

การปรับปรุงแบบบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่มอเตอร์ฮาร์ดดิสก์

Hard-disk Motor Packaging Design Improvement

มนทลี ศาสนนันท์* และมงคล จันทร์कुหาสน์

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต

ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี 12120

Montalee Sasananan* and Mongkol Chankaruhat

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Thammasat University, Rangsit Centre,

Klong Nueng, Khlong Luang, Pathum Thani 12120

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอกระบวนการออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์สำหรับใส่มอเตอร์ฮาร์ดดิสก์ โดยนำเทคนิคการออกแบบเพื่อการประกอบมาประยุกต์ใช้ และเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบก่อนและหลังการปรับปรุง ในการศึกษาได้กำหนดตัวชี้วัดสำหรับประเมินประสิทธิภาพในการออกแบบออกเป็น 5 ส่วน คือ (1) จำนวนชิ้นส่วน (2) ขั้นตอนในการประกอบ (3) เวลาที่ใช้ในการประกอบ (4) ต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบ และ (5) ดัชนีวัดประสิทธิภาพการประกอบ ซึ่งในที่นี้ใช้วิธีของบูธรอยด์-คิวเวิร์ส ผลการวิจัยที่ได้คือ จำนวนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงมี 637 ชิ้น หลังการปรับปรุงแบบลดลงเหลือ 349 ชิ้น ขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงมี 16 ขั้นตอน หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 11 ขั้นตอน เวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงคือ 3842.82 วินาที หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 2856.68 วินาที ต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนปรับปรุงคือ 47.27 บาท/ชุด หลังปรับปรุงลดลงเหลือ 35.14 บาท/ชุด สรุปได้ว่ากระบวนการออกแบบและปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ โดยนำเทคนิคการออกแบบเพื่อการประกอบมาประยุกต์ใช้ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพในการออกแบบให้สูงขึ้นกว่าในอดีตจากเกณฑ์ประเมินที่กล่าวข้างต้น

คำสำคัญ : การออกแบบเพื่อการประกอบ, การออกแบบบรรจุภัณฑ์, การประเมินประสิทธิภาพการประกอบด้วยวิธีของบูธรอยด์-คิวเวิร์ส

Abstract

The objective of this research is to make improvements on the design of hard-disk motor packing set by employing design for assembly (DFA) techniques. In this study, five main criteria were used to evaluated the design: (1) the number of parts, (2) number of assembly steps, (3) assembly cycle time, (4) assembly labor cost,

and (5) assembly evaluation indices under the Boothroyd-Dewhurst assembly evaluation method. After design improvement has been made, it can be shown that the new design offers several benefits. The number of package parts decreased from 637 to 349 parts. The number of assembly process steps decreased from 16 to 11 steps. Assembly cycle time was reduced from 3842.82 to 2856.68 seconds. Assembly labor cost decreased from 47.27 to 35.14 baht/set. The conclusion of this research is that design for assembly can be effectively applied to improve the design of product package.

Keywords: design for assembly, packaging design, Boothroyd-Dewhurst assembly evaluation method

1. บทนำ

อุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และชิ้นส่วนถือเป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญอย่างหนึ่งของประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2547 รัฐบาลได้ประกาศให้มีการส่งเสริมการลงทุนเป็นการเฉพาะสำหรับกิจการประกอบฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ ส่งผลให้ผู้ผลิตรายใหญ่ของโลกหลายรายเข้ามาลงทุนในประเทศไทย ในปี พ.ศ. 2548 ไทยสามารถส่งออกฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ทั้งที่สำเร็จรูปและเป็นชิ้นส่วนได้มากถึง 415,711 ล้านบาท หรือคิดเป็นร้อยละ 29 ของการส่งออกสินค้าไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมด และคิดเป็นร้อยละ 10 ของการส่งออกโดยรวมของประเทศ ทั้งนี้ในปีเดียวกัน ประเทศไทยได้กลายเป็นผู้ผลิตและส่งออกฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์อันดับ 1 ของโลกเป็นปีแรก โดยมีส่วนแบ่งการตลาดสูงถึงร้อยละ 42 ของตลาดโลก ในปัจจุบันการผลิตและส่งออกฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์และชิ้นส่วนจากประเทศไทยเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง [1]

