

วิธีอ้างอิงบทความนี้: วรจักษ์ เกิดเสวียด, เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ และเทียนสิริ เหลืองวิไล. (2566). การพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน. วารสารวิทยาลัยโลจิสติกส์และซัพพลายเชน, 9(1), 76-85.

Received: March 07, 2022
Revised: April 19, 2022
Accepted: February 06, 2023

การพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระ ในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน

วรจักษ์ เกิดเสวียด^{1*}, เกียรติกุลไชย จิตต์เอื้อ² และ เทียนสิริ เหลืองวิไล³

บทคัดย่อ

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาปัญหาการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน และศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ด้วยการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มบนมือถือ ใช้รูปแบบการวิจัยแบบเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน จำนวน 20 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจง ได้แก่ ผู้บริหารระดับกลาง และระดับล่าง จำนวน 5 คน เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุสัมภาระ จำนวน 15 คน เครื่องมือที่ใช้ในการการวิจัยคือ แบบสอบถามและแบบสัมภาษณ์ การวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อหาค่าความถี่ ค่าร้อยละ และค่าเฉลี่ยผลการวิจัย พบว่า ปัญหาการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยานลดลง เป็นผลมาจากการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มบนมือถือเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน โดยวิธีทางออฟไลน์มาช่วยในการจัดเรียงและบรรจุสัมภาระลงในห้องบรรจุสัมภาระให้มีประสิทธิภาพ ซึ่งช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานบรรจุสัมภาระลงในตู้บรรจุสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถใช้เวลาที่ภายในตู้สินค้าได้คุ้มค่า โดยการบรรจุสินค้าได้จำนวนสูงสุด และลดจำนวนตู้สินค้าให้มีจำนวนต่ำสุด อีกทั้งยังลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน ส่งผลให้งานที่ได้มีคุณภาพ สร้างความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแพลตฟอร์มบนมือถืออยู่ในระดับมากขึ้น ผลการวิจัยที่ได้สามารถใช้เป็นแนวทางในการวางแผนปรับปรุงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเรียงสัมภาระในการขนส่งทางอากาศของอากาศยาน และใช้เป็นแนวทางในการจัดการด้านนิรภัยการบิน และสามารถนำแพลตฟอร์มที่พัฒนาขึ้นไปประยุกต์ใช้กับอากาศยานแบบอื่นที่มีลักษณะใกล้เคียงกันได้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระ

คำสำคัญ: การพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือ การเพิ่มประสิทธิภาพ การจัดวางสัมภาระในห้องบรรจุสัมภาระของอากาศยาน

ประเภทบทความ: บทความวิจัย

* ผู้รับผิดชอบงานหลัก

¹ นักศึกษาชั้นปริญญาโทหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีป้องกันประเทศ, สำนักบัณฑิตศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช, อีเมล: varut1223@gmail.com

²⁻³ กองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศนวมินทกษัตริยาธิราช, อีเมล: kiattkulchai@rtaf.mi.th. thiansiri@rtaf.mi.th

Developing a Mobile Platform for Baggage Placement Optimization in the Cargo Compartment of the Aircraft

Varut Kertsawiad^{1*}, Kiatkulchai Jit Uaa² and Tiansiri Luengwilai³

Abstract

This research aims to study the development of a mobile platform for baggage placement optimization in the cargo compartment of an aircraft and study the optimization of luggage arrangement in the aircraft cargo compartment with the application of the mobile platform. This study is a qualitative and quantitative research. The samples used in the research were 5 middle and lower management personnel and 15 workers involved in packing luggage were obtained by using purposive sampling, a tool used to collect data for research purposes. This time is an interview form and a questionnaire and researcher will analyze the data by using a packaged program to find the frequency and percentage. The results showed that the problem of luggage arrangement in the aircraft cargo compartment has decreased as a result of the application of a mobile platform to optimize the placement of cargo in aircraft cargo compartment. The optimization approach can help make more informed decisions about how to choose products to be loaded into containers. Using the space inside the container to be worthwhile and pack a maximum number of products but reduce the number of containers to the lowest number, increased satisfaction with using the mobile platform. The results of this research can be used as a guideline for planning improvements to optimize the baggage arrangement in air transport of aircraft and as a guideline in aviation safety management and the developed platform can be applied to other similar aircraft fleets to optimize cargo compartment load capacity.

Keywords: Developing a mobile platform, Optimization, Baggage placement in the cargo compartment of the aircraft

Type of Article: Research Article

*Corresponding author

¹ Master's degree students, Master of Engineering program Department of Defense Technology, Graduate School of Nawaminthakasatriyathirath Air Force Academy, E-mail: varut1223@gmail.com

^{2,3} Education Division, Nawaminthakasatriyathirath Air Force Academy, E-mail: kiatkulchai@rtaf.mi.th, thiansiri@rtaf.mi.th

