตาม หากมีการลงทุนเพิ่มควรมีการวิเคราะห์ความคุ้มค่าในการลงทุนเพื่อช่วยในการตัดสินใจ [7]

ทั้งนี้ แบบจำลองสถานการณ์ยังนำมาใช้เพื่อแก้ปัญหาการจัดการทรัพยากรแรงงานและเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสม โดยการปรับปรุงแก้ไขกระบวนการทำงานด้วยการเพิ่มจำนวนแรงงานและเครื่องจักรในงานที่เป็นคอขวด [8-9] เช่น ในกระบวนการผลิตสับปะรดบรรจุสุรียอร์เพาซ์ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานของแรงงานและเครื่องจักรสูงขึ้น [10] รวมทั้ง

แบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาหาจำนวนรถที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของกระบวนการตัดอ้อยด้วยรถตัดและการขนส่งอ้อยด้วยรถบรรทุก ซึ่งในงานวิจัยของ [11] ได้เสนอแนวทางในการเพิ่มจำนวนรถบรรทุกส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานของรถตัดอ้อยเพิ่มขึ้นและลดระยะเวลาการคอยของรถตัดอ้อย ทำให้สามารถตัดอ้อยได้เพิ่มขึ้นและมีผลกำไรเพิ่มขึ้นร้อยละ 60.59 นอกจากนี้ ได้มีการนำนโยบายการจัดลำดับงานซึ่งประกอบด้วย Latest Departure Time (LDT), Smallest Critical Ratio (CR), Shortest Processing Time (SPT), Longest Processing Time (LPT), Priority Queueing considering Density of Customers (PQ-C) และ Priority considering Traffic Congestion (PQ-T) มาประยุกต์ใช้ผ่านแบบจำลองสถานการณ์เพื่อช่วยตัดสินใจภายใต้สถานการณ์ที่ไม่แน่นอน [12] และแม้แต่ในโรงพยาบาลแบบจำลองสถานการณ์ก็ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาาระบบแถวคอยของผู้ป่วย [13-14]

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าแบบจำลองสถานการณ์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและแก้ปัญหาในหลากหลายอุตสาหกรรม อีกทั้งยังสามารถประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคนิคต่างๆ เพื่อนำไปแก้ปัญหาได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม แม้ว่าในงานวิจัยที่ผ่านมาจะมีการประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ในอุตสาหกรรมพาณิชย์นาวี แต่นักวิจัยส่วนใหญ่จะมุ่งเน้นศึกษาการขนถ่ายสินค้าตู้คอนเทนเนอร์ ซึ่งยังไม่พบงานวิจัยที่ทำการศึกษาเพื่อพัฒนาแบบจำลองสถานการณ์ในการขนถ่ายสินค้าทั่วไปภายในท่าเรือของไทย และในงานวิจัยการจำลองสถานการณ์เพื่อหาจำนวนรถที่เหมาะสมนั้น เป็นการหาจำนวนรถบรรทุก ซึ่งแตกต่างจากงานวิจัยนี้ที่มุ่งเน้นในหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ โดยเป็นการหาจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่เหมาะสมในการทำงานทั้งที่ท่าเรือและบนเรือสินค้า

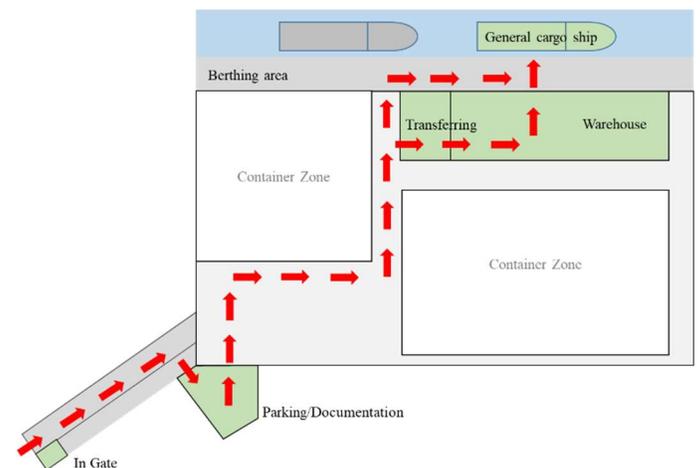
3. วิธีการดำเนินงานวิจัย

แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

3.1 การศึกษากระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป

ท่าเรือกรณีศึกษาเปิดให้บริการตั้งแต่วันจันทร์ถึงวันเสาร์ เวลา 08.00 - 17.00 น. มีจุดให้บริการ ได้แก่ ประตูทางเข้า

