

การออกแบบแนวความคิดของตู้บรรจุสินค้าขึ้นอากาศยานขนาด LD3 ชนิดถอดประกอบได้

Conceptual Design of an Aircraft's Disassembled Unit Load Device (LD3)

พรพงศ์ สันติวิบูลย์¹ และธีรพจน์ เวศพันธุ์²

Pornpong Santiviboon¹ and Teerapot Wessapan²

¹หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการบริหารการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

¹Master of Science Program in Aviation Management, Eastern Asia University

²คณะการบิน มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเซีย

²Faculty of Aviation, Eastern Asia University

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) สำรวจความต้องการของตู้บรรจุสินค้าขนาด LD3 และ (2) เพื่อออกแบบแนวความคิดขั้นต้นของตู้บรรจุสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ เพื่อลดพื้นที่ที่ระวางบรรจุสินค้าได้ของอากาศยานที่ใช้สำหรับการขนส่งตู้บรรจุสินค้าเปล่า โดยอาศัยเทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ (QFD) ในการแปลงข้อมูลจากความต้องการของผู้ใช้งานเป็นข้อกำหนดด้านเทคนิคและแนวทางในการออกแบบแนวความคิดขั้นต้น ผลการสำรวจจากพนักงานสายการบินและพนักงานคลังสินค้าท่าอากาศยานสุวรรณภูมิพบว่า คุณลักษณะของตู้บรรจุสินค้าที่ผู้ใช้งานให้ความสำคัญในอันดับต้น ๆ คือ ความปลอดภัยของอากาศยาน และความสะดวกในการขนส่ง รองลงมาเป็นด้านความแข็งแรง ความสะดวกในการจัดเก็บ และการใช้ประโยชน์จากตู้บรรจุสินค้าได้อย่างหลากหลาย จากนั้นได้นำผลการสำรวจมาดำเนินการออกแบบขั้นต้นของตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้โดยใช้เทคนิค QFD และ SMED ผลการสำรวจพบว่า แนวคิดตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้นี้มีความน่าสนใจร้อยละ 75 โดยให้ความสำคัญด้านการถอดประกอบและการขนส่ง อีกร้อยละ 25 เห็นว่ายังไม่น่าสนใจ เนื่องจากความกังวลด้านความปลอดภัยในการขนส่งทางอากาศและใช้เวลามากขึ้นจากกระบวนการปกติ

คำสำคัญ: ตู้บรรจุสินค้า, การขนส่งสินค้าทางอากาศ, การออกแบบแนวความคิดขั้นต้น

Abstract

This research aims to (1) survey the preferences of a LD3 air cargo container and (2) to create a conceptual design of LD3 disassembled cargo container (AKE) in order to reduce the space used for transport empty container on aircraft's cargo compartment. The quality function deployment (QFD) is used to transform data from user preferences into technical terms and guide to conceptual design. The survey result from airline's staff and Suvarnabhumi Airport warehouse staff found that the features of cargo container which are important are the aircraft's safety and air transportation

convenience, followed by the strength, storage convenience and utilization of container. The survey was proceeded to disassembled container design using QFD and SMED technique. Survey result shows 75% of respondents were interested in the disassembled container by weighting the importance of easy to disassemble and transportability. Moreover 25% of respondents were not interesting because of air transport safety concerns and more time spent from the normal process.

Keywords: cargo container, air cargo transportation, conceptual design



บทนำ

ในปัจจุบันการบิน รวมทั้งการขนส่งสินค้าทางอากาศ ซึ่งใช้เวลาในการขนส่งน้อยกว่าเมื่อเทียบกับการขนส่งประเภทอื่นได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก (Kongsaeng-ngam, 2014) อุตสาหกรรมการบินในประเทศไทยนั้นนับได้ว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่ยังมีโอกาสนในการพัฒนาเพื่อช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศ ทั้งเมื่อพิจารณาประกอบปัจจัยทางด้านภูมิศาสตร์ที่ตั้งของประเทศก็มีความเหมาะสมสำหรับรองรับระบบคมนาคมขนส่งทางอากาศในภูมิภาคและของโลกได้อีกด้วย (Kongsamutr, 2000) การออกแบบแนวความคิดของตู้บรรทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้นี้ มีสาเหตุสำคัญมาจากความต้องการในการแก้ปัญหา อันเกิดจากปริมาณความต้องการในการขนส่งทางอากาศในเที่ยวบินหนึ่ง ๆ มีเป็นจำนวนมาก ทั้งผู้โดยสาร สัมภาระผู้โดยสาร ปริมาณสินค้าและประเภณียภัณฑ์ที่ต้องขนส่งไปกับเที่ยวบิน รวมไปถึงตู้สินค้าเปล่าที่สายการบินมีความจำเป็นต้องขนส่งกลับไปยังสนามบินต้นทาง หรือส่งไปเพื่อใช้ในสนามบินอื่น ๆ ในขณะที่ปริมาณความจุและระวางของเครื่องบินที่ใช้ทำการบินมีอยู่อย่างจำกัด การลดพื้นที่ระวางขนส่งของตู้สินค้าเปล่า จึงเป็นการบริหารจัดการทรัพยากรซึ่งมีอยู่อย่างจำกัด ให้เกิดประโยชน์สูงสุดได้

วัตถุประสงค์การวิจัย

1. เพื่อสำรวจคุณลักษณะที่ต้องการของตู้บรรทุกสินค้า ขนาด LD3 แบบ AKE จากสายการบิน และผู้ใช้งาน

2. เพื่อออกแบบแนวความคิดของตู้สินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ที่สามารถถอดแยกส่วนประกอบได้

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ (Quality Function Deployment--QFD)

ความคาดหวังของลูกค้าหรือผู้ใช้บริการในสินค้าหรือบริการแต่ละประเภทมีความแตกต่างกันไป ซึ่งในสินค้าชนิดเดียวกันนั้น หากสำรวจความต้องการของลูกค้าแต่ละกลุ่ม ก็อาจได้คำตอบที่ไม่เหมือนกัน เช่น สินค้าชนิดหนึ่ง ลูกค้าที่ใช้ในกลุ่มหนึ่งอาจพิจารณาเรื่องราคา ลูกค้าอีกกลุ่มหนึ่งอาจพิจารณาเรื่องความคุ้มค่าของการใช้งาน ลูกค้าอีกกลุ่มหนึ่งอาจพิจารณาที่อายุการใช้งานของสินค้า เป็นต้น การสำรวจและประเมินความคาดหวังความต้องการ รวมไปถึงความพึงพอใจของลูกค้าต่อสินค้าชนิดนั้น ๆ จึงมีความจำเป็นต่อขั้นตอนการออกแบบของตัวสินค้า เทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ เป็นเทคนิคหนึ่งที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลซึ่งได้จากการสำรวจความคาดหวังของลูกค้าต่อสินค้า โดยการนำความคาดหวังหรือความต้องการของลูกค้ามาจัดกลุ่มโดยอาศัยความใกล้เคียงกันของข้อมูล หลังจากนั้นจึงนำกลุ่มความคาดหวังนั้น มาวิเคราะห์ความสัมพันธ์ร่วมกับข้อมูลของผลิตภัณฑ์ในตาราง QFD Matrix หรือบ้านคุณภาพ (house of quality) (BKR Business, 2013)