ฮาร์ดดิสก์มีส่วนประกอบหลัก ได้แก่ มอเตอร์ แผ่นเก็บข้อมูล แกนหมุนหัวอ่าน และหัวอ่าน มอเตอร์หรือสปินเดิลมอเตอร์มีความสำคัญต่อการทำงานของฮาร์ดดิสก์เป็นอย่างมาก หลักการคือเมื่อสปินเดิลมอเตอร์เริ่มหมุนทำงาน หัวอ่านจะเคลื่อนที่เข้าหาแผ่นเก็บข้อมูลเพื่ออ่านข้อมูล ทั้งนี้

ระดับความห่างจากปลายหัวเข็มกับแผ่นเก็บข้อมูลจะต้องคงที่ ถ้าสปินเดิลมอเตอร์เคลื่อนที่หมุนไม่ตรงจะทำให้หัวอ่านเกิดการกระแทกกับแผ่นเก็บข้อมูลจนแตกหักได้ ด้วยเหตุนี้คุณภาพของมอเตอร์ฮาร์ดดิสก์จึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง หากเกิดความเสียหายจะส่งผลต่อการทำงานของผลิตภัณฑ์ได้

เนื่องจากสปินเดิลมอเตอร์มีความสำคัญมาก จึงส่งผลให้บรรจุก๊าซสำหรับมอเตอร์มีความสำคัญอย่างยิ่งเช่นเดียวกัน บรรจุก๊าซเป็นสิ่งที่เติบโตตามอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไดรฟ์ เนื่องจากเป็นองค์ประกอบที่ต้องเปลี่ยนแปลงรวดเร็วตามผลิตภัณฑ์ ด้วยเหตุนี้บรรจุก๊าซสำหรับใส่มอเตอร์ฮาร์ดดิสก์จึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง นอกจากนี้ในปัจจุบันผู้ผลิตบรรจุก๊าซยังได้รับความกดดันจากลูกค้าให้ลดต้นทุนอย่างต่อเนื่อง เพราะบรรจุก๊าซส่งผลต่อต้นทุนโดยรวมของผลิตภัณฑ์ ยิ่งสินค้ามีการแข่งขันกันมากเท่าใด บรรจุก๊าซก็ต้องได้รับการพัฒนามากขึ้นเท่านั้น

ด้วยเหตุผลดังกล่าวบรรจุก๊าซจึงมีความสำคัญมาก และเป็นองค์ประกอบหลักอย่างหนึ่งที่ผู้ผลิตนำมาเป็นเครื่องมือในการแข่งขัน

บทความนี้นำเสนอการปรับปรุงแบบบรรจุก๊าซสำหรับใส่มอเตอร์ของฮาร์ดดิสก์ โดยใช้แนวทางการออกแบบเพื่อการประกอบ (design for

assembly, DFA) ซึ่งเป็นวิธีการที่เหมาะสมกับบรรจุภัณฑ์ประเภทนี้ เนื่องจากเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีกระบวนการประกอบเป็นหลัก

2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ประกอบด้วยการออกแบบกราฟฟิค และการออกแบบโครงสร้าง การออกแบบกราฟฟิคเป็นการสื่อความหมายด้วยภาพวาดหรือสัญลักษณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยส่งเสริมการขายผลิตภัณฑ์ ส่วนการออกแบบโครงสร้างของบรรจุภัณฑ์มีหน้าที่หลัก 3 อย่าง คือ เพื่อรองรับผลิตภัณฑ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพตามปริมาณและน้ำหนักที่ต้องการ เพื่อปกป้องผลิตภัณฑ์ให้ปลอดภัย และเพื่อช่วยในการเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์ให้ถึงมือลูกค้าในสภาพที่สมบูรณ์ [2]