ท่าเรือ สำนักงาน ลานกองตู้ ท่าเทียบเรือ คลังสินค้า จุดจอดรถ และประตูทางออกท่าเรือ ซึ่งในกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปส่งออกสามารถแบ่งพื้นที่บริการหลัก ๆ ได้ 4 จุด (แสดงรูปที่ 1) คือ (1) จุดประตูทางเข้า (Gate in) มีพนักงานตรวจสอบที่ประตูทางเข้า (Surveyor Gate in) จำนวน 1 คน (2) จุดท่าเอกสาร มีพนักงานตรวจเอกสาร (Document) จำนวน 1 คน (3) จุดขนถ่ายสินค้าเข้าคลังสินค้า มีพนักงานขับรถโฟล์คลิฟท์ (Forklift) จำนวน 15 คน และ (4) จุดประตูทางออก (Gate out) มีพนักงานตรวจสอบที่ประตูทางออก (Surveyor Gate out) จำนวน 1 คน โดยมีเครื่องมือหลักที่ใช้ในการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปคือรถโฟล์คลิฟท์ ซึ่งปัจจุบันท่าเรือกรณีศึกษาใช้รถโฟล์คลิฟท์จำนวน 15 คัน สำหรับประเภทของเรือที่ใช้ในการขนส่งสินค้าประเภทไม้อัดแปรรูปคือเรือสินค้าทั่วไป โดยการยกสินค้าลงเรือจะใช้เครนของเรือ ซึ่งรถโฟล์คลิฟท์จะทำหน้าที่ในการขนย้ายไม้อัดแปรรูปจากคลังสินค้าหรืออาคารรถบรรทุกมาที่หน้าท่าเพื่อให้เครนของเรือทำหน้าที่ในการยกไม้อัดแปรรูปลงไปที่เรือ



รูปที่ 1 แผนผังท่าเรือกรณีศึกษา

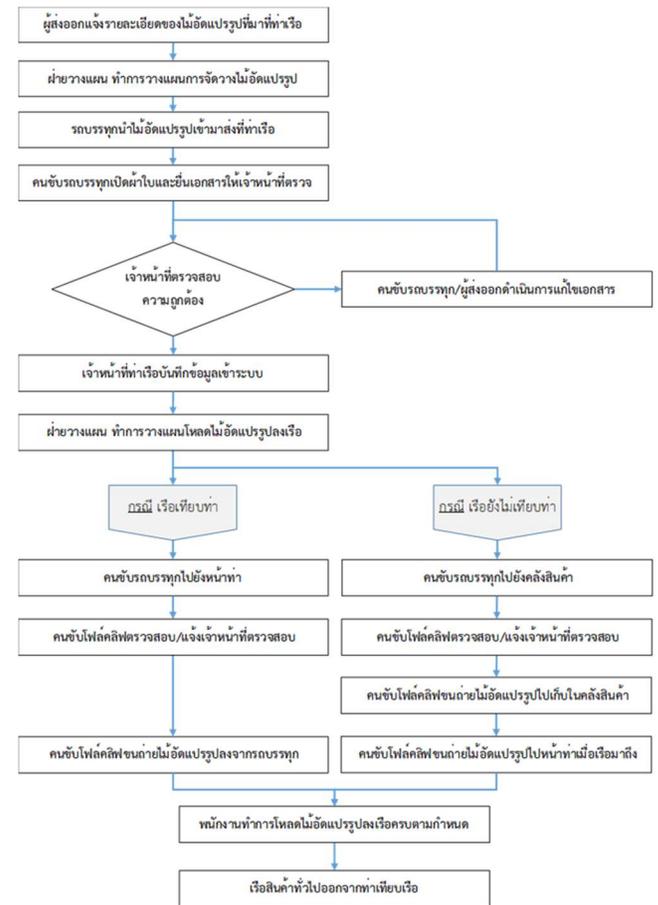
ขั้นตอนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป (แสดงดังรูปที่ 2) เริ่มจากฝ่ายวางแผน (Planner) จะทำการวางแผนการจัดวางไม้อัดแปรรูปภายในท่าเรือ เมื่อผู้ส่งออก (Shipper) แจ้งวันที่และรายละเอียดของไม้อัดแปรรูปที่จะเข้ามาที่ท่าเรือ โดยเมื่อถึงวันนัดหมายรถบรรทุกจะนำไม้อัดแปรรูปเข้ามาส่งที่ท่าเรือ ซึ่งหากเป็นไม้อัดแปรรูปที่ต้องจัดเก็บภายในคลังสินค้าของท่าเรือเพื่อรอการขนถ่ายลงเรือสินค้าทั่วไปนั้น ไม้อัดแปรรูปจะถูกขนถ่าย

มาจัดเก็บที่คลังสินค้าก่อนและจะถูกขนถ่ายไปที่หน้าท่าเทียบเรือเมื่อเรือสินค้าทั่วไปเข้ามาเทียบท่า โดยเมื่อรถบรรทุกไม้อัดแปรรูปมาถึงที่ท่าเรือคนขับรถบรรทุกจะทำการเปิดผ้าใบที่คลุมไม้อัดแปรรูปออก (แสดงดังรูปที่ 3) ที่ลานจุดจอดรถของท่าเรือ จากนั้นคนขับรถบรรทุกจะดำเนินการยื่นเอกสารใบคำร้องและใบส่งสินค้าให้เจ้าหน้าที่ของท่าเรือตรวจสอบความถูกต้อง หากเอกสารถูกต้องเจ้าหน้าที่ท่าเรือจะบันทึกข้อมูลเข้าระบบ แต่ถ้าหากข้อมูลไม่ถูกต้องคนขับรถบรรทุกจะต้องดำเนินการแก้ไขเอกสาร หรือติดต่อกลับไปยังผู้ส่งออกเพื่อให้ดำเนินการแก้ไข ต่อจากนั้นคนขับรถโพล์คลิฟท์ตรวจสอบความเรียบร้อยของไม้อัดแปรรูป ถ้าหากตรวจพบไม้อัดแปรรูปเสียหายจะแจ้งเจ้าหน้าที่ควบคุมงานตรวจสอบพร้อมถ่ายรูปเป็นหลักฐาน เมื่อดำเนินการตรวจสอบเรียบร้อยแล้ว คนขับรถโพล์คลิฟท์จะทำการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปจากรถบรรทุกเข้าเก็บในคลังสินค้า