What List ได้แก่ ข้อมูลดิบที่ได้จากการสำรวจความคาดหวัง หรือความต้องการของลูกค้า หรือผู้ใช้บริการต่อสินค้าหรือบริการชนิดนั้น ๆ

HOW List เป็นข้อมูลที่นำการบริหารจัดการมาใช้เพื่อตอบสนองต่อความคาดหวังของลูกค้าต่อสินค้า มาแปลงเป็นข้อมูลเชิงเทคนิคสำหรับขั้นตอนทางวิศวกรรม

Why vs. What & How เป็นข้อมูลขั้นต้นซึ่งได้จากการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวางแผนบริหารจัดการที่ตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้า

Relationships หรือ What vs. How เป็นส่วนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างความคาดหวังของลูกค้า กับข้อมูลเชิงเทคนิคทางวิศวกรรมสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อให้ผลิตภัณฑ์สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังของลูกค้าได้มากที่สุด

How Interdependencies หรือ How vs How เป็นส่วนที่แสดงถึงความสัมพันธ์ของหลักการทางเทคนิคเชิงวิศวกรรมว่ามีความสอดคล้องหรือขัดแย้งกันหรือไม่อย่างไร

How vs How Much และ How Much เป็นส่วนที่บอกถึงการปรับระดับของการใช้กรรมวิธีทางเทคนิคที่กำหนดไว้ เพื่อให้สามารถตอบสนองต่อความคาดหวังของลูกค้า เพื่อให้เกิดความพึงพอใจสูงสุด

เทคนิคการปรับตัวเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (Single-Minute Exchange of Die--SMED)

เป็นการดำเนินการเกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนเครื่องจักร (changeover) ต้องมีการวิเคราะห์ขั้นตอนกระบวนการต่าง ๆ ที่ทำอยู่ในปัจจุบันนั้นเป็นอย่างไรบ้าง เพื่อใช้ปรับปรุงการหาวิธีทำการติดตั้งเครื่องจักรที่เป็นงานที่จำเป็น โดยใช้เวลาหยุดเดินเครื่องจักร (downtime) สั้นที่สุด (Productivity Press Development Team, 2007) ถูกคิดค้นขึ้นโดย Dr. Shigeo Shingo โดยในยุคเริ่มแรกนั้น นับเวลาตั้งแต่เครื่องจักรหยุดการทำงาน จนถึงเวลาที่เครื่องจักรที่ถูกปรับตั้งใหม่เริ่มทำงาน แต่ในยุคหลังนั้นได้เริ่มนับเวลาตั้งแต่เครื่องจักรผลิตชิ้นงานสุดท้ายออกมา ก่อนจะหยุดทำงาน จนถึงเวลาที่ชิ้นงานใหม่ถูกผลิตออกมาภายหลังเครื่องจักรได้รับการปรับตั้งใหม่แล้ว ซึ่งได้รวมเอาเวลาการปรับงานและกระบวนการทดลองการผลิตเข้าไปด้วย ปัญหาและอุปสรรคอันเกิดจาก

การใช้กระบวนการ SMED ในภาคปฏิบัติที่ส่งผลต่ออัตราการประสบความสำเร็จที่สำคัญได้แก่ การที่ไม่สามารถลดระยะเวลาในขั้นตอนการปรับตั้ง (adjust) และการทดสอบการผลิต (trial run) ได้มากเท่าที่ควร เนื่องจากจะต้องมีการปรับแต่งเครื่องจักรบางส่วน ซึ่งอาจเป็นความเสี่ยงทั้งในแง่ของคุณภาพการผลิตและความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน กระบวนการที่เกิดขึ้นจริงในอุตสาหกรรมจึงมีเพียงการปรับเปลี่ยนกระบวนการขั้นตอนในการทำงานที่ทำได้ล่วงหน้า (preparing) ในขณะที่เครื่องจักรหยุดทำงานเท่านั้น การแก้ไขในเรื่องนี้คือ การออกแบบที่ดีของเครื่องจักรการทดลอง ซึ่งจะส่งผลให้การปรับตั้งเครื่องจักรใหม่ทำได้ง่ายและไม่กระทบต่อคุณภาพการผลิต ซึ่งจะช่วยให้เวลาในการทดสอบการผลิตภายหลังการปรับตั้งเครื่องจักรลดลงได้ด้วยเช่นกัน

การขนส่งสินค้าทางอากาศ

อากาศยานลำตัวแคบ ได้แก่ อากาศยานที่มีทางเดินในห้องโดยสารทางเดียว จัดแบ่งที่นั่งผู้โดยสารสองข้างของทางเดิน ระบายบรรทุกจะเป็นแบบพื้นบรรทุก (floor load) มีลักษณะเป็นพื้นเรียบ ใช้วิธีการลำเลียงสินค้าและสัมภาระขึ้นอากาศยาน ด้วยกำลังคนโดยไม่ต้องใช้ตู้บรรทุกสินค้าหรือแผ่นแต่อย่างใด เช่น แอร์บัส A320, โบอิง 737 เป็นต้น

อากาศยานลำตัวกว้าง ได้แก่ อากาศยานที่มีทางเดินภายในห้องโดยสารมากกว่า 1 ทางเดินขึ้นไป จัดแบ่งที่นั่งเป็น 3 สดมภ์หรือมากกว่า ใช้ทำการบินได้ทั้งในพิสัยใกล้จนถึงพิสัยไกล ระบายบรรทุกของอากาศยานลำตัวกว้างจะมีลักษณะเป็นราง และสลักล็อกสำหรับยึดตรึงตู้และแผ่นบรรทุกสินค้า จึงต้องบรรทุกสัมภาระและสินค้าในตู้บรรทุกสินค้าหรือแผ่นบรรทุกสินค้า เพื่อความสะดวกในการขนถ่ายสินค้าและสัมภาระของเที่ยวบิน เช่น อากาศยานแบบแอร์บัส A330, A350, A380, โบอิง 747, 777 เป็นต้น

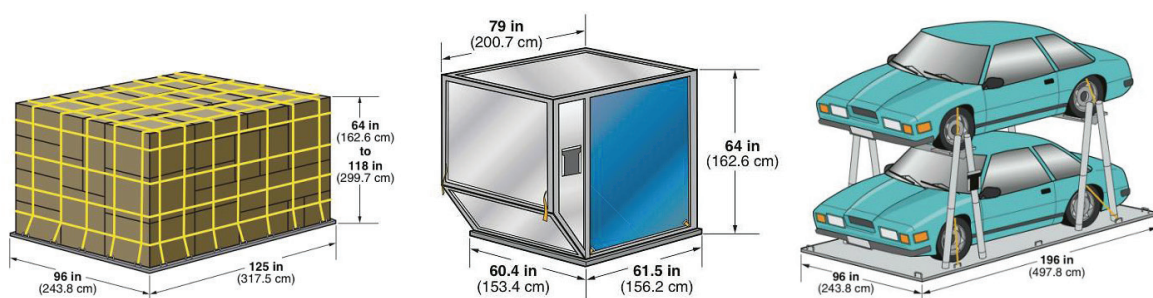
ตู้และแผ่นบรรทุกสินค้า จัดเป็นอุปกรณ์ชนิดหนึ่ง ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวกต่อการขนส่งสินค้าทางอากาศ แบ่งได้เป็น 3 ประเภทใหญ่ ๆ ตามรูปทรงของอุปกรณ์ ซึ่งแสดงดังภาพที่ 1 ได้แก่