บรรจุภัณฑ์สำหรับมอเตอร์ฮาร์ดดิสก์เป็นบรรจุภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมในการรองรับป้องกัน และเคลื่อนย้ายฮาร์ดดิสก์ โดยเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เน้นการประกอบเป็นหลัก การปรับปรุงบรรจุภัณฑ์ในที่นี้จึงใช้ทฤษฎีการออกแบบเพื่อการประกอบ

2.1 การออกแบบเพื่อการประกอบ (design for assembly, DFA)

การออกแบบเพื่อการประกอบมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถประกอบได้ง่ายที่สุดและมีค่าใช้จ่ายต่ำที่สุด โดยยังรักษาคุณภาพและความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ไว้อย่างครบถ้วน

หลักการสำคัญของการออกแบบเพื่อการประกอบคือ ออกแบบโดยลดจำนวนชิ้นส่วนในผลิตภัณฑ์ให้มีน้อยที่สุด เพื่อช่วยให้ประกอบได้ง่ายและรวดเร็วยิ่งขึ้น อันจะส่งผลให้เกิดความผิดพลาดน้อย

ลงและต้นทุนโดยรวมต่ำลง

การวัดผลความสามารถในการประกอบนั้น สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 วิธี คือ [3]

2.1.1 การใช้ตัวชี้วัดเชิงคุณภาพ(qualitative measures) เป็นการประเมินความสามารถในการประกอบโดยใช้ประสบการณ์และความชำนาญ วิธีนี้จึงไม่จำเป็นต้องใช้ความละเอียดในการคำนวณต้นทุนและเวลาในการประกอบ

2.1.2 การใช้ตัวชี้วัดเชิงปริมาณ (quantitative measures) การวัดความสามารถในการประกอบด้วยวิธีนี้ นิยมใช้ดัชนีการประกอบ ซึ่งเป็นดัชนีที่บ่งบอกถึงความยากง่ายในการประกอบ วิธีที่นิยมมีด้วยกัน 3 วิธี คือ

ก. วิธีของบรูรอยด์-คิวเฮอร์ตส์ วัดประสิทธิภาพในการประกอบโดยพิจารณาจากกิจกรรมการหยิบจับและการใส่ชิ้นส่วน (handling and inserting) และกิจกรรมการจับยึด (fastening)

ข. วิธีของลูคัส วิธีนี้เป็นความร่วมมือระหว่างบริษัท Lucas Engineering & System และมหาวิทยาลัยฮัลล์ (University of Hull) ประเทศอังกฤษ ในการประเมินการประกอบจะใช้ดัชนี 3 อย่าง ได้แก่ การวิเคราะห์หน้าที่ การวิเคราะห์การหยิบจับและการป้อน และการวิเคราะห์การยึด [4]

ค. วิธีของฮิตาชิ พัฒนาโดยบริษัทฮิตาชิในประเทศญี่ปุ่น วิธีนี้ถูกพัฒนาขึ้นมาก่อนสองวิธีแรก เป็นการวัดประสิทธิภาพของการประกอบโดยเน้นพิจารณาที่ขั้นตอนการใส่ (insertion operation)

เมื่อพิจารณาเปรียบเทียบทั้งสามวิธี อาจกล่าวได้ว่า วิธีเหล่านี้มีความคล้ายคลึงกันตรงที่เป็นการวัดประสิทธิภาพในการประกอบด้วยเวลาที่ใช้ในการประกอบ จำนวนชิ้นส่วน และต้นทุนการ