1. บทนำ

การขนส่งทางอากาศมีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจและสังคมของโลก เพราะเป็นบริการขนส่งที่มีความสะดวกรวดเร็วและปลอดภัยมากกว่าการขนส่งรูปแบบอื่น โดยเฉพาะในภาวะปัจจุบันที่ประเทศต่างๆ มีการคมนาคมติดต่อกันมากขึ้นส่งผลให้การขนส่งทางอากาศของโลกขยายตัวเพิ่มขึ้นตลอดเวลา ดังนั้นการขนส่งทางอากาศจึงเป็นกิจการสาธารณูปโภคประเภทหนึ่งที่มีความสำคัญต่อการดำเนินชีวิตประจำวันในการประกอบอาชีพของประชาชนและเศรษฐกิจของประเทศ เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าการขนส่งทางอากาศ การจัดเรียงและบรรจุสินค้าลงตู้สินค้าจึงมีความสำคัญเพื่อให้ได้ปริมาณและจำนวนขนาดของสินค้าต้องสัมพันธ์กันกับขนาดของตู้สินค้า ซึ่งในกระบวนการจัดเรียงและบรรจุสินค้าลงตู้สินค้านั้น ต้องใช้พื้นที่ภายในตู้สินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุดด้วยการใช้หลักการจุดศูนย์ถ่วง (Centre of gravity) ในการจัดตำแหน่งพาเลททั้งหมดลงตู้สินค้า ซึ่งต้องคำนึงถึงขนาดของตู้สินค้าเป็นหลักด้วยการกำหนดรูปแบบการจัดวางพาเลทตามความกว้างและความยาวของตู้สินค้า ทำให้สามารถวางพาเลทได้ในชั้นแรก ปัญหาที่ตามมาคือการวางสินค้าเพิ่มซึ่งเป็นการวางซ้อนทับพาเลทเดิมทำให้สามารถพิจารณาจำนวนการวางซ้อนทับกันสูงสุดของพาเลทได้จากความสูงของตู้สินค้า โดยในแต่ละชั้นของพาเลทที่นำมาซ้อนทับกันควรจะเป็นพาเลทที่มีขนาดเท่ากัน เพื่อให้พาเลทมีความสมดุลและมั่นคงแข็งแรง (ธัญญธรณ์ ทองรีว, 2561)

ปัจจุบันเป็นยุคที่เทคโนโลยีถูกนำมาใช้และเข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันทำให้เกิดการนำเอา

เทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ไขปัญหการจัดเรียงสินค้าลงในตู้สินค้าที่เกิดขึ้น (ธวัชชัย บุญทัน และเทวัญ เริ่มสูงเนิน, 2554) ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษา การพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระในห้องบรรทุกสัมภาระของอากาศยาน เพื่อพัฒนาแพลตฟอร์ม โดยใช้วิธีทาง Optimization มาช่วยในการจัดเรียงและบรรจุสัมภาระลงในห้องบรรทุกสัมภาระให้มีประสิทธิภาพและอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานให้สามารถใช้พื้นที่ภายในห้องบรรทุกสัมภาระได้คุ้มค่าลดเวลาในการจัดเรียงสัมภาระ และเพิ่มความตระหนักรู้ในการจัดวางสัมภาระเพื่อความปลอดภัยตามข้อกำหนดด้านน้ำหนักของห้องบรรทุกสัมภาระ

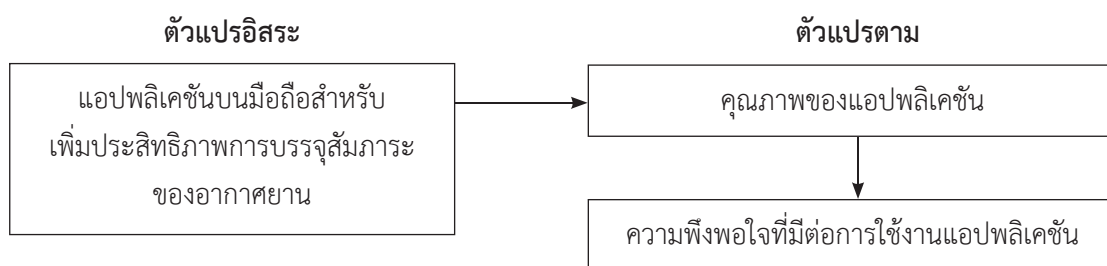
2. วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อศึกษาปัญหาการจัดวางสัมภาระในห้องบรรทุกสัมภาระของอากาศยาน
2. เพื่อศึกษาการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดวางสัมภาระในห้องบรรทุกสัมภาระของอากาศยาน ด้วยการประยุกต์ใช้แพลตฟอร์มบนมือถือ

3. สมมติฐานของการวิจัย

1. แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานมีคุณภาพสามารถใช้งานได้
2. ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน อยู่ในระดับมากขึ้นไป

4. กรอบแนวคิดการวิจัย



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

5. วรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

5.1 โมบายแอปพลิเคชัน

โมบายแอปพลิเคชัน (Mobile application) ซึ่งเป็นการประกอบขึ้นมาจากคำสองคำ คือ mobile กับ application มีความหมายดังนี้

Mobile คือ อุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในการพกพา ซึ่งนอกจากจะใช้งานได้ตามพื้นฐานของโทรศัพท์แล้ว ยังทำงานได้เหมือนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่พกพาได้ จึงมีคุณสมบัติเด่นคือ ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ใช้พลังงานค่อนข้างน้อย ปัจจุบันมักใช้ทำหน้าที่ได้หลายอย่างในการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสารกับคอมพิวเตอร์สำหรับ