แต่ถ้าหากเป็นไม้อัดแปรรูปที่ต้องขนถ่ายลงเรือสินค้าทั่วไปโดยตรงจะทำการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปไปที่หน้าท่าเพื่อรอดำเนินการขนถ่ายลงเรือ เมื่อดำเนินการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปจากรถบรรทุกหมดแล้ว คนขับรถบรรทุกจะนำเอกสารยื่นให้เจ้าหน้าที่เพื่อออกใบขนถ่ายน้ำหนักรถบรรทุกออกจากท่าเรือ ทั้งนี้ก่อนที่เรือสินค้าทั่วไปจะเข้าเทียบท่าฝ่ายวางแผนจะประชุมวางแผนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปลงเรือ และให้หัวหน้าคนงานแจ้งแผนงานให้คนงานทราบเพื่อจัดเตรียมอุปกรณ์และเครื่องมือ โดยเมื่อเรือสินค้าทั่วไปมาถึงท่าเรือจะทำการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปตามกำหนดการที่วางแผน การขนถ่ายไม้อัดแปรรูปลงเรือจะใช้เครนของเรือในการยกไม้อัดแปรรูปลงไปในระวางของเรือ จากนั้นรถโพล์คลิฟท์ซึ่งอยู่บนเรือจะทำการจัดเก็บไม้อัดแปรรูปตามตำแหน่งที่ฝ่ายวางแผนกำหนดไว้ เมื่อทำการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปลงเรือสินค้าทั่วไปครบตามจำนวนเรียบร้อยแล้ว เรือสินค้าทั่วไปจึงจะออกจากท่าเทียบเรือเพื่อเดินทางไปยังท่าเรือปลายทาง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลและสัมภาษณ์ผู้ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการขนถ่ายสินค้าไม้อัดแปรรูป พบว่ารถโพล์คลิฟท์เป็นเครื่องมือที่สำคัญในการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป ทั้งการขนถ่ายจากรถบรรทุกไปที่คลังสินค้า และจากคลังสินค้าไปที่หน้าท่าเทียบเรือ รวมทั้งการขนถ่ายในระวางเรือ ซึ่งหากการทำงานของรถโพล์คลิฟท์ช้าจะส่งผลให้เกิดการรอคอย โดยเฉพาะที่บริเวณหน้าท่าเทียบเรือ ถ้ารถโพล์คลิฟท์ขนถ่ายไม้อัดแปรรูปมา

ส่งให้ครนหน้าท่าไม่ทันจะทำให้เกิดการรอคอยของครนส่งผลต่อเวลาการเทียบท่า ซึ่งปัจจุบันพบว่าระยะเวลาโดยเฉลี่ยในการเทียบท่าของเรือสินค้าสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ซึ่งปัญหาดังกล่าวเกิดจากจำนวนของรถโพล์คลิฟท์ที่ไม่เหมาะสมทำให้เกิดการล่าช้าในการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป



รูปที่ 2 ขั้นตอนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป



รูปที่ 3 ลักษณะการเปิดผ้าใบที่คลุมไม้อัดแปรรูป

3.2 การรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยนี้ ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลในเดือนธันวาคม 2563 ถึงเดือนมกราคม 2564 โดยใช้แบบฟอร์มบันทึกเวลาดังแต่การมาของรถบรรทุก ระยะเวลาที่ใช้การเดินทางไปยังจุดต่างๆ ภายในท่าเรือ ระยะเวลาการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอน จำนวนทรัพยากรที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน ระยะเวลาที่เรือเทียบท่า โดยการดำเนินงานในแต่ละขั้นตอนสามารถเก็บข้อมูลได้ 200 ชุด

3.3 การวิเคราะห์แจกแจงข้อมูล

จากการวิเคราะห์การแจกแจงของกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป โดยใช้เครื่องมือ Input analyzer ของโปรแกรมแบบจำลองสถานการณ์อาร์โน่าโดยการทดสอบไคสแควร์ (Chi-square test) ด้วยค่าความเชื่อมั่น 95% ผลการวิเคราะห์การแจกแจงแสดงดังตารางที่ 1