ประกอบ แต่วิธีเหล่านี้มีข้อแตกต่างกันคือ ใช้ดัชนีชี้วัดที่มีแนวทางในการคำนวณต่างกัน นอกจากนี้วิธีของอิตาชีจะเน้นเรื่องขั้นตอนการใส่ (insertion operation) และไม่กล่าวถึงการประกอบอัตโนมัติอย่างชัดเจน เนื่องจากเป็นวิธีที่พัฒนาขึ้นในสมัยที่การประกอบแบบอัตโนมัติยังไม่แพร่หลาย ส่วนวิธีของบูธรอยด์จะเน้นการหยิบจับและการใส่ชิ้นส่วนเข้าด้วยกัน โดยให้ความสำคัญกับการประกอบแบบอัตโนมัติด้วย สำหรับวิธีของลูคัสจะนำมุมมองของทั้งอิตาชีและบูธรอยด์มาใช้โดยพิจารณาทั้งการหยิบจับและการใส่ชิ้นส่วน โดยมีการคำนึงถึงระบบอัตโนมัติและขั้นตอนการจับยึดบ้าง วิธีของลูคัสมีดัชนีวัดหลายค่าและต้องใช้เวลาในการคำนวณค่อนข้างมาก

3. วิธีดำเนินการวิจัย

หลังจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อการประกอบแล้ว ขั้นตอนต่อไปในการวิจัยมีดังนี้

3.1 กำหนดตัวชี้วัด เป็นตัวชี้วัดสำหรับเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการปรับปรุงการออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป ตัวชี้วัดที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้คือ จำนวนชิ้นส่วน จำนวนขั้นตอนการประกอบ เวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นส่วน ต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบ และดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์ (assembly index) ในที่นี้เลือกใช้วิธีของบูธรอยด์-คิวเอิร์ส เนื่องจากมีความสะดวกและรวดเร็วเหมาะกับการทำงานจริงซึ่งต้องแข่งขันกับเวลาและความต้องการของลูกค้า

3.2 ทำการประเมินแบบของบรรจุภัณฑ์ ในการประเมินการประกอบแบบบูธรอยด์-คิวเอิร์ส นั้น ขั้นแรกจะต้องระบุชนิดของการประกอบของระบบเสียก่อนว่าเป็นการประกอบแบบใด ในที่นี้

สามารถระบุได้ว่าเป็นระบบการประกอบโดยใช้มือ (manual assembly system procedure) จากนั้นจึงทำการหาความยากในการหยิบจับ (handling difficulties) ซึ่งขึ้นกับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ขนาด น้ำหนัก หรือการปรับให้อยู่ในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งหากยิ่งยากจะต้องใช้เวลาในการทำงานนานขึ้น หลังจากนั้นจะหาความยากในการใส่และจับยึด (inserting and fastening difficulties) ซึ่งขึ้นกับปัจจัยต่าง ๆ เช่น ความยากในการมองเห็น ความผิดพลาด ๆ สภาพะเหล่านี้จะทำให้ใช้เวลาในการประกอบนานขึ้น [5]

3.3 ทำการปรับปรุงแบบบรรจุภัณฑ์ เมื่อทำการประเมินเบื้องต้นแล้ว หลังจากนั้นจะทำการปรับปรุงแบบโดยลดจำนวนชิ้นส่วนให้เหลือน้อยที่สุด ในที่นี้แต่ละชิ้นส่วนจะต้องถูกตรวจสอบเหตุผลเพื่อพิจารณาความจำเป็นของการมีชิ้นส่วนนั้น ๆ อยู่ในผลิตภัณฑ์ หลักเกณฑ์การพิจารณาที่นำเสนอโดยบูธรอยด์-คิวเอิร์ส จะใช้คำถาม 3 ข้อ ดังนี้ [6]

- ในการทำงานของผลิตภัณฑ์ ชิ้นส่วนนั้นต้องเคลื่อนที่สัมพันธ์กับชิ้นส่วนอื่น ๆ ที่ถูกประกอบแล้วหรือไม่