แผ่นบรรจุสินค้า (pallet) ลักษณะเป็นแผ่นเหล็กเป็นฐาน บรรจุสินค้าเรียงกันขึ้นไปด้านบน แล้วใช้เชือกซึ่งมีผูกกันเป็นตาข่ายคลุมทับ

ตู้บรรจุสินค้า (container) โดยส่วนใหญ่จะมีลักษณะเป็นตู้ทรงสี่เหลี่ยมตัดมุมด้านหนึ่ง เพื่อให้รองรับกับโครงสร้างของส่วนโค้งของลำตัวอากาศยาน โดยส่วนใหญ่จะทำจากโครงเหล็ก ทั้งนี้ ขนาดและรูปร่างของตู้

บางชนิดจะสามารถขึ้นระวางได้เฉพาะอากาศยานขนส่งสินค้าเท่านั้น

อุปกรณ์ชนิดที่ไม่ใช่ตู้หรือแผ่น อุปกรณ์ดังกล่าวนี้ทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อบรรจุสินค้าบางประเภทโดยเฉพาะเจาะจง เช่น แผ่นเสริมโครงสร้างสำหรับบรรจุรถหรือตู้พิเศษสำหรับขนส่งสัตว์ เป็นต้น



ภาพ 1 แผ่นบรรจุสินค้า (ซ้าย) ตู้บรรจุสินค้า (กลาง) และอุปกรณ์พิเศษสำหรับขนส่งยานยนต์ (ขวา)

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

Robert Looker (1993) ศึกษาถึงการนำวัสดุประเภทโพลีคาร์บอเนต หรือพลาสติกซึ่งมีคุณสมบัติเด่นด้านความเหนียวและแข็งแรง อีกทั้งยังต้านทานการขีดข่วนได้เป็นอย่างดีมาศึกษาวิจัยในเชิงวิศวกรรมอย่างลึกซึ้ง โดยได้มีการทดสอบถึงการรับแรง ความคงทนต่อความเค้น (stress) ความเครียด (strain) ในระดับสูงโดยไม่ก่อให้เกิดรอยร้าว ซึ่งสามารถนำมาใช้ในทางการขนส่งทางอากาศได้ อีกทั้งยังมีทดสอบภายใต้อุณหภูมิต่ำถึงติดลบ 180 องศาฟาเรนไฮต์และในระดับความร้อนสูงที่อาจเกิดขึ้นได้ในการขนส่งทางอากาศ ซึ่งให้ผลเป็นที่น่าพอใจสำหรับการนำไปใช้เป็นวัสดุสำหรับการสร้างตู้บรรจุสินค้าสำหรับการขนส่งทางอากาศ นอกจากนี้ยังได้มีการศึกษาถึงการสร้างการประกอบตู้บรรจุสินค้าสำหรับขนส่งทางอากาศด้วยวัสดุชนิดโพลีคาร์บอเนตด้วย

Paolo Coppi (1999) เสนอแนวคิดการออกแบบ Collapsible aircraft container โดยเน้นไปที่การออกแบบตู้บรรจุสินค้าขนาด LD3 แบบพับได้ (collapsible) สามารถพับตู้ขนาด LD3 ลงให้เหลือความสูงของตู้เพียง

1 ใน 3 เป็นการออกแบบด้านโครงสร้างของตู้และกลไกในการพับของตู้บรรจุสินค้า

Peter Bruce Scales and Robert Todd Banks (1999) คิดค้นและพัฒนาตู้บรรจุสินค้าขึ้นอากาศยานชนิดพับได้ โดยสามารถพับลงได้มากกว่าของ Paolo ถึงครึ่งหนึ่ง หากแต่การบรรจุตู้บรรจุสินค้าที่พับในลักษณะนี้นั้นจะต้องทำการบรรจุไปบนแผ่นบรรจุสินค้าก่อนจะนำขึ้นระวางบรรจุสินค้าบนอากาศยาน ซึ่งคล้ายกับขั้นตอนการขนส่งตู้บรรจุสินค้าในงานวิจัยชนิดนี้

งานวิจัยด้านการออกแบบและประยุกต์ใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ทางคุณภาพของอรรถกร เก่งพล (Kengpol, 2005) ได้นำเอาเทคนิคการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพ หรือ QFD มาประยุกต์ใช้ในการพัฒนาคุณภาพในธุรกิจทางการขนส่ง เพื่อให้ตอบสนองต่อความต้องการและเพื่อเพิ่มความพึงพอใจแก่ลูกค้า ได้แก่ ขั้นตอนการวางแผนผลิตภัณฑ์ การแปลงการออกแบบ การวางแผนกระบวนการ และการวางแผนการผลิต นอกจากนี้ยังได้มีการนำเทคนิคการวิเคราะห์และเปรียบเทียบความสามารถ หรือ Benchmarking มาทำการเปรียบเทียบกับบริษัทคู่แข่ง

ซึ่งทำการผลิตสินค้าในชนิดเดียวกัน เพื่อให้สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อยอดทางด้านการบริหารจัดการและการตลาดได้ ผลการวิจัยพบว่าสามารถทำการปรับปรุงความสามารถในการบริการ โดยวัดได้จากการสำรวจความพึงพอใจของลูกค้าซึ่งมีค่าเฉลี่ยเพิ่มขึ้น และปัญหาจากการร้องเรียนลดลง

Kannapha Amaruchkul, William L. Cooper and Diwakar Gupta. (2007) ศึกษาถึงการวิเคราะห์การคาดการณ์และแนวโน้มของการขนส่งสินค้าทางอากาศ โดยศึกษาถึงปัญหาที่เกิดจากการจองการขนส่งสินค้าทางอากาศ (air cargo booking) แบบขาเดียว (single-leg) เพื่อการบริหารจัดการการขนส่งสินค้าให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุดพบว่าสินค้าที่มีการจองเข้ามาล่วงหน้านั้นไม่อาจคาดการณ์ได้ถึงขนาดและน้ำหนักอย่างแม่นยำจนกว่าสินค้านั้นจะถูกส่งเข้ามาถึงท่าอากาศยาน คณะผู้วิจัยจึงใช้ตัวแบบกระบวนการตัดสินใจของมาร์คอฟ (Markov Decision Process--MDP) โดยแบ่งการวิเคราะห์พฤติกรรมกรรมการขนส่งสินค้าทางอากาศเป็น 6 แบบ โดย 4 แบบแรกนั้นได้จากการใช้กระบวนการ MDP โดยอาศัยค่าพารามิเตอร์ที่ต่าง ๆ กัน ซึ่งสามารถวิเคราะห์แนวโน้มออกมาได้ในแนวทางเดียวกัน ส่วนอีก 2 แบบนั้นได้จากการจำลองโดยโปรแกรมที่ทางคณะผู้วิจัยคิดค้นขึ้นมา นอกจากนี้ยังได้มีการพิจารณาถึงการรับขนส่งสินค้าแบบมาก่อนได้ก่อน (first come first served) โดยพิจารณาค่าน้ำหนักของสินค้า และปริมาตรของสินค้าโดยแยกกันชัดเจน ซึ่งคณะผู้วิจัยเห็นว่าเป็นแนวทางหนึ่งซึ่งได้ผลดี และมีความเหมาะสมที่สุดในการนำไปใช้