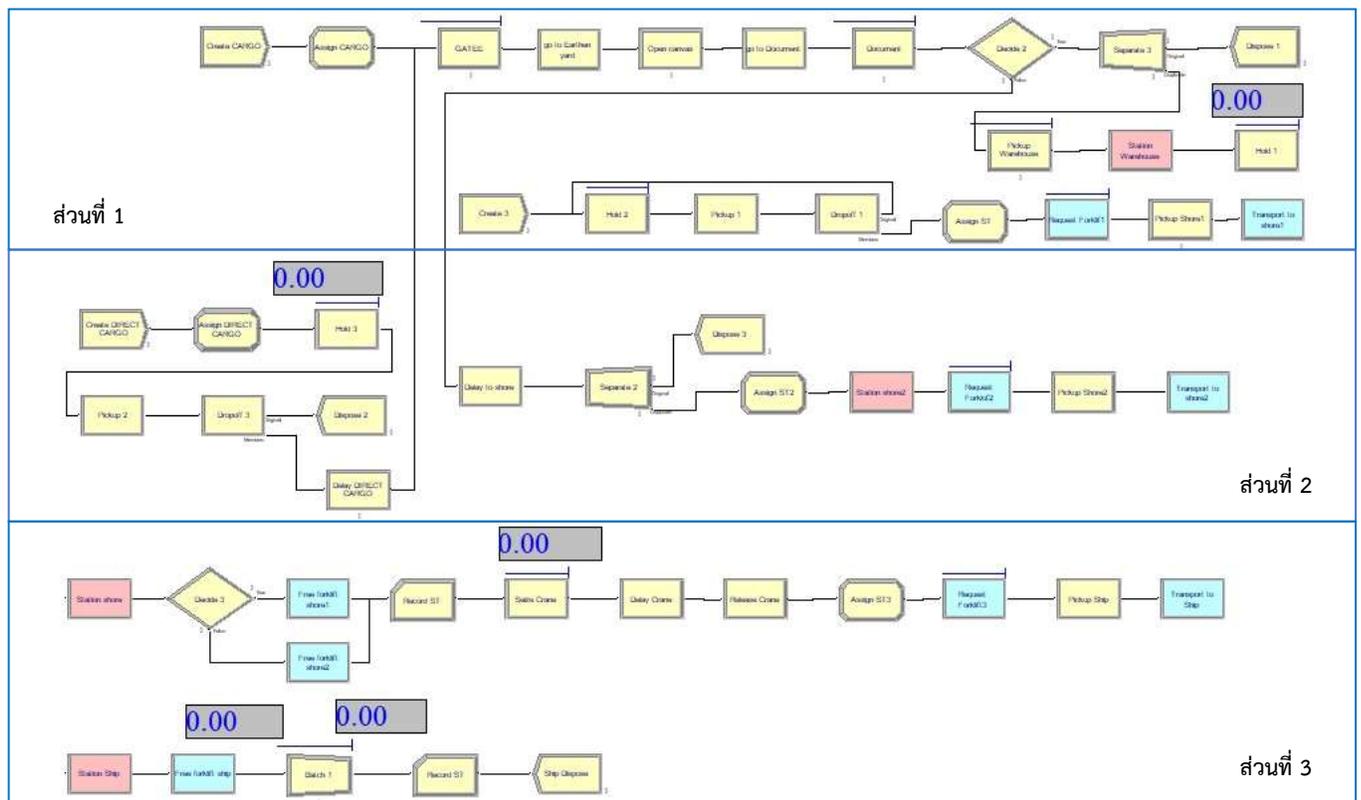
3.4 การสร้างแบบจำลองสถานการณ์

การสร้างแบบจำลองสถานการณ์ในงานวิจัยนี้ จำลองการมาของไม้อัดแปรรูปตามอัตราการมาที่ได้จากการแจกแจง โดยมีการแยกประเภทการมาของไม้อัดแปรรูปเป็น 2 ประเภท คือ

ไม้อัดแปรรูปที่นำเข้ามาจัดเก็บไว้ที่คลังสินค้าคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 90 ของปริมาณไม้อัดแปรรูปส่งออก และไม้อัดแปรรูปที่ขนถ่ายลงเรือสินค้าโดยตรงคิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 10 ของปริมาณไม้อัดแปรรูปส่งออก การจำลองสถานการณ์ แบ่งเป็น 3 ส่วน (แสดงดังรูปที่ 4) ดังนี้ ส่วนที่ 1 คือกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปเพื่อจัดเก็บที่คลังสินค้า ส่วนที่ 2 คือ กระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปไปยังเรือโดยตรง และส่วนที่ 3 คือ กระบวนการขนถ่ายสินค้าลงเรือสินค้าทั่วไป

ตารางที่ 1 การแจกแจงข้อมูลการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป

คำอธิบาย	การแจกแจง (นาทีก)	P-Value
การมาของสินค้าที่จัดเก็บในคลัง	EXPO (5.62)	0.224
การมาของสินค้าที่ขนไปหน้าท่า	EXPO (28.4)	0.336
เวลาจากจุดทางเข้าไปจุดจอด	BETA (1.4,1.14)	0.430
เวลาเปิดผ้าใบ	TRIA (12,14.7,17)	0.220
เวลาจากจุดจอดไปจุดทำเอกสาร	BETA (2.41,1.37)	0.296
เวลาทำเอกสาร	TRIA (1,1.67,4)	0.318
เวลายกสินค้าเก็บเข้าคลัง	UNIF (13,16)	0.315
เวลายกสินค้าจากคลังไปหน้าท่า	NORM (3.83,1.01)	0.092
เวลาโหลดสินค้าลงเรือ	NORM (5.87,0.98)	0.093
เวลาจัดสินค้าในระวางเรือ	BETA (0.968,0.91)	0.078



รูปที่ 4 แบบจำลองสถานการณ์กระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป

ส่วนที่ 1 เป็นการจำลองกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปเพื่อจัดเก็บที่คลังสินค้า โดยจะเริ่มจากรถบรรทุกนำไม้อัดแปรรูปผ่านเข้ามาที่ประตูทางเข้าของท่าเรือ จนถึงขั้นตอนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปจัดเก็บที่คลังสินค้าด้วยรถโฟล์คลิฟท์เพื่อรอการขนถ่ายลงเรือสินค้าทั่วไปเมื่อเรือมาถึงที่ท่าเรือ