Application หมายถึง ซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อช่วยการทำงานของผู้ใช้ (User) โดย Application จะต้องมีส่วนที่เรียกว่าส่วนติดต่อกับผู้ใช้ (User interface หรือ UI) เพื่อเป็นตัวกลางสำหรับการใช้งานต่างๆ mobile application เป็นการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์สำหรับอุปกรณ์เคลื่อนที่โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต โดยโปรแกรมจะช่วยตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังสนับสนุนให้ผู้ใช้โทรศัพท์ได้ใช้ง่ายยิ่งขึ้น ในปัจจุบันโทรศัพท์มือถือ หรือสมาร์ทโฟนมีความหลากหลายของระบบปฏิบัติการที่พัฒนาออกมาให้ผู้บริโภคใช้ ส่วนที่มักคนใช้และเป็นที่ยอมรับมากก็คือ iOS และ Android จึงทำให้เกิดการเขียนหรือพัฒนา Application ลงบนสมาร์ทโฟนเป็นอย่างมาก

ยกตัวอย่างเช่น แผนที่ เกม โปรแกรมคุยต่างๆ และหลายธุรกิจก็เข้าไปเน้นในการพัฒนา Mobile application เพื่อเพิ่มช่องทางในการสื่อสารกับลูกค้ามากขึ้น Mobile application เหมาะสำหรับธุรกิจและองค์กรต่างๆ ในการเข้าถึงกลุ่มคนรุ่นใหม่รวมถึงขยายการให้บริการผ่านมือถือ สะดวก ง่ายทุกที่ทุกเวลา (พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. 2556)

5.2 แนวคิดและทฤษฎีเกี่ยวกับการจัดเรียงสินค้าในตู้สินค้า

ปัจจุบันมีหลากหลายวิธีที่ใช้ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการวางแผนบรรจุและจัดเรียง กล่องสินค้าลงในตู้สินค้าให้มีการใช้ประโยชน์ของพื้นที่สูงสุด ลดการเสียเวลาและค่าใช้จ่ายที่ไม่จำเป็น รวมถึงมีผลต่อความพึงพอใจของผู้รับบริการ โดยอาจมีการคำนึงถึงปัจจัย (Constraints) ต่างๆ เช่น น้ำหนัก (Weight) ความกว้าง (Width) ความยาว (Length) ความสูง (Height) ของกล่องสินค้า (Three-dimensional) การวางตำแหน่ง (Position) หรือทิศทาง (Direction) การสับเปลี่ยน (Rotation) ลักษณะบรรจุภัณฑ์ที่เหมือน/แตกต่างกัน (Homogeneous/heterogeneous) ความคงตัว (Stability) และความสมดุลของอากาศยาน (Balanced constraint) เป็นต้น

Container loading problems เป็นปัญหาทางด้านเรขาคณิตในการจัดเรียง Items ของสินค้าต่างๆ ใน Container รูปแบบ “กล่องสี่เหลี่ยม” (บางกรณี

อาจเป็นรูปทรงอื่น) ลงในกล่องสินค้า (Containers) โดยจะต้องจัดเรียงให้เป็นระเบียบ ตั้งฉากกับผนังกล่อง และพื้นตู้สินค้าไม่มีส่วนเกยกัน (Overlap) รัศมี และ ไม่ทำให้สินค้าเสียหาย แบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ มีกล่องสินค้าเพียงพอ (บรรจุสินค้าโดยใช้ตู้สินค้าให้น้อยที่สุด) และมี ตู้สินค้าไม่เพียงพอ (บรรจุสินค้าลงในตู้สินค้าให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้) รวมถึงมีการคำนึงถึงปัจจัย (Constraints) ต่างๆ (เช่นกรณี Hard constraint ห้ามมีปัจจัยดังกล่าวเนื่องจากส่งผลกระทบต่อตรงกับการบรรจุสินค้าสำหรับ Soft constraints อาจมีได้แต่ควรหลีกเลี่ยงหรือจำกัดไว้) (Bortfeldt A. & Wäscher G., 2013) ส่วนใหญ่มักตระหนักถึงการใช้พื้นที่ให้ได้ประโยชน์สูงสุด (Volume utilization) ในพื้นที่ว่าง (Free space) ซึ่งกล่องที่มีขนาดใหญ่ มักได้รับการพิจารณาบรรจุเป็นลำดับแรก เพื่อให้เกิดพื้นที่ใช้ประโยชน์มากที่สุด (Useful space) และลดพื้นที่ว่างที่ไม่ได้ใช้ประโยชน์ (Rejected space) (ลดการแบ่งพื้นที่เป็นพื้นที่ย่อยๆ ให้น้อยที่สุด) และลด Inter-locking space ที่อาจทำให้เกิดปัญหาความสมดุลในการบรรจุ หากบรรจุได้ไม่เพียงพอจะต้องมีการออกแบบการเอาตู้สินค้าออกให้น้อยที่สุด และเมื่อนำ ตู้สินค้าออกจะต้องไม่ส่งผลกระทบต่อความสมดุลของกล่องด้านบน โดยหลักในการจัดเรียงของงานวิจัยนี้จะใช้ GRMod Grasp wall-building algorithm ร่วมกับ Linear integer programming การใช้หลัก Wall building (เป็นการสร้างกำแพงในแนวตั้งเพื่อให้ขนานกับด้านกว้างหรือด้านยาวของตู้สินค้า), Layer-building (การสร้างการจัดเรียงชั้นของ ตู้สินค้าซึ่งโดยทั่วไปแล้วอาจทำแบบ Guillotine structure), AND/OR-graph (การพิจารณาทั้ง Wall-building และด้าน Layer-building) รวมถึงพิจารณา Center of gravity, ความหนาแน่นและน้ำหนัก (Axle weight) ของตู้สินค้าด้วย (Ho et al., 2013)