- ชิ้นส่วนนั้นจำเป็นต้องทำจากวัสดุคุณสมบัติกับชิ้นส่วนที่ประกอบแล้วหรือไม่

- การนำชิ้นส่วนนั้นไปรวมกับชิ้นส่วนอื่นจะทำให้ไม่สามารถประกอบชิ้นส่วนอื่น ๆ เป็นผลิตภัณฑ์หรือไม่

ในการพิจารณาคำถามข้างต้น ผู้ออกแบบควรตอบว่า “ไม่ใช่” เว้นแต่คำตอบ “ใช่” เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ทั้งนี้เพื่อให้มีชิ้นส่วนที่อยู่ในข่ายควรกำจัดออกมากที่สุด ถ้าชิ้นส่วนใดไม่มีความจำเป็น (ตอบ “ไม่” ครบทั้งสามข้อ) แสดงว่าชิ้นส่วนนั้นควรกำจัดทิ้ง หรือนำไปรวมกับชิ้นส่วนอื่น ๆ

3.4 ประเมินเปรียบเทียบแบบบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังการปรับปรุง เมื่อได้ทำการปรับปรุงแบบของบรรจุภัณฑ์เรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปเป็นการประเมินด้วยตัวชี้วัดต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ในตอนต้น และคำนวณประสิทธิภาพการออกแบบ ดังสมการที่ 1

ประสิทธิภาพของการออกแบบ (design efficiency) = $(3 \times N_m) / T$ สมการที่ 1
โดย N_m = จำนวนชิ้นส่วนที่จำเป็น (essential components) หรือจำนวนชิ้นส่วนต่ำสุดที่ควรจะมี (minimum number of components) โดยตัวห้อย m แทน minimum

T = เวลารวมที่ใช้ในการประกอบ (วินาที)

สมการที่ 1 อาจกล่าวได้ว่าเป็นการนำเวลาที่ต่ำที่สุดในการประกอบกัน ในทางอุดมคติ (ideal assembly time) หารด้วยเวลาที่ใช้จริงในการประกอบ (actual assembly time)

4. ผลการวิจัย

4.1 ผลการประเมินบรรจุภัณฑ์ก่อนปรับปรุง

4.1.1 จำนวนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงมี 637 ชิ้น ถ้าสามารถลดจำนวนชิ้นส่วนลงได้ก็จะช่วยลดต้นทุนการผลิตและยังเพิ่มประสิทธิภาพของการออกแบบ

4.1.2 ขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงมี 16 ขั้นตอน ถ้าสามารถลดขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ลงได้ก็จะทำให้ต้นทุนและเวลาในการผลิตลดลง

4.1.3 เวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงคือ 3842.82 วินาที

4.1.4 ค่าต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงคือ 47.27 บาท/ชุด

4.1.5 ดัชนีในการประกอบผลิตภัณฑ์ก่อน

การปรับปรุง ในการประเมินการประกอบแบบนุทธรอยด์-คิวเซอร์สนั้น จะทำการประเมินแต่ละชิ้นส่วน โดยใช้ทีมงานออกแบบและทีมงานประกอบ ซึ่งเป็นบุคคลที่มีประสบการณ์ทำงานกับบรรจุภัณฑ์รุ่นที่นำมาเป็นกรณีศึกษา ในที่นี้จะพิจารณาจากหลักการคำถาม 3 ข้อ ของนุทธรอยด์-คิวเซอร์ส ตามที่กล่าวมาแล้ว สำหรับผลการประเมินการประกอบแบบนุทธรอยด์-คิวเซอร์สก่อนการปรับปรุงแสดงผลได้ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินการประกอบแบบนุทธรอยด์-คิวเซอร์สก่อนการปรับปรุงพบว่าจำนวนชิ้นส่วนที่มีจำเป็นเท่ากับ 181 ชิ้น ประสิทธิภาพในการประกอบ หรือ DFA index คำนวณได้ตามสมการที่ 1 เป็นดังนี้