ส่วนที่ 2 เป็นการจำลองกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปไปยังเรือสินค้าโดยตรง โดยที่เรือสินค้าทั่วไปจะเข้ามาเทียบท่าเรือรออยู่แล้ว ซึ่งแบบจำลองสถานการณ์จะเริ่มจากรถบรรทุกนำไม้อัดแปรรูปผ่านเข้ามาที่ประตูทางเข้าของท่าเรือไปจุดจอดรถบรรทุกและทำการเปิดผ้าใบสินค้า จากนั้นขับรถบรรทุกไปจุดตรวจสอบเอกสารที่บริเวณคลังสินค้าเพื่อดำเนินการตรวจสอบเอกสาร

ส่วนที่ 3 เป็นการจำลองสถานการณ์กระบวนการขนถ่ายสินค้าลงเรือสินค้าทั่วไป โดยสินค้าที่จะทำการขนถ่ายลงเรือมี 2 ส่วน คือ ไม้อัดแปรรูปที่จัดเก็บไว้ในคลังสินค้าของท่าเรือ และไม้อัดแปรรูปที่ทยอยเข้ามาที่ท่าเรือเพื่อขนถ่ายลงเรือโดยตรง ซึ่งไม้อัดประเภทนี้จะถูกขนถ่ายมาที่ท่าเรือเมื่อมีเรือสินค้าทั่วไปเข้ามาเทียบท่าแล้วเท่านั้น ไม้อัดแปรรูปส่วนที่มาจากคลังสินค้าของท่าเรือจะถูกขนถ่ายลงเรือสินค้าทั่วไปก่อนเป็นอันดับแรก จากนั้นไม้อัดแปรรูปที่จะขนถ่ายลงเรือโดยตรงจึงจะถูกขนถ่ายลงเรือเป็นลำดับต่อไป โดยไม้อัดแปรรูปจะต้องดำเนินการตรวจสอบเอกสารให้แล้วเสร็จก่อน จึงจะถูกเคลื่อนไปยังบริเวณหน้าท่าเรือด้วยรถโฟล์คลิฟท์เพื่อดำเนินการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปลงเรือ โดยไม้อัดแปรรูปจะถูกยกลงเรือด้วยเครนของเรือ จากนั้นเมื่อไม้อัดแปรรูปอยู่ในระวางเรือแล้วรถโฟล์คลิฟท์จะทำการขนย้ายไปจัดเก็บตามตำแหน่งที่กำหนด โดยเมื่อดำเนินการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปครบตามจำนวนแล้วเรือสินค้าทั่วไปจึงจะออกจากท่าเทียบเรือไป

3.5 การหาจำนวนรอบของการประมวลผล

จากการหาจำนวนรอบการประมวลผลซ้ำ [15] เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลจากแบบจำลองสถานการณ์มีค่าความผิดพลาดที่สามารถยอมรับได้ หรือ Half width ไม่เกินค่าที่กำหนดจึงต้องมีการกำหนดรอบการทำซ้ำ (Number of Replication) ด้วยสมการที่ (1) โดยกำหนดค่าความผิดพลาดที่รับได้ของเวลามีค่าไม่เกิน 0.095 ชั่วโมง และกำหนดระยะเวลาในการประมวลผลแต่ละรอบ 9 ชั่วโมง

$$n \cong n_0 \frac{h_0^2}{h^2} \quad (1)$$

โดยที่

n = จำนวนรอบ

n_0 = จำนวนรอบของการประมวลผลครั้งแรก

h_0^2 = ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้

h^2 = ค่าความผิดพลาดการประมวลผลครั้งแรก

เมื่อแทนค่าในสมการที่ (1) จะได้

$$n \cong 10 \times \left(\frac{0.160^2}{0.095^2} \right) \approx 29 \text{ รอบ}$$

3.6 การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

งานวิจัยนี้ได้ตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูป เพื่อพิสูจน์ว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นมาสามารถใช้เป็นตัวแทนของระบบและถูกต้องตามกระบวนการทำงานที่ต้องการศึกษา [16-17] โดยการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์มี 2 ขั้นตอน คือ การสอบทวน (Validation) และการทวนสอบ (Verification) โดยการสอบทวนได้ทำการเปรียบเทียบการไหลของกระบวนการทำงานจากแบบจำลองสถานการณ์กับกระบวนการทำงานจริง ส่วนการทวนสอบได้นำค่าคงที่มาแทนค่าต่างๆ ในแบบจำลองสถานการณ์ที่ได้พัฒนาขึ้นเปรียบเทียบกับ การคำนวณแบบจำลองสถานการณ์ด้วยตัวเอง (Simulation By Hand) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel ผลการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์แสดงดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 ตัวอย่างการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์

คำอธิบาย	ข้อมูลจริง	แบบจำลอง	ค่าคลาดเคลื่อน
จำนวนพาเลท (พาเลท)	6,000	6,000	-
เวลาจากประตูทางเข้าถึงตรวจสอบเอกสาร (นาที)	30.58	30.58	-
เวลาการขนจากคลังถึงระวางเรือ (นาที)	34.08	33.44	1.88%

จากตารางการตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองสถานการณ์ เมื่อทำการเปรียบเทียบแล้วมีความคลาดเคลื่อนที่น้อยคือไม่เกินร้อยละ 5 แสดงให้เห็นว่าแบบจำลองสถานการณ์ที่มีความถูกต้องและสามารถใช้เป็นตัวแทนของกระบวนการที่ต้องการศึกษาได้