5.3 วิธีการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

วิธีที่ได้รับความนิยมในการใช้แก้ไขปัญหาคือวิธี optimization ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของ Operation research (OR) เป็นคณิตศาสตร์ประยุกต์ และใช้หลักการทางวิทยาศาสตร์ในที่นี้คือ การสังเกต (Observation) และการทดสอบ (Testing) ในการตัดสินใจแก้ไขปัญหและการจัดการกิจกรรมต่างๆ ที่เกิดขึ้นในองค์กรเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด สำหรับปัญหาที่เกิดขึ้นมักอยู่ในรูปแบบของคณิตศาสตร์ Mathematical models, analytical procedure และ Algorithms ต่างๆ ทั้งนี้ OR เคยนำมาใช้ในการทหารสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 ในการบริหารทรัพยากรสำหรับกิจกรรมทางการทหาร และด้านธุรกิจ เศรษฐศาสตร์ โลจิสติกส์ อุตสาหกรรม การเมือง การขนส่งสินค้า การแพทย์ การสื่อสาร การวางแผน การตลาด และด้านอื่นๆ จนถึงปัจจุบัน โดยการแก้ไขปัญหาคงจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้จริง แก้ปัญหาเชิงระบบทั้งองค์กรมีข้อจำกัดประกอบใดองค์ประกอบหนึ่งและค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุดได้

6. วิธีดำเนินการวิจัย

6.1 รูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ

เป็นการศึกษา ค้นคว้า และวิเคราะห์ข้อมูลโดยการรวบรวมจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัย ต่างๆ เช่น วิทยานิพนธ์ เอกสารทางวิชาการ ระเบียบ คำสั่ง สื่อสิ่งพิมพ์ internet ตลอดจนบทความที่เกี่ยวข้อง จากนั้นผู้วิจัยได้ศึกษาถึงรูปแบบการวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative research) ในการใช้เครื่องมือเพื่อเก็บข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์เชิงลึก (In-depth interview) โดยการใช้แบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Structured interview) ลักษณะเป็นการสัมภาษณ์โดยใช้คำถามเหมือนกันทุกคนซึ่งเป็นแนวคำถามชนิดปลายเปิด (Open-ended question) ซึ่งเป็นรูปแบบของเครื่องมือวิจัยที่มีความยืดหยุ่นและเปิดกว้าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการสัมภาษณ์ครั้งนี้ ได้แก่ ผู้บริหารระดับกลาง และระดับล่าง จำนวน 5 คน ซึ่งผู้วิจัยกำหนดกลุ่มตัวอย่างแบบเจาะจง (Purposive sampling) เนื่องจากผู้วิจัยมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาการศึกษาจึงใช้วิธีการเก็บข้อมูลจากผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informants) คือ การสัมภาษณ์โดยกำหนดตัวผู้ให้ข้อมูลเป็นการเฉพาะเจาะจง เพราะผู้ให้ข้อมูลเป็นกลุ่มเป้าหมายที่เหมาะสมกับเรื่องที่ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาในครั้งนี้ โดยที่ผู้วิจัยเป็นผู้เลือกกลุ่มตัวอย่างในการสัมภาษณ์ด้วยตนเอง

6.2 รูปแบบการวิจัยเชิงปริมาณ

เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ (Quantitative research) เพื่อให้การดำเนินการวิจัยเป็นไปอย่างมีระบบและบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ ผู้วิจัยจึงกำหนดขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยเป็นผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดวางสัมภาระในห้องบรรทุกสัมภาระของอากาศยาน จำนวน 20 คน เลือกกลุ่มตัวอย่างด้วยวิธีแบบเจาะจง (Purposive sampling) ได้แก่ ผู้บริหารระดับกลาง และผู้บริหารระดับล่าง จำนวน 5 คน เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุสัมภาระ จำนวน 15 คน เป็นการทำวิจัยโดยการสำรวจ (Survey research) ใช้แบบสอบถามในการเก็บข้อมูล โดยวิธีการส่งแบบสอบถามให้กับกลุ่มตัวอย่างที่มีความสอดคล้องกับลักษณะของประชากรที่ใช้ในการวิจัย และการเก็บข้อมูลด้วยการสุ่มตัวอย่างโดยใช้ความสะดวก (Convenience sampling)

ในการศึกษาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ช่วยให้เกิดการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์เพื่อบรรจุลงในตู้บรรจุสินค้าให้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ สามารถใช้พื้นที่ภายใน ตู้สินค้าได้คุ้มค่า บรรจุสินค้าให้ได้จำนวนสูงสุด และลดจำนวนตู้สินค้าให้ได้จำนวนต่ำสุด โดยวิธีทาง optimization มีขั้นตอนการศึกษาดังนี้

1. ศึกษาวิธีการจัดเรียงสินค้าลงตู้สินค้า

ในการศึกษาวิธีการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน เป็นการการจัดเรียงกล่องสินค้าลงใน ตู้สินค้า ในสภาพการทำงานจริงนั้น พบว่า ไม่มี แบบแผนที่ชัดเจนและสม่ำเสมอการจัดเรียงคือ สินค้า ชนิดใดมาก่อน จะถูกนำมาจัดเรียงก่อน ซึ่งในกระบวนการจัดเรียงกล่องสินค้าลงในตู้สินค้านั้น การจัดเรียงจะซ้อนพาเลทสินค้าแต่ละชนิดให้ได้ตามแผนการส่งสินค้า โดยใช้ประสบการณ์ในการจัดเรียงและซ้อนพาเลทสินค้า ซึ่งมีข้อจำกัดคือ ความสูงของพาเลทสินค้าที่ถูกนำมาซ้อนกันทั้งหมดต้องไม่เกินความสูงของตู้บรรจุสินค้า และการซ้อนพาเลทสินค้าต้องไม่เกิน 5 ชั้น ซึ่งในแผนการส่งสินค้าจะมีสินค้าหลากหลายความสูงและมีจำนวนที่ไม่แน่นอนอีกทั้งในแต่ละครั้งที่มีการบรรจุสินค้าลงในตู้บรรจุสินค้าจะต้องใช้ระยะเวลานานในการจัดเรียงสินค้า ทำให้เกิดความล่าช้าในกระบวนการของขนส่ง ขั้นตอนถัดไป ตัวอย่างการจัดเรียงของสภาพหน้างานจริง คือ เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจะทำการซ้อนพาเลทสินค้าแบบสุ่มจัดแล้ว จัดเลย และนำงานดังกล่าวจัดเรียงเข้า

สำหรับการศึกษาวิธีการเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน แบบทดลองทุกทาง ทำตามกระบวนการของการทำงานโดยตั้งค่าการพลิกกล่องทั้ง 5 กล่อง เป็นแบบแรกสุดและทดสอบไปทั้งหมดที่สามารถตั้งค่าการพลิกกล่องได้ ซึ่งตู้สินค้าตามลำดับที่บรรจุเสร็จ หากมีการเพิ่มจำนวนสินค้าจะต้องมีการเพิ่มตู้บรรจุสินค้าและทำให้มีพื้นที่ว่างไม่ได้ใช้ประโยชน์ ทำให้เกิดต้นทุนในการส่งสินค้าเพิ่มขึ้น ดังนั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานให้มีประสิทธิภาพ จึงได้พัฒนาการพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานซึ่งมีขั้นตอน และกระบวนการสร้างและการพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานมาช่วยในการจัดเรียงและบรรจุสินค้า

สำเร็จรูปลงตู้สินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. การทดสอบการทำงานของแพลตฟอร์มบนมือถือ การทดสอบการทำงานของแพลตฟอร์มบนมือถือเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานมาช่วยในการจัดเรียงและบรรจุสินค้าสำเร็จรูปลงตู้สินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมีรูปแบบการทำงานดังนี้

ขั้นตอนและวิธีในการเก็บข้อมูล

กำหนดขนาดของกล่องตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่ม 5 ชนิด จากการเก็บข้อมูลซึ่งได้มาจากการวิธีการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ทำตามกระบวนการของการทำงานโดยตั้งค่าการพลิกกล่องทั้ง 5 กล่อง เป็นแบบแรกสุดและทดสอบไปทั้งหมดที่สามารถ ตั้งค่าการพลิกกล่องได้ ดังแสดงในภาพที่ 2

ขั้นตอนการดำเนินการสร้างแอปพลิเคชัน

1. ศึกษาตัวอย่างงานวิจัยในลักษณะเดียวกัน (แสดงสิ่งที่อ่านมาลงในเอกสาร)
2. พัฒนารูปแบบการทำงานที่ใช้ในการสร้างและการเขียนแอปพลิเคชัน (แนวคิดในการทดลองนำกระบวนการจัดเรียงไปใส่)
3. เขียนแอปพลิเคชัน โดยทดลองบน
 - ใส่ชื่อมือถือที่ทดสอบ
 - เขียนโปรแกรมทดสอบบน Android
 - ภาษาที่ใช้เขียน Dart
 - เทคโนโลยี ที่ใช้พัฒนา Flutter
 - ผลของการทดลองที่เกิดขึ้นใส่หน้าตาของแอปพลิเคชันแนบผลสำรวจ