Hua-An Lu and Chien-Yi Chen (2012) กล่าวถึงการคาดการณ์ของปริมาณตู้และแผ่นบรรทุกสินค้าที่สายการบินควรจะทำการสำรองไว้ โดยพิจารณาจากปริมาณตู้และแผ่นบรรทุกสินค้าจากเที่ยวบินขาเข้าโดยเฉลี่ย และปริมาณที่ต้องใช้สำหรับเที่ยวบินขาออกในแต่ละวัน ทั้งนี้เพื่อป้องกันมิให้เกิดการขาดแคลน (shortage) สำหรับความต้องการในการใช้สำหรับเที่ยวบินขาออกจากสนามบินนั้นๆ ได้

การพัฒนา การออกแบบ และการเลือกใช้อุปกรณ์ ตกแต่งห้อง รวมถึงเฟอร์นิเจอร์ในเรือตรวจการณ์ใกล้ฝั่ง

(Wongchan, 2012) ได้แก่ ห้องผู้บังคับการเรือ ห้องพักอาศัยเจ้าหน้าที่ประจำเรือ ห้องอาหาร โดยประยุกต์ใช้เทคนิค QFD มาพิจารณาความจำเป็นในการใช้งาน ความต้องการของลูกค้า เพื่อแปลงเป็นข้อกำหนดทางเทคนิคสำหรับการออกแบบดังกล่าว ทั้งนี้ผู้วิจัยยังได้มีการเพิ่มขึ้นตอนให้ลูกค้าเข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบและเลือกผลิตภัณฑ์สำหรับห้องต่าง ๆ บนเรืออีกด้วย เพื่อให้ผลลัพธ์ตรงกับความต้องการของลูกค้าได้มากที่สุด ผลการศึกษาพบว่า การนำเทคนิค QFD เข้ามาใช้เพื่อช่วยในการออกแบบและเลือกใช้เฟอร์นิเจอร์ รวมถึงการให้ลูกค้าเข้ามามีส่วนร่วมในการออกแบบนั้น ส่งผลให้ระยะเวลาที่ใช้ในการทำการตกแต่งห้อง และการแก้ไขแผนงานลดลงได้ถึงร้อยละ 56.6 และน้ำหนักของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในห้องลดลงถึงร้อยละ 8 ทั้งนี้การวิจัยยังประสบผลสำเร็จในด้านคุณภาพ ซึ่งวัดได้จากการที่ไม่มีข้อร้องเรียนถึงปัญหา และการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ภายในห้องอีกด้วย

ข้อกำหนดการพัฒนา

การออกแบบตู้สินค้าจะคำนึงถึงขนาดมาตรฐาน LD3 แบบ AKE ซึ่งเป็นที่ใช้งานอย่างแพร่หลายในการขนส่งทางอากาศ ผู้วิจัยจะได้ทำการสำรวจในแง่ของคุณลักษณะที่เป็นที่ต้องการ ก่อนจะทำการออกแบบโดยนำเทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ มาช่วยเพื่อพิจารณาผลที่ได้จากแบบสอบถามเป็นคุณลักษณะเชิงเทคนิคสำหรับการออกแบบแนวความคิดในขั้นต้น ทั้งนี้การออกแบบลักษณะของการถอดแยกชิ้นส่วนประกอบและการประกอบขึ้นเพื่อใช้งานอยู่ภายใต้แนวคิด Single minute exchange of die เพื่อไม่เป็นการเพิ่มภาระขั้นตอนแก่ผู้ปฏิบัติงานมากนัก

วิธีดำเนินการวิจัย

1. ขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลต่อคุณลักษณะของตู้บรรทุกสินค้าโดยอิงพื้นฐานจากขนาดและคุณลักษณะทั่วไปของตู้บรรทุกสินค้าขนาดมาตรฐาน LD3 แบบ AKE

2. ขั้นตอนการเตรียมการสำหรับการสำรวจความต้องการ แบ่งแบบสอบถามออกเป็น 2 ชุด ได้แก่

แบบสอบถามชุดที่ 1 เน้นสอบถามถึงความต้องการทางคุณลักษณะโดยทั่วไปของตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ได้แก่ น้ำหนักของตู้ ความแข็งแรงทนทาน เมื่อเกิดการชำรุดเสียหายจะต้องไม่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน การบำรุงรักษา ความสะดวกในการขนส่งเคลื่อนย้าย และอายุการใช้งาน เป็นต้น

แบบสอบถามชุดที่ 2 สอบถามถึงความคาดหวังความน่าสนใจของตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้

3. ขั้นตอนการวิเคราะห์ข้อมูล และประมวลออกมาเพื่อเป็นคุณลักษณะเชิงเทคนิคสำหรับการออกแบบแนวความคิดในขั้นต้น โดยอาศัยเทคนิค QFD ช่วยพิจารณา

4. ขั้นตอนการออกแบบแนวความคิดขั้นต้น เน้นที่โครงสร้างของตู้ และการถอดประกอบ โดยให้ความสำคัญกับความสะดวกและระยะเวลาในการประกอบชิ้นส่วนขึ้นเป็นตู้เพื่อใช้งาน อาศัยเทคนิคการปรับตัวเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว (SMED) โดยใช้เวลาไม่เกิน 10 นาที สำหรับใช้พิจารณาจุดยึดตรึงของโครงสร้างตู้บรรจุทุกสินค้า

5. ขั้นตอนการประเมินหลังการออกแบบ และสรุปผล

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1. พิจารณาถึงความเกี่ยวข้องของผู้ปฏิบัติงานในแขนงต่าง ๆ และสาขาที่เกี่ยวข้องกับตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ ซึ่งกระบวนการในการขนส่งตู้บรรจุทุกสินค้าแบบถอดประกอบได้ไปกับเที่ยวบิน กระบวนการในการถอดแยกชิ้นส่วนและการประกอบขึ้นเพื่อใช้งาน ประชากรในงานวิจัยนี้จึงประกอบด้วย (1) เจ้าหน้าที่สายการบิน โดยนัยแล้วเสมือนเป็นเจ้าของตู้ของสายการบิน (2) เจ้าหน้าที่ประจำคลังสินค้า ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ

2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้เพื่อการสำรวจความต้องการทางด้านคุณลักษณะของตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE และสำรวจความคาดหวังต่อตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ในงานวิจัยนี้ เป็นการเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบเฉพาะเจาะจง ซึ่งไม่ใช่ความน่าจะเป็น โดยกำหนดเงื่อนไขด้านประสบการณ์การทำงานอย่างน้อย 5 ปีขึ้นไป และกระจายตามความหลากหลายของเจ้าหน้าที่แต่ละฝ่าย ได้แก่ (1) เจ้าหน้าที่สายการบินต่าง ๆ ที่มีเที่ยวบิน ณ ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ จาก 10 สายการบิน สายการบินละ 3 ท่าน รวม 30 ท่าน และ (2) เจ้าหน้าที่ประจำคลังสินค้า ท่าอากาศยานสุวรรณภูมิ ได้แก่ เจ้าหน้าที่คลังสินค้า บมจ. การบินไทย 5 ท่าน และเจ้าหน้าที่คลังสินค้า บจก. บางกอกโฟลท์เซอร์วิส 5 ท่าน รวม 10 ท่าน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบสอบถามความคิดเห็นด้านความคาดหวังหรือความต้องการในด้านคุณลักษณะของตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE และแบบสอบถามความคิดเห็นด้านความน่าสนใจและข้อเสนอแนะเกี่ยวกับตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้

2. เทคนิคการกระจายการทำงานเชิงคุณภาพ หรือ QFD

3. เทคนิคการปรับตัวเครื่องจักรอย่างรวดเร็ว หรือ SMED

การเก็บรวบรวมข้อมูล

เก็บข้อมูลจากการใช้แบบสอบถามจากกลุ่มตัวอย่าง เกณฑ์ที่จะใช้เพื่อการประเมินในแบบสอบถาม ได้แก่ ระดับความต้องการต่อตู้บรรจุทุกสินค้า และความคาดหวัง ความคิดเห็นต่อตู้บรรจุทุกสินค้าชนิดถอดประกอบได้ แบ่งเป็นระดับ 1-5 คะแนน โดยที่ 5 คะแนน หมายถึงมีความคาดหวังหรือความต้องการในเรื่องนั้น ๆ มากที่สุด และ 1 คะแนน หมายถึงมีความคาดหวังหรือ

ความต้องการในเรื่องนั้น ๆ น้อยที่สุด แล้วใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต เพื่อวิเคราะห์ผลที่ได้จากแบบสอบถาม และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อพิจารณาถึงการกระจายตัวของข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถาม โดยการแปรผลอาศัยเกณฑ์ตามแบบของ บุญชม ศรีสะอาด (Srisa-ard, 1991) แบ่งเกณฑ์การแปรผลเป็น 5 ลำดับขั้นตามแบบสอบถาม โดยใช้จุดกึ่งกลางของแต่ละช่วงคะแนนเป็นจุดแบ่งช่วงขั้น

ผลการวิจัย

การเก็บข้อมูลความคิดเห็นจากแบบสอบถาม อันได้แก่ ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบตู้บรรจุทุกสินค้า ขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ในหัวข้อต่าง ๆ สามารถประมวลผลได้ดังนี้

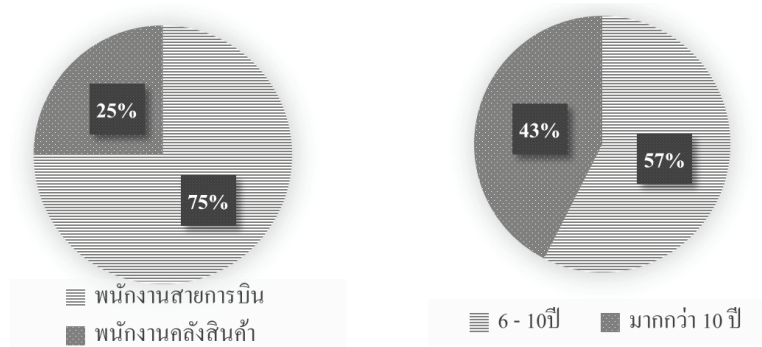
1. ข้อมูลสถานภาพทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม ได้แก่ พนักงานสายการบิน ร้อยละ 75 และพนักงานคลังสินค้า ร้อยละ 25 โดยในด้านประสบการณ์การทำงาน ได้แก่ ประสบการณ์การทำงาน 6-10 ปี ร้อยละ 57 และประสบการณ์การทำงานมากกว่า 10 ปี ร้อยละ 43 แสดงดังภาพที่ 2

2. ผลสำรวจความต้องการด้านคุณลักษณะทั่วไปของตู้บรรจุทุกสินค้า แสดงดังภาพที่ 3 โดยจะเห็นได้ว่าการออกแบบ ทุกปัจจัยล้วนถูกให้ความสำคัญในระดับมากทั้งสิ้น โดยที่มีความแตกต่างเพียงไม่มากนักในแต่ละประเด็น ให้ความสำคัญลำดับแรก ๆ ที่ควรให้ความสนใจ ได้แก่ ความปลอดภัยในการขนส่ง การนำตู้บรรจุทุกสินค้าขึ้นระวางบนอากาศยาน ซึ่งหากเกิดการชำรุดเสียหายของตู้ จะต้องไม่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน ($\bar{X} = 4.325$) และความสะดวกในการเคลื่อนย้ายขนส่ง ($\bar{X} = 4.325$) โดยที่

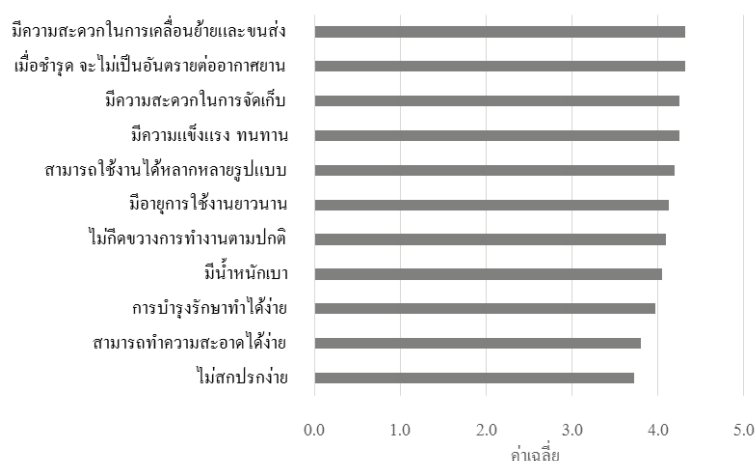
ปัจจัยความสำคัญในระดับรองลงมา ได้แก่ ความแข็งแรงทนทาน ($\bar{X} = 4.25$) ความสะดวกในการจัดเก็บตู้บรรจุทุกสินค้าที่ภาคพื้น ($\bar{X} = 4.25$) การใช้งานตู้บรรจุทุกสินค้าที่สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ($\bar{X} = 4.2$) ในขณะที่ประเด็นที่สายการบินและผู้ปฏิบัติงานให้ความสำคัญเป็นลำดับท้าย ๆ ได้แก่ ความสกปรกจากการใช้งาน ($\bar{X} = 3.725$) และการทำความสะอาด ($\bar{X} = 3.8$) รวมถึงการบำรุงรักษาตู้บรรจุทุกสินค้า ($\bar{X} = 3.975$)