4. ผลการศึกษาและอภิปรายผล

จากการวิเคราะห์ผลของแบบจำลองสถานการณ์การขนถ่ายไม้อัดแปรรูปที่เข้ามาในระบบ (Number In) จำนวน 6,000 พาเลท โดยการทำงานในปัจจุบันใช้รถโฟล์คลิฟท์ในการขนถ่ายรวมทั้งหมดจำนวน 11 คัน แบ่งเป็นรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในท่าเรือ (บนบก) จำนวน 6 คัน และรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในเรือจำนวน 5 คัน พบว่า ระยะเวลาเฉลี่ยของเรือสินค้าทั่วไปที่เทียบท่าคือ 188.950 ชั่วโมง หรือประมาณ 21 วัน โดยไม้อัดแปรรูปที่ขนจากคลังสินค้าไปที่หน้าท่ามีเวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์เฉลี่ย 99.63 ชั่วโมง และไม้อัดแปรรูปที่ขนจากรถบรรทุกไปที่หน้าท่ามีเวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์เฉลี่ย 4.864 ชั่วโมง ทั้งนี้ ไม้อัดแปรรูปที่จัดเก็บบนเรือไม่มีเวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์ จากข้อมูลแสดงให้เห็นว่ารถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในท่าเรือมีการทำงานตลอดเวลา ส่วนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในระวางเรือมีเวลารว่างงาน ดังนั้นการปรับเปลี่ยนจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ให้เหมาะสมในกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปของท่าเรือกรณีศึกษา จึงเป็นแนวทางหนึ่งในการปรับปรุงประสิทธิภาพในกระบวนการขนถ่ายสินค้าให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ผลจากการศึกษาทางเลือกสรุปได้ดังตารางที่ 3

จากตารางที่ 3 สามารถแบ่งแนวทางการเพิ่มจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ในกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปได้ 6 แนวทาง และแต่ละแนวทางแบ่งเป็น 4 ทางเลือก ดังนี้ แนวทางที่ 1-6 คือ การปรับจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในท่าเรือจำนวนตั้งแต่ 6-11 คัน และแต่ละแนวทางจะมีการปรับจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในระวางเรือตั้งแต่ 3-6 คัน (เนื่องจากข้อจำกัดด้านพื้นที่บนระวางเรือทำให้มีรถโฟล์คลิฟท์ได้สูงสุด 6 คัน)

ตารางที่ 3 ผลลัพธ์ของแบบจำลองสถานการณ์การขนถ่ายไม้อัดแปรรูปจากการปรับเปลี่ยนจำนวนรถโฟล์คลิฟท์

โฟล์คลิฟท์ (คัน)	เวลารอคอยโฟล์คลิฟท์ (ชั่วโมง)	เวลาเรือเทียบท่า			
		ในท่าเรือ	ในเรือ	คลัง	ท่าเรือ
6	3	99.630	4.852	0.076	188.940
6	4	99.600	4.862	-	188.900
6*	5*	99.630	4.864	-	188.950
6	6	99.630	4.865	-	188.940
7	3	85.364	4.080	0.295	161.970
7	4	85.365	4.073	-	161.980
7	5	85.369	4.078	-	161.980
7	6	85.377	4.078	-	161.990
8	3	74.675	3.496	2.083	151.190
8**	4**	74.671	3.497	-	147.040
8	5	74.667	3.493	-	147.060
8	6	74.668	3.497	-	147.060
9	3	66.359	3.054	2.081	151.200
9	4	66.368	3.060	-	147.070
9	5	66.367	3.058	-	147.070
9	6	66.362	3.056	-	147.060
10	3	59.720	2.692	2.093	151.200
10	4	59.712	2.693	-	147.070
10	5	59.712	2.694	-	147.100
10	6	59.717	2.697	-	147.060
11	3	54.275	2.402	2.078	151.180
11	4	54.261	2.402	-	147.050
11	5	54.270	2.404	-	147.030
11	6	54.270	2.404	-	147.030

* จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ใช้ในปัจจุบัน

** จำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่พิจารณาเลือกใช้

ผลการทดลองพบว่า การเพิ่มรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในท่าเรือตั้งแต่ 8 คันขึ้นไป และเพิ่มจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในระวางเรือตั้งแต่ 4 คันขึ้นไป ส่งผลให้ระยะเวลาที่เรือสินค้าเทียบท่าลดลงเหลือประมาณ 147 ชั่วโมง รวมทั้งทำให้เวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์มีค่าลดลง ตัวอย่างเช่น การเพิ่มรถที่ทำงานในท่าเรือเป็น 8 คัน และเพิ่มจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในระวางเรือเป็น 4 คัน ส่งผลให้เวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์ที่คลังสินค้าเท่ากับ 74.671 ชั่วโมง ที่หน้าท่าเท่ากับ 3.497 ชั่วโมง และไม่มีเวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์บนเรือ เปรียบเทียบกับการเพิ่มรถที่ทำงานในท่าเรือ 9 คัน และเพิ่มจำนวนรถโฟล์คลิฟท์ที่ทำงานในระวางเรือ 4 คัน ส่งผลให้เวลารอคอยรถโฟล์คลิฟท์ที่คลังสินค้าเท่ากับ 66.368 ชั่วโมง ที่หน้าท่าเท่ากับ 3.060 ชั่วโมง