ประสิทธิภาพในการประกอบ = $(3 \times 181) / 3842.82$

= 0.1413 หรือ 14.13 %

4.2 กระบวนการปรับปรุงบรรจุภัณฑ์

หลังจากที่ได้ประเมินดัชนีในการประกอบบรรจุภัณฑ์ก่อนการปรับปรุงไปแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การปรับปรุงชิ้นส่วนของบรรจุภัณฑ์ ด้วยการวิเคราะห์ถึงความจำเป็นของชิ้นส่วน ถ้าเป็นชิ้นส่วนที่ไม่มีความจำเป็นต้องใช้ ก็ให้พยายามเปลี่ยนการออกแบบหรือลดชิ้นส่วนนั้นลง โดยผู้วิจัยและทีมงานที่มีประสบการณ์ในการทำงานเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ชนิดนี้โดยตรง ได้นำหลักการวิเคราะห์ของนุทธรอยด์-คิวเซอร์สมาวิเคราะห์ความจำเป็นของแต่ละชิ้นส่วน และทำการแก้ไขปัญห

จากการวิเคราะห์ชิ้นส่วนของบรรจุภัณฑ์พบว่าสามารถปรับปรุงชิ้นส่วนที่ไม่มีความจำเป็น ได้ดังนี้

ตารางที่ 1 ผลการประเมินการประกอบแบบบุททอยด์-คิวเซอร์สก่อนปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	รหัส	ความ จำเป็น*	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวนชิ้นส่วน ที่จำเป็น (ชิ้น)
1	Wood pallet	PLT-0013	1	1	1
2	Top-bottom cap	CTN-0191	1	2	2
3	Sleeve	CTN-3019	1	1	1
4	Corner	CPT-0052	1	4	4
5	Corner Protector	CPT-0016	1	4	4
6	Poly bag	PLB-0031	0	216	0
7	Carton box	CTN-3017	1	24	24
8	Pad-H	PAD-3011-H	0	24	0
9	PartitionA	PAR-3008-A	0	24	0
10	PartitionB	PAR-3008-B	1	48	48
11	PartitionC	PAR-3008-C	1	96	96
12	PartitionD	PAR-3008-D	0	72	0
13	PartitionD	PAR-3008-E	0	48	0
14	PartitionF	PAR-3008-F	0	24	0
15	PartitionG	PAR-3008-G	0	48	0
16	Tape 2"x100 yard	MIS-0076	1	1	1
			รวม	637	$N_m = 181$

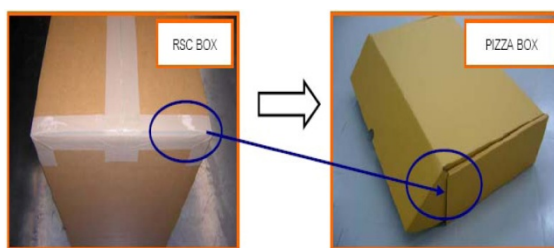
หมายเหตุ : ความจำเป็น* ในที่นี้หมายถึง

1 คือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแล้วว่ามีความจำเป็น

0 คือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแล้วว่าไม่มีความจำเป็น

4.2.1 ชิ้นส่วนกล่องคาร์ตัน (carton box) เดิมใช้กล่องคาร์ตันทั้งหมด 24 ชิ้น ด้วยกัน จากการพิจารณาพบว่าสามารถเปลี่ยนเป็นกล่องแบบพิซซ่า (pizza box) ซึ่งจะทำให้ลดกระบวนการทำงานและ

เปลี่ยนจากวิธีการติดเทปกาวมาใช้วิธีการเข้าล็อก (snap fit) แทน ซึ่งจะทำให้สามารถประกอบชิ้นส่วนได้รวดเร็วขึ้นและไม่ต้องใช้เครื่องมือช่วย ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 การปรับปรุงชิ้นส่วนกล่องคาร์ตัน