3. ผลสำรวจความต้องการด้านน้ำหนักและอายุการใช้งานของตู้บรรจุทุกสินค้าแสดงดังภาพที่ 4 ได้แก่ ร้อยละ 25 เห็นว่าควรหนักน้อยกว่า 50 กิโลกรัม ร้อยละ 52 น้ำหนักอยู่ระหว่าง 50-80 กิโลกรัม และร้อยละ 23 น้ำหนักอยู่ระหว่าง 80-110 กิโลกรัม ส่วนด้านอายุการใช้งาน ร้อยละ 2 เห็นว่าควรอยู่ระหว่าง 1-2 ปี ร้อยละ 28 เห็นว่าอายุการใช้งานควรอยู่ระหว่าง 3-4 ปี และร้อยละ 70 เห็นว่าควรมากกว่า 5 ปี

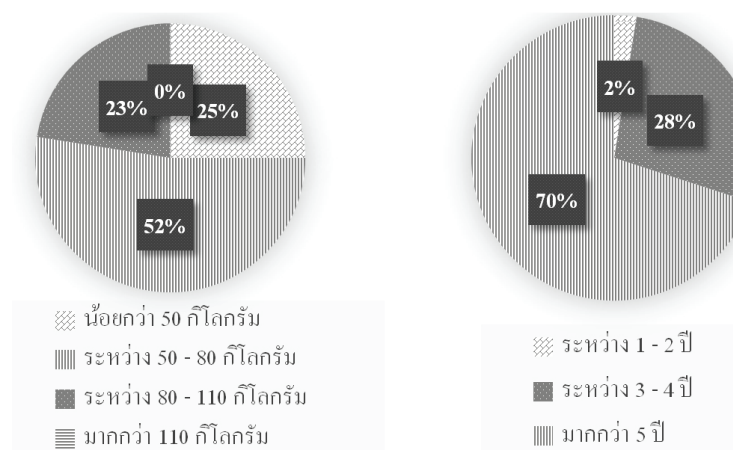
ผลสำรวจที่ได้นี้จะส่งผลโดยตรงต่อการนำไปพิจารณาต่อในกระบวนการ QFD ในแง่ข้อกำหนดและเงื่อนไขในการออกแบบ ว่าต้องคำนึงถึงปัจจัยใดเป็นสำคัญ และพิจารณาความเป็นไปได้ในการเลือกวัสดุที่สร้างตู้บรรจุทุกสินค้าชนิดถอดประกอบได้ จากปัจจัยต่าง ๆ ซึ่งแสดงได้โดยใช้บ้านคุณภาพ (house of quality) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการวิเคราะห์โดยใช้ QFD เพื่อพิจารณาปัจจัยสนับสนุนและความขัดแย้ง ซึ่งอาจมีความซับซ้อนไม่มากนัก ดังแสดงในภาพที่ 5 หรือในงานวิจัยอาจมีความซับซ้อนมาก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยตัวแปรที่ใช้พิจารณา โดยในงานวิจัยนี้เลือกพิจารณาเพียงวัสดุเบื้องต้นที่นิยมใช้สร้างตู้บรรจุทุกสินค้าขึ้นอากาศยาน ได้แก่ เหล็ก อลูมิเนียม พลาสติก และวัสดุคาร์บอนผสม ซึ่งมีความแข็งแรงและน้ำหนักต่างกัน



ภาพ 2 ข้อมูลสถานภาพทั่วไป (ซ้าย) และประสบการณ์การทำงาน (ขวา) ของผู้ตอบแบบสอบถาม



ภาพ 3 ผลการสำรวจความต้องการในด้านต่าง ๆ ของผู้บรรทุกสินค้า



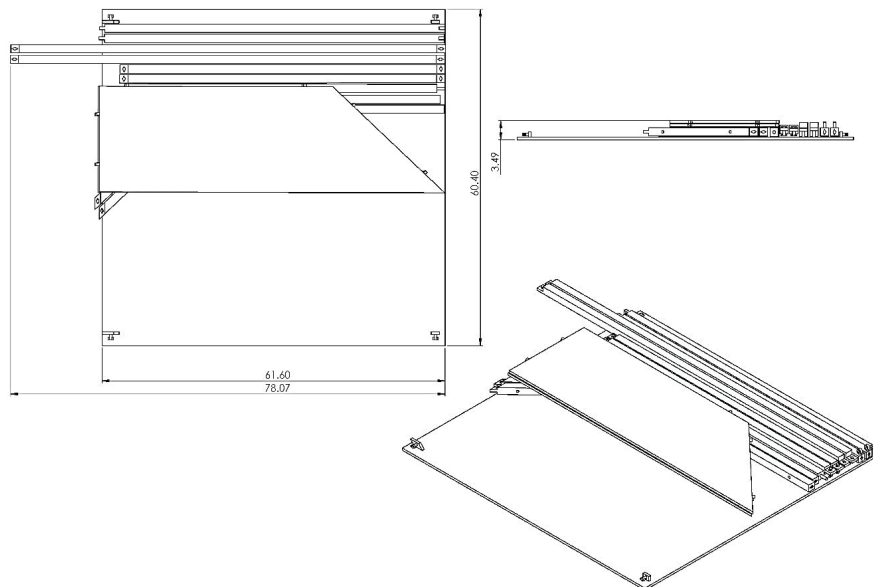
ภาพ 4 ความต้องการด้านน้ำหนัก (ซ้าย) และอายุการใช้งาน (ขวา) ของผู้บรรทุกสินค้า

		วัสดุ			
		เหล็ก	อลูมิเนียม	พลาสติก	วัสดุคาร์บอนผสม
ความต้องการของผู้ใช้งาน	● สอดคล้องกันมากที่สุด				
	○ สอดคล้องกัน				
	◇ ไม่ส่งผลต่อกัน				
	◆ ไม่สอดคล้องกัน				
	มีน้ำหนักเบา	◆	◆	●	●
	มีความแข็งแรงทนทาน	●	●	◇	●
	เมื่อชำรุด จะไม่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน	○	○	●	●
	ไม่สกปรกง่าย	◇	◇	◇	◇
	มีอายุการใช้งานยาวนาน	●	●	○	○
	ไม่กีดขวางการทำงานปกติ	◇	◇	◇	◇
	การบำรุงรักษาทำได้ง่าย	○	○	○	●
	ใช้งานได้หลายรูปแบบ	●	●	○	●
	ทำความสะอาดได้ง่าย	○	○	●	●
	สะดวกในการเคลื่อนย้าย	○	○	●	●
	สะดวกในการจัดเก็บ	○	○	●	●
คุณสมบัติ	น้ำหนักตัว โดยประมาณ 50-80 กิโลกรัม	◆	◆	●	○
	อายุการใช้งาน 5 ปีขึ้นไป	●	●	○	●