ตารางที่ 1 กล่องตัวอย่างที่ใช้ในการสุ่ม 5 ชนิด

ชนิด	ขนาด cm			น้ำหนัก (Lbs)
	กว้าง (W)	ยาว (L)	สูง (H)	
กระเป๋าเดินทางขนาดเล็ก	40	61	25	15
กระเป๋าเดินทางขนาดกลาง	48	69	28	20
กล่องโฟมขนาดเล็ก	16	21	17	6
กล่องโฟมขนาดกลาง	18	24	20	8
กล่องโฟมขนาดใหญ่	22	31	25	12

7. ผลการวิจัย

สมมติฐานที่ 1 แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานมีคุณภาพสามารถใช้งานได้ ผลการวิเคราะห์ พบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้ เพราะแอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานมีคุณภาพสามารถใช้งานได้จริง เห็นได้จากการเก็บข้อมูลการใช้งาน

แอปพลิเคชันที่เกิดขึ้นจริงในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้าของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงาน ที่เกี่ยวข้องกับการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ลงตู้สินค้า จำนวน 40 ตู้ เฉลี่ยสัปดาห์ละ 5 ตู้ ในระยะเวลา 9 สัปดาห์ พบว่า แอปพลิเคชันที่นำมาใช้ในการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน สามารถลดจำนวนการใช้ตู้สินค้าของอากาศยานได้ในสัปดาห์ที่ 1, 2, 7 และ 9 โดยลดจำนวนการใช้ตู้สินค้าลงได้สัปดาห์ละ 1 ตู้

รวมทั้งหมด 4 ตัว คิดเป็นร้อยละ 10 เมื่อเทียบกับความชำนาญของเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ซึ่งมีเงื่อนไขสนับสนุนด้านคุณภาพของแอปพลิเคชันเป็น ดังผลการสัมภาษณ์ พบว่า

1. การนำแอปพลิเคชันมาใช้ในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้า และเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานสามารถใช้งานได้จริง เป็นการเพิ่มความสะดวกในการทำงาน ลดระยะเวลาในการปฏิบัติงาน และสามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเรียงสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้าได้จริง

2. ปัญหา และอุปสรรคในการใช้แอปพลิเคชันการบรรจุสัมภาระของอากาศยานนั้น เกิดขึ้นเฉพาะในช่วงแรกของการใช้งาน สาเหตุเนื่องจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานขาดความเข้าใจการใช้งานแอปพลิเคชัน แต่เมื่อได้ทำความเข้าใจในกระบวนการทำงานของแอปพลิเคชันแล้ว พบว่า แอปพลิเคชันสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ การจัดเรียงสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้ามีความสมดุล ช่วยลดระยะเวลาในการปฏิบัติงานได้จริง แต่มีรายละเอียดในบางส่วน เช่น รูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์ ซึ่งมีรายละเอียดในแต่ละชนิดแตกต่างกันไป ดังนั้น หากในอนาคตควรจะต้องนำรูปแบบของกล่อง บรรจุภัณฑ์ไปเป็นองค์ประกอบเพื่อใช้ในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป

3. คุณภาพของแอปพลิเคชันที่ใช้ในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้านั้น ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานลง ตู้สินค้า ซึ่งสามารถใช้งานได้จริง มีความเสถียรในการรับข้อมูลลดระยะเวลาในการทำงาน มีความสะดวกและใช้งานได้ง่าย เป็นแอปพลิเคชันที่ช่วยลดข้อผิดพลาดจากการทำงานด้านการจัดเรียงสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้า ก่อให้เกิดความสมดุลและปลอดภัยในการบิน ดังนั้น ควรมีการอบรมหรือแนะนำวิธีการใช้งานให้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานก่อน เพื่อให้เกิดความเข้าใจการทำงานของแอปพลิเคชันซึ่งก่อให้เกิดประสิทธิภาพ

ในการทำงานเพิ่มมากขึ้น

สมมติฐานที่ 2 ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งาน แอปพลิเคชัน สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน อยู่ในระดับมากขึ้นไป

ผลการศึกษาพบว่า ยอมรับสมมติฐานที่ตั้งไว้เนื่องจากเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานมีความพึงพอใจต่อการใช้งานแอปพลิเคชันเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน โดยภาพรวมอยู่ในระดับมากที่สุด ทั้งนี้อาจเป็นเพราะแอปพลิเคชันเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานสามารถทำงานได้จริง เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานจึงเกิดความพึงพอใจในการใช้งานแอปพลิเคชัน