และไม่มีเวลารอคอยรถโพล์คลิฟบนเรือ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการเพิ่มรถโพล์คลิฟที่ทำงานในท่าเรือ 1 คันจะผลให้ลดเวลารอคอยรถโพล์คลิฟที่คลังสินค้า 8.303 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 11.119 และลดเวลารอคอยรถโพล์คลิฟที่หน้าท่า 0.437 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 12.496

อย่างไรก็ตาม จากตารางจะเห็นได้ว่าการเพิ่มรถโพล์คลิฟที่ทำงานในท่าเรือตั้งแต่ 8 คันขึ้นไป และเพิ่มจำนวนรถโพล์คลิฟที่ทำงานในระวางเรือตั้งแต่ 4 คันขึ้นไป ไม่ส่งผลให้ระยะเวลาที่เรือสินค้าทั่วไปเทียบท่าลดลงอีก แต่จะทำให้เวลาในการรอคอยรถโพล์คลิฟลดลง ทั้งนี้การที่ระยะเวลาที่เรือสินค้าทั่วไปเทียบท่าไม่ลดลงอาจเกิดจากการที่รถโพล์คลิฟต้องทำงานร่วมกับเครนของเรือ ถึงแม้รถโพล์คลิฟจะทำงานได้เร็วขึ้นแต่ก็ต้องรอคอยให้เครนของเรือยกไม้อัดแปรรูปลงเรือ ดังนั้นทางเลือกที่เหมาะสมคือ การเลือกเพิ่มรถโพล์คลิฟที่ทำงานในท่าเรือเป็น 8 คัน และเพิ่มจำนวนรถโพล์คลิฟที่ทำงานในระวางเรือเป็น 4 คัน รวมทั้งหมดเป็น 12 คัน ซึ่งเพิ่มขึ้นจากการทำงานในสถานการณ์ปัจจุบัน 1 คัน โดยเมื่อเปรียบเทียบกับสถานการณ์ปัจจุบัน สามารถลดระยะเวลาที่เรือสินค้าทั่วไปเทียบท่าจาก 188.95 ชั่วโมง เป็น 147.04 ชั่วโมง หรือคิดเป็นร้อยละ 22.18 รวมทั้งสามารถลดเวลารอคอยรถโพล์คลิฟที่คลังสินค้าจาก 99.630 ชั่วโมง เป็น 74.671 ชั่วโมง หรือลดลง 24.959 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 25.052 และสามารถลดเวลารอคอยรถโพล์คลิฟที่หน้าท่าจาก 4.684 ชั่วโมง เป็น 3.497 ชั่วโมง หรือลดลง 1.187 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 25.342

5. สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้ได้ศึกษาขั้นตอนกระบวนการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปเพื่อส่งออกของท่าเรือกรณีศึกษา โดยประยุกต์ใช้แบบจำลองสถานการณ์ด้วยโปรแกรมอริน่าเพื่อหาแนวทางในการเพิ่มประสิทธิภาพ ซึ่งจากการศึกษาพบว่าจำนวนของรถโพล์คลิฟที่ใช้ในการขนถ่ายไม้อัดแปรรูปไม่เหมาะสม ส่งผลให้ระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเทียบท่าของเรือสินค้าทั่วไปสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด จึงทำการปรับเปลี่ยนจำนวนรถโพล์คลิฟที่ทำงานในท่าเรือและในเรือ โดยจากเดิมมีรถโพล์คลิฟที่ทำงานหน้าท่าจำนวน 6 คัน และมีรถโพล์คลิฟที่ทำงาน

ในระวางเรือ 5 โดยการพิจารณาทางเลือกได้นำผลลัพธ์จากแบบจำลองมาเปรียบเทียบกับกันนั้น ได้แก่ เวลารอคอยรถโพล์คลิฟ และระยะเวลาที่เรือสินค้าทั่วไปเทียบท่า

จากการวิเคราะห์หาจำนวนรถโพล์คลิฟที่เหมาะสมพบว่าการเพิ่มจำนวนของรถโพล์คลิฟที่ทำงานในท่าเรือเป็น 8 คัน และการลดจำนวนรถโพล์คลิฟที่ทำงานในระวางเรือเป็น 4 คัน เป็นแนวทางที่ดีที่สุดที่จะทำให้เกิดการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นได้และมีประสิทธิภาพ โดยจากการจำลองสถานการณ์จำนวนของไม้อัดแปรรูปที่เข้ามาในระบบจำนวน 6,000 พาเลท ส่งผลทำให้ระยะเวลาในการเทียบท่าเรือของเรือสินค้าทั่วไปมีระยะเวลาลดลงจาก 188.950 ชั่วโมง เป็น 147.040 ชั่วโมง หรือลดลง 41.91 ชั่วโมง คิดเป็นร้อยละ 22.180 ทำให้กระบวนการขนถ่ายสินค้าประเภทไม้อัดแปรรูปมีความรวดเร็วมากขึ้นและลดระยะเวลาที่เรือสินค้าทั่วไปเทียบท่าได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากปัจจุบันท่าเรือกรณีศึกษามีรถโพล์คลิฟจำนวน 15 คัน ดังนั้นจากผลการวิเคราะห์หาจำนวนรถโพล์คลิฟที่เหมาะสมพบว่าใช้จำนวนรถโพล์คลิฟรวมทั้งหมด 12 คัน (ในท่าเรือ 8 คันและในเรือ 4 คัน) ซึ่งไม่เกินกว่าจำนวนของรถโพล์คลิฟที่มีอยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น ท่าเรือไม่ต้องใช้เงินลงทุนเพิ่ม และส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของความคุ้มค่าด้านเศรษฐศาสตร์เพียงเล็กน้อย