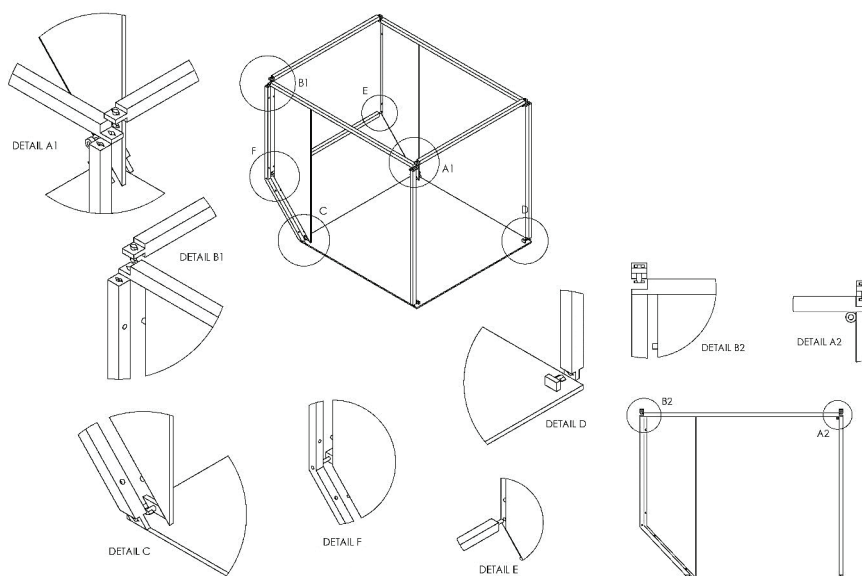
ภาพ 5 แผนภาพ QFD

ผลจากการสำรวจความต้องการในด้านต่าง ๆ ข้างต้น สามารถนำมาใช้ในการออกแบบแนวความคิดขั้นต้นของตู้บรรจุทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ โดยอาศัยแนวทางในการออกแบบดังที่ได้กล่าวไปข้างต้น ผลการออกแบบแสดงได้ดังภาพที่ 6 และ 7 โดย

ชิ้นส่วนของตู้บรรจุทุกสินค้าเมื่อถอดแยกแล้ว สามารถบรรจุทุกไปบนแผ่นบรรจุทุกสินค้าได้ โดยมีความสูงเพียง 3-5 นิ้ว เท่านั้น ซึ่งสามารถซ้อนกันได้มากถึง 10-12 ชุดบนแผ่นบรรจุทุกสินค้าขนาด LD11 หรือ 2 เท่าของ LD3 เท่านั้น



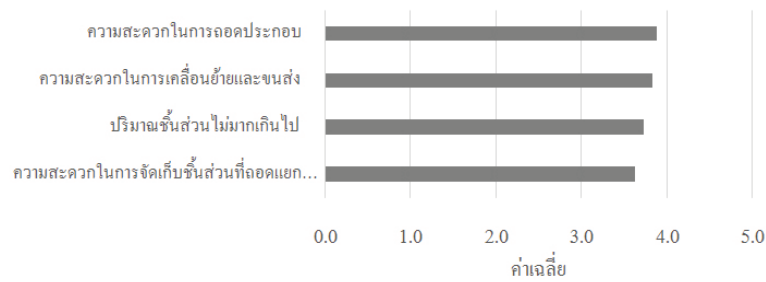
ภาพ 6 ลักษณะการรวบรวมชิ้นส่วนและขนาด (หน่วย: นิ้ว)



ภาพ 7 รายละเอียดการประกอบชิ้นส่วนของตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้

ผลการสำรวจความคาดหวังและข้อคิดเห็นต่อตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้พบว่า ผู้ใช้งานให้ความคาดหวังด้านความสะดวกในการถอดประกอบมากที่สุด ($\bar{X} = 3.875$) และด้านอื่น ๆ รองลงมา แสดงดังภาพที่ 8 นอกจากนี้ผลสำรวจในแง่ของความน่าสนใจของแนวคิดตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้ แสดงดังภาพที่ 9 ร้อยละ 75 เห็นว่าน่าสนใจ โดยให้เหตุผลต่าง ๆ เช่น

สามารถใช้บรรจุของที่มีขนาดใหญ่กว่าปากตู้แบบปกติ และสะดวกในการเคลื่อนย้ายในกรณีที่ไม่มีสินค้าบรรจุภายใน ส่วนอีกร้อยละ 25 เห็นว่ายังไม่น่าสนใจ โดยความคิดเห็นยังคงมีความกังวลต่อความปลอดภัยในการออกแบบ และเห็นว่าเป็นการเพิ่มความยุ่งยากในการปฏิบัติงานภายใต้เวลาอันจำกัด



ภาพ 8 ผลการสำรวจความคาดหวังในด้านต่าง ๆ ต่อตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้



ภาพ 9 ผลการสำรวจความน่าสนใจของตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้

การอภิปรายผล

ผลการวิจัย สามารถตอบโจทย์วัตถุประสงค์ การวิจัย และคำถามการวิจัย ทั้ง 2 ประการ ได้ดังนี้

1. คุณลักษณะของตู้บรรจุสินค้า ขนาด LD3 แบบ AKE ที่สายการบินและผู้ใช้งานมีความต้องการ 5 อันดับแรก ที่มีความสำคัญ ได้แก่ (1) เมื่อตู้บรรจุสินค้าเกิดการชำรุดเสียหาย จะต้องไม่เป็นอันตรายต่ออากาศยาน ซึ่งจะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยต่ออากาศยานและความปลอดภัยต่อการทำการบิน (2) การเคลื่อนย้ายขนส่งตู้บรรจุสินค้าจะต้องทำได้โดยสะดวก (3) มีความแข็งแรงทนทาน (4) มีความสะดวกในการจัดเก็บ (5) สามารถใช้งานตู้บรรจุสินค้าได้หลากหลายรูปแบบ

2. คุณลักษณะ และรูปแบบของการถอดแยกชิ้นส่วนประกอบของตู้บรรจุสินค้า ขนาด LD3 แบบ AKE เน้นการถอดประกอบชิ้นส่วนได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว ในเบื้องต้นแต่ละชิ้นส่วนของตู้สามารถประกอบเข้าด้วยกันโดยใช้เพียงการสอดและหมุนสลักเพื่อล็อก แยกออกเป็น 12 ชิ้นส่วน ซึ่งจะสามารถประกอบขึ้นได้ในเวลาน้อยกว่า 10 นาที

การประยุกต์ใช้เทคนิค QFD กับผลสำรวจที่ได้ ส่งผลให้ทราบได้ถึงแนวโน้มที่จะมีการวิจัยและพัฒนาต่อยอดจากงานวิจัยฉบับนี้ ในแง่ของการพิจารณาเลือกวัสดุ การพิจารณาการเลือกใช้กระบวนการกรรมวิธีในการผลิต เป็นต้น