8. สรุปผลการวิจัยและอภิปรายผล

8.1 แอปพลิเคชันบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน มีคุณภาพสามารถใช้งานได้ จากการศึกษาพบว่า การจัดวางสัมภาระในห้องบรรทุกทุกสัมภาระของอากาศยาน กระบวนการจัดเรียงและบรรจุสินค้าลงตู้สินค้านั้น ต้องใช้พื้นที่ภายในตู้สินค้าให้เกิดประโยชน์สูงสุด ด้วยการใช้หลักการจุดศูนย์กลาง (Center of gravity) ในการจัดตำแหน่งพาเลททั้งหมดลงตู้สินค้า ซึ่งต้องคำนึงถึงขนาดของตู้สินค้าเป็นหลักด้วยการกำหนดรูปแบบการจัดวางพาเลทตาม ความกว้างและความยาวของตู้สินค้าเพื่อให้วางพาเลทได้ในชั้นแรก ปัญหาที่เกิดขึ้นตามมาก็คือการวางสินค้าเพิ่มเป็นการวางซ้อนทับพาเลทเดิม ทำให้ต้องพิจารณาจำนวนการวางซ้อนทับกันสูงสุดของพาเลทจากความสูงของตู้สินค้า โดยในแต่ละชั้นของพาเลทที่นำมาซ้อนทับกันควรเป็นพาเลทที่มีขนาดเท่ากัน เพื่อให้พาเลทมีความสมดุลและมั่นคงแข็งแรง การใช้เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานเพื่อจัดเรียงและบรรจุสินค้าลงตู้สินค้านี้กล่าวขึ้นอยู่กับความชำนาญและประสบการณ์ในการแก้ปัญหาตามความเป็นจริงของสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งที่ทำการบรรจุสินค้าลงในตู้สินค้า โดยไม่สามารถรู้ได้ว่าในแต่ละครั้ง

ที่มีการจัดเรียงสินค้าในตู้สินค้าเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุดหรือไม่ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดในการจัดเรียงสินค้า จึงมีการพัฒนาแพลตฟอร์มบนมือถือสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน โดยใช้วิธีทาง Optimization มาใช้ในการจัดเรียงและบรรจุสัมภาระลงในห้องบรรจุสัมภาระให้มีประสิทธิภาพ และอำนวยความสะดวกต่อผู้ปฏิบัติงานให้สามารถใช้พื้นที่ภายในห้องบรรจุสัมภาระได้คุ้มค่า สามารถลดระยะเวลาในการจัดเรียงสัมภาระและเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดเรียงสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้าได้จริงและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นในอนาคตควรจะต้องนำรูปแบบของกล่องบรรจุภัณฑ์มาเป็นองค์ประกอบในการพัฒนาแอปพลิเคชันต่อไป ส่วนด้านคุณภาพการใช้งานแอปพลิเคชัน พบว่าสามารถใช้งานได้จริง แอปพลิเคชันมีความเสถียรในการรับข้อมูล สะดวกและใช้งานง่าย ลดข้อผิดพลาดจากการทำงานด้านการจัดเรียงสัมภาระของอากาศยานลงตู้สินค้าได้จริง สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชันธุธรณ์ ทองริ้ว (2561) ศึกษาวิจัยเรื่อง วิธีการทางฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าลงตู้สินค้า ผลการศึกษาพบว่า ปัญหาการจัดเรียงสินค้าลงในตู้สินค้านั้นเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นกับบริษัทที่เป็นผู้กระจายสินค้า เกิดจากข้อจำกัดด้านความสูงของการซ้อนพาเลทซึ่งต้องไม่เกินพิกัดความสูงของตู้สินค้า เพราะการจัดเรียงสินค้าลงในตู้สินค้าส่วนใหญ่ขึ้นอยู่กับความชำนาญและอาศัยประสบการณ์ของพนักงานในการแก้ปัญหาตามสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในแต่ละครั้งที่ทำการบรรจุสินค้าต่างๆ ลงในตู้สินค้า แต่เมื่อนำรูปแบบการจัดเรียงสินค้าด้วยวิธีการทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการจัดเรียงสินค้า พบว่า ถูกต้องแม่นยำ สามารถประมวลผลได้เร็วกว่าการจัดเรียงแบบใช้ความชำนาญของพนักงาน อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนการใช้ตู้สินค้าได้ และเพิ่มการใช้พื้นที่ตู้สินค้าได้มากกว่าเดิมโดยเฉลี่ยร้อยละ 8.33 และเพิ่มความตระหนักรู้ในการจัดวางสัมภาระเพื่อความปลอดภัยตามข้อจำกัด