5.2 ข้อเสนอแนะสำหรับกรณีศึกษาในอนาคต

งานวิจัยนี้ได้เสนอแนวทางลดระยะเวลาโดยเฉลี่ยของการเทียบท่าของเรือสินค้าทั่วไปที่ท่าเรือกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นปรับปรุงที่การขนถ่ายไม้อัดแปรรูปให้มีประสิทธิภาพโดยไม่ได้พิจารณาปัจจัยอื่นๆ ดังนั้นในงานวิจัยในอนาคตควรศึกษาการทำงานแต่ละขั้นตอนโดยละเอียด เพื่อวิเคราะห์หากระบวนการทำงานที่ไม่จำเป็นหรือซ้ำซ้อน ซึ่งจะช่วยให้สามารถตัดขั้นตอนการทำงานนั้นออกไปได้หรือปรับปรุงการทำงานนั้นให้เร็วขึ้นได้ และส่งผลให้ประสิทธิภาพในการทำงานเพิ่มมากขึ้น ดังนั้นหากมีแนวทางการปรับปรุงที่เพิ่มขึ้นก็สามารถนำผลการศึกษากองงานวิจัยนี้ไปเปรียบเทียบได้หรือพัฒนาต่อไป

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณพัสดราภรณ์ คำจำนงค์ คุณพศวัต กาวชู และคุณศิตา เต็มเพ็ชรหน้อง ที่ช่วยสำรวจและเก็บรวบรวมข้อมูลใน

งานวิจัยนี้ และขอขอบคุณบริษัทกรณีศึกษาที่ให้ข้อมูลที่จำเป็นในการวิจัยครั้งนี้เป็นอย่างดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] Chaophaya Terminal Internation Co.,Ltd, 2020, Port of Songkhla, Available from: <https://thsgz.ctic.co.th/frontpage#news>. [Accessed 18th October 2020]
- [2] Sarwar N. *Time Related Key Performance Indicators and Port Performance: A Review of Theory and Practice*, Faculty of Technology and Maritime Sciences, Vestfold University College, Norway. Report, 2013,
- [3] Duangphastra C, Rudjanakanoknad J. Selection of key performance indices for ports under the port authority of Thailand. *Journal of Transportation and Logistics*, 2017;10(1): 55-69.
- [4] Kotachia M, Rabadi G, Obeid MF. Simulation modeling and analysis of complex port operations with multimodal transportation. *Procedia Computer Science* 20, 2013. 229-234.
- [5] Lau YKH, Lee MYN. Simulation study of port container terminal quay side traffic. *AsiaSim 2007*: 227-236.
- [6] Sriphrabu P, Chamnanlor C. Improving service efficiency of a container yard through simulation modeling. In *Proceeding of 7th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)*, Bangkok, Thailand, 2020. p. 419-424.
- [7] Sriphrabu P, Chamnanlor C. A discrete- event simulation study to increase the performance of the empty container yard in a case- study seaport. *UBU Engineering Journal*, 2021;1(4): 1-13.
- [8] Kongyai P. *The Simulation for Productivity Improvement in Truck Loading System [dissertation]*. Master of Engineering (Engineering Management, Department of Industrial Engineering, Kasetsart University; 2019.
- [9] Kongthong T, Chamnanlor C. Simulation modeling to increasing the efficiency semi-trailer production. *KKU Research Journal (Graduate Studies)*. 2021;21(3): 13-26.
- [10] Aeimsum-ang S, Boonmee A. Simulation for the pineapple in retort pouches process improvement: a case study. *UBU Engineering Journal*. 2020;13(1): 114-126.
- [11] Nundee P, Neungmatcha W, Boonmee A. Determining the number of trucks suitable for increasing the utilization of sugarcane mechanical harvesters using simulation models. *Thai Journal of Operation Research*. 2018;6(1): 22-30.
- [12] Boonmee C, Kasemset C. Application of simulation technique for refrigerated truck sequencing based on job sequencing policies. *Thammasat Engineering Journal*. 2020;6(1): 35-45.
- [13] Rattanaubol S, Srisuwannapa C. Simulation for improving service effectiveness of pediatric and medical clinics in outpatient building of Phatthalung hospital. *Journal of Science Ladkrabang*. 2013;22(1): 107-116.
- [14] Chaiwuttisak P, Yangwai W, Meesat W, Somkeartvera S. Simulation of a Queuing System to Increase the Service Efficiency of Outpatient Department: a Case Study of Mueangpan Hospital Lampang Province. *Journal of Science Ladkrabang*, 2020;29(1): 10-23.
- [15] Banks J, Carson JS, Nelson BL, Nicol DM. *Discrete-Event System Simulation. 4th ed.* Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall; 2005.
- [16] Sargent RG. Verification and validation of simulation models. In *Proceedings of the Winter Simulation Conference (WSC '11)*. 2011, 183-198.
- [17] Ransikarbum K, Kim N, Ha S, Wysk RA, Rothrock L. A highway-driving system design viewpoint using an agent-based modeling of an affordance-based finite state automata. *IEEE Access*. 2017;6: 2193-2205.