ผลการสำรวจถึงความพึงพอใจต่อคุณลักษณะของตู้บรรจุสินค้าชนิดถอดประกอบได้นี้ ร้อยละ 75 เห็นว่าน่าสนใจ โดยให้เหตุผลต่าง ๆ กัน เช่น การบรรจุสินค้าที่มีขนาดใหญ่กว่าประตูตู้ปกติทั่วไป การใช้ประโยชน์จากพื้นที่ระวางบรรจุสินค้าได้ทั้งอากาศยานได้มากขึ้น เป็นต้น และร้อยละ 25 ให้ความเห็นว่ายังไม่น่าสนใจ เนื่องจากต้องเพิ่มเวลาในการถอดแยกชิ้น และประกอบตู้ขึ้นเพื่อใช้งาน และบางส่วนยังมีความกังวลต่อความทนทานของตู้ชนิดนี้

จากผลสรุปที่ได้จากการวิจัยข้างต้น ประเด็นที่ผู้วิจัยเห็นควรให้มีการนำมาอภิปรายเพิ่มเติม ได้แก่ คุณลักษณะบางประการของตู้บรรจุสินค้าขึ้นอากาศยาน ทั้งนี้ได้เฉพาะเจาะจงเพียงแค่ตู้บรรจุสินค้าขนาด LD3 เท่านั้น หากแต่รวมถึงขนาดอื่น ๆ ที่มีการใช้งานด้วย ซึ่งผลการวิจัยในด้านคุณลักษณะที่สายการบินและผู้ใช้งานคาดหวังและต้องการล้วนมีความสำคัญในแง่ต่าง ๆ ที่ส่งผลต่างกันไป ได้แก่

ด้านความสะดวกต่อการเคลื่อนย้าย การขนส่ง และ การใช้งาน กล่าวคือ การที่อากาศยานสามารถทำการบิน ได้บนฟ้าอย่างตรงตามเวลา เป็นการสร้างรายได้แก่ สายการบิน การเกิดการล่าช้าของเที่ยวบินจากการดำเนินงานภาคพื้น ย่อมเป็นผลเสียต่อผู้ให้บริการภาคพื้นเช่นกัน ดังนั้น ระยะเวลาการดำเนินงานในภาคพื้นจึงเป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สายการบินให้ความสำคัญ การออกแบบอุปกรณ์บรรทุกสินค้าใหม่ ๆ จะต้องพิจารณาาร่วมด้วยเพื่อมิให้เป็น การเพิ่มเวลาจากการปฏิบัติงานปกติมากจนเป็นสาเหตุ ของการล่าช้าของเที่ยวบิน

ด้านน้ำหนักของตู้บรรทุกสินค้า เป็นอีกหนึ่งปัจจัย ที่ส่งผลโดยตรงต่อน้ำหนักของสินค้าที่สายการบินจะรับ ขนส่ง หากตัวตู้บรรทุกสินค้ามีน้ำหนักเบาลงจากเดิม ไม่ว่าจะด้วยการออกแบบใหม่ หรือการเลือกใช้วัสดุที่ แข็งแรงแต่น้ำหนักเบา จะช่วยให้สายการบินสามารถ บรรทุกน้ำหนักสินค้าได้เพิ่มมากขึ้น

ด้านความคาดหวังต่อตู้บรรทุกสินค้าขนาด LD3 แบบ AKE ชนิดถอดประกอบได้ ความคาดหวังต่อตู้บรรทุก สินค้าชนิดถอดประกอบได้นี้ล้วนเป็นไปในทิศทางของ

การคาดหวังต่อสิ่งใหม่ ๆ ที่จะช่วยแก้ปัญหาในการขนส่ง ทางอากาศที่ผู้ให้บริการขนส่งทางอากาศและผู้ปฏิบัติงาน ให้เป็นไปในทิศทางที่ดีขึ้น อย่างไรก็ตาม การมีนวัตกรรม ใหม่ ๆ มาย่อมส่งผลให้มีการเปลี่ยนแปลงกระบวนการ ขั้นตอนเดิมในการปฏิบัติงาน การออกแบบแนวคิดเพื่อมิให้ ส่งผลกระทบมากนักจึงเป็นสิ่งที่ต้องให้ความสำคัญ การออกแบบแนวความคิดขั้นต้นของตู้บรรทุกสินค้าชนิด ถอดประกอบได้นี้ก็เป็นส่วนหนึ่งในการนำเสนอแนวคิด เพื่อการบริหารจัดการพื้นที่ระวางสินค้าใต้ท้องอากาศยาน ที่มีอยู่อย่างจำกัดเพื่อให้สายการบินสามารถบรรทุก สินค้าหรือพัสดุภัณฑ์อื่น ๆ ไปกับเที่ยวบินได้เพิ่มมากขึ้น การออกแบบลักษณะข้อต่อ ชิ้นส่วน รูปแบบการประกอบ ตู้ในงานวิจัยชิ้นนี้ ผู้วิจัยนำเสนอภายใต้แนวคิด SMED เพื่อลดระยะเวลาที่ต้องใช้เพิ่มดังกล่าว ซึ่งการวิจัยที่อาจ มีขึ้นเพื่อพัฒนาต่อยอดแนวคิดตู้บรรทุกสินค้าแบบถอด ประกอบได้นี้ อาจมีการออกแบบชิ้นส่วน และรูปแบบการ ประกอบตู้ขึ้นเพื่อใช้งานในรูปแบบที่แตกต่างออกไป ซึ่งต้อง คำนึงถึงความคงทนแข็งแรงของข้อต่อ และความสะดวกรวดเร็วเป็นสำคัญ



References

- Amaruchkul, K., Cooper, W. L., & Gupta, D. (2007). Single-leg air-cargo revenue management. *Transportation Science*, 41(4), 457-469.
- BKR Business. (2013). *Quality function deployment – QFD*. Retrieve from <http://topofquality.com/sqfd/indexqfd.html>
- Coppi, P. (1999). *Collapsible aircraft container*. Retrieved from <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US5890612.pdf>.
- Kengpol, A. (2005). *The design and development of a new product by using QFD technique for SMEs*. Bangkok: King Monkut's University of Technology North Bangkok. (in Thai)
- Kongsaeng-ngam, S. (2014). Environmental impact of aviation. *EAU Heritage Journal: Science and Technology*, 8(1), 14-18. (in Thai)
- Kongsamutr, N. (2000). A surveying of aerospace industry in Thailand. *The 38th Kasetsart University Annual Conference*, Bangkok. (in Thai)
- Looker, R. (1993). *Air cargo container*. Retrieved from <https://www.google.ch/patents/US5601201>
- Lu, H. A., & Chen, C. Y. (2012). Safety stock estimation of unit load devices for international airline operations. *Journal of Marine Science and Technology*, 20(4), 431-440.
- Productivity Press Development Team. (2007). *Quick changeover for operators: The SMED System*. Bangkok: E.I.Square. (in Thai)
- Scales, P. B., & Banks, R. T. (1999). *Collapsible airline cargo container*. Retrieved from <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US5941405.pdf>
- Srisa-ard, B. (1991). *A model of thesis supervising*. Mahasarakham: Srinakharinwirot University. (in Thai)
- Wongchan, S. (2012). Application of QFD in furniture and cabin accessories design for coast guard vessel. *TNI Journal of Engineering and Technology*, 1(1), 1-5. (in Thai)