ด้านน้ำหนักของห้องบรรจุสัมภาระ สอดคล้องกับรัชชัย บุญทัน และเทวัญ เริ่มสูงเนิน (2554) ศึกษาวิจัยเรื่อง ระเบียบวิธีฮิวริสติกส์สำหรับปัญหาการจัดวางกล่องทรงฉากในตู้บรรจุทรงฉาก การจัดการการบรรจุกล่องบรรจุอาหารใน 3 มิติ เพื่อที่จะลดช่องว่างในตู้บรรจุสินค้าที่ใช้ขนส่งสินค้า โดยใช้ฮัลกอริทึมของฮิวริสติกส์แบบวิธีเชิงพันธุกรรมร่วมกับการจัดวางแบบแบบทดสอบจุดตัดตามลำดับแกน (GA-AOT) และการจัดวางแบบจุดมุมร่วมกับวิธีเชิงพันธุกรรม (GA-CPP) และนำรูปแบบทั้งสองมาทำการเปรียบเทียบกัน โดยนำเสนอปัญหาการบรรจุ 2 ตัวอย่างด้วยกัน ผลก็คือ ปัญหาตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด $7*7*7$ ลูกบาศก์เมตร บรรจุกล่องสินค้าที่มีขนาดแตกต่างกัน 30 กล่อง และปัญหาที่เกิดจากตู้คอนเทนเนอร์ที่มีขนาด $7*7*7$ ลูกบาศก์เมตร แต่บรรจุกล่องสินค้าซึ่งมีขนาดแตกต่างกัน 6 ขนาด จากผลการทดลองทั้งสองปัญหา พบว่า วิธีการจัดเรียงแบบ CPP มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด พบว่า ผลลัพธ์ที่ได้จากการจัดวางแบบ GA-AOT และ GA-CPP ให้ผลเฉลยใกล้เคียงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันในด้านของเวลาที่ใช้ในการประมวลผล การนำวิธีการจัดวางแบบ GA-AOT สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่ไม่มี ความเร่งด่วนทางด้านเวลาและใช้ในการประมวลผลที่มีความแม่นยำระดับสูง เนื่องจากว่าการจัดเรียงแบบ AOT จะทำการตรวจสอบทุกจุดที่เป็นไปได้ ส่วนวิธีการจัดวางแบบ GA-CPP สามารถนำไปใช้ในงานที่ต้องการผลที่รวดเร็วและใช้ในการประมวลผลที่มีความแม่นยำระดับปานกลาง เนื่องจากการนำเฉพาะจุดที่เกิดจากการวาง 3 จุด มาตรวจสอบไม่ได้ตรวจสอบทุกจุดเช่นเดียวกับ AOT จึงทำให้ใช้เวลาในการทดสอบน้อยกว่าในการศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันสำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยาน ผลการศึกษา พบว่า ภาพรวมอยู่ในระดับมากขึ้นไป

8.2 ความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งาน แอปพลิเคชัน

พบว่า เจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานความพึงพอใจที่มีต่อการใช้งานแอปพลิเคชันอยู่ในระดับมากขึ้นไป ทั้งนี้อาจเป็นเพราะ แอปพลิเคชันสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานได้ สอดคล้องกับงานวิจัยของ ชินวัจน์ งามวรรณกร (2562) ที่ว่าคุณภาพทางเทคนิคของแอปพลิเคชันและเนื้อหาของแอปพลิเคชัน โดยรวมอยู่ในระดับมาก ผู้ใช้งานแอปพลิเคชันมีความพึงพอใจต่อแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ โดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการทำงานของแอปพลิเคชันถูกต้องแม่นยำ สามารถประมวลผลได้เร็วกว่าการจัดเรียงแบบใช้ความชำนาญของพนักงาน อีกทั้งยังสามารถลดจำนวนการใช้ตู้สินค้าได้ และเพิ่มการใช้พื้นที่ตู้สินค้าได้มากกว่าเดิม ก่อให้เกิดความตระหนักรู้ในการจัดวางสัมภาระเพื่อความปลอดภัยตามข้อกำหนดด้านน้ำหนักของห้องบรรจุสัมภาระ

9. ข้อเสนอแนะ

9.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

แอปพลิเคชันสำหรับเพิ่มประสิทธิภาพการบรรจุสัมภาระของอากาศยานที่ใช้ในการทดลองนี้สามารถใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถลดระยะเวลาในการวางแผนจัดเรียงสินค้าและลดการใช้ความชำนาญของผู้ปฏิบัติงานได้ อีกทั้งยังสามารถใช้งานได้ง่าย คล่องตัว สามารถสับเปลี่ยนเจ้าหน้าที่ผู้ปฏิบัติงานในการบรรจุสัมภาระของอากาศยานได้ และยังคงได้รับผลลัพธ์ในการจัดเรียงสินค้าที่มีประสิทธิภาพคงเดิม

9.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาและวิจัยต่อไป การเพิ่มตัวเลือกให้สามารถเลือกขนาดของตู้สินค้าขนาดพาเลท รวมไปถึงกำหนดน้ำหนักรวมของสินค้าให้ไม่เกินขีดจำกัดของตู้สินค้าได้อย่างอิสระ ถือเป็นข้อเสนอแนะให้เกิดการพัฒนาแอปพลิเคชันให้เหมาะสมกับสินค้าชนิดอื่น ๆ ต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- ชินวัจน์ งามวรรณกร. (2562). *การพัฒนาแอปพลิเคชันสื่อการเรียนรู้บนอุปกรณ์เคลื่อนที่ เรื่อง ภาษาอังกฤษสำหรับนักสารสนเทศ*. รายงานการวิจัย คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏยะลา.
- พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร. (2556). *คู่มือการเขียน Android*. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ธัญญธรณ์ ทองริ้ว. (2561). *วิธีการทางฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดเรียงสินค้าลงตู้สินค้า*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- รัชชัย บุญทัน และเทวัญ เริ่มสูงเนิน. (2554). *ระเบียบวิธีฮิวริสติกสำหรับปัญหาการจัดวางกล่องทรงฉากในตู้บรรจุทรงฉาก*. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- Ho, W., Lim, A. & Oon, W. (2013). *Maximizing Paper Spread in Examination Timetabling Using A Vehicle Routing Method*. Retrieved 18 May 2021, From: <http://doi.ieeecomputersociety.org/10.1109/ICTAI.2001.974484A>.
- Bortfeldt, A. & G. Wäscher. (2013). Constraints in container loading – A state-of-the-art review. *European Journal of Operational Research*, 229(1), 1-20.