4.2.2 ชิ้นส่วนชุดแบ่งส่วนด้านบน (set partition top) สำหรับการปรับปรุงชิ้นส่วนดังกล่าว นั้น ได้พิจารณาถึงความสามารถในการประกอบ จากเดิมติดปัญหาในเรื่องการประกอบที่ยากและมีจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นมากเกินไป โดยต้องใช้ชิ้นส่วนทั้งหมด 4 ชิ้น คือ PAR-3008-E, PAR-3008-F, PAR-3008-G, PAD-3011-H ดังนั้นเราจึงลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานของชิ้นส่วนนี้ลง เหลือแค่ 2 ชิ้น จะทำให้การประกอบชิ้นงานง่ายขึ้นแต่คุณสมบัติการใช้งานยังคงเดิม ดังรูปที่ 2



รูปที่ 2 ชิ้นส่วนชุดแบ่งส่วนด้านบน

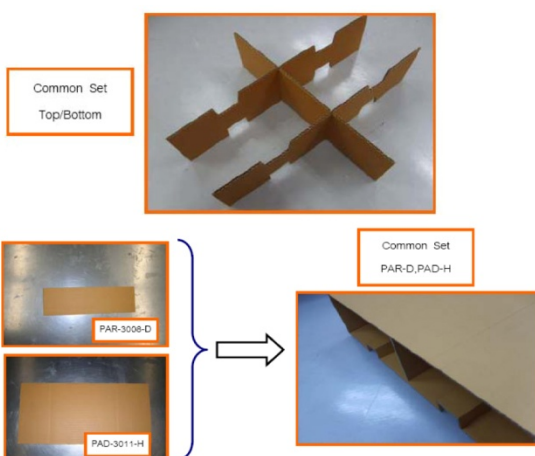
4.2.3 ชิ้นส่วนชุดแบ่งส่วนด้านล่าง (set partition bottom) ในการปรับปรุงชิ้นส่วนดังกล่าว ได้พิจารณาถึงความสามารถในการประกอบเช่นเดียวกับชิ้นส่วนในข้อ 4.2.2 เพราะจากเดิมติดปัญหาในเรื่อง

การประกอบงานที่ยากและมีจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นมากเกินไป โดยต้องใช้ทั้งหมด 4 ชิ้น ด้วยกัน คือ PAR-3008-A, PAR-3008-B, PAR-3008-C, PAR-3008-D ดังนั้นเราจึงลดจำนวนชิ้นส่วนที่ไม่จำเป็นต่อการใช้งานของชิ้นส่วนนี้ลงเหลือ 2 ชิ้น ทำให้การประกอบชิ้นงานง่ายขึ้นแต่คุณสมบัติการใช้งานยังคงเดิม ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ชิ้นส่วนชุดแบ่งส่วนด้านล่าง

หลังจากนั้นผู้ออกแบบได้รวมชุดแบ่งส่วนด้านบนและชุดแบ่งส่วนด้านล่างเข้าด้วยกันเป็นชุดแบ่งส่วนร่วม (common set partition) ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การรวมชุดแบ่งส่วนด้านบนและชุดแบ่งส่วนด้านล่างเข้าด้วยกัน

นอกจากชิ้นส่วนที่ได้กล่าวถึงข้างต้น ยังได้มีการวิเคราะห์ถึงการออกแบบชิ้นส่วนอื่น ๆ ทั้งหมดอีกด้วย แต่พบข้อจำกัดที่ทำให้ไม่สามารถปรับเปลี่ยนแบบได้ เช่น ถ้าปรับเปลี่ยนแล้วทำให้มีต้นทุนสูงขึ้นไม่คุ้มค่ากับการลงทุน หรืออาจจะมีปัญหาด้านการใช้งานจริง กล่าวคือ ถ้าเปลี่ยนการออกแบบแล้ว ทำให้มีผลกระทบต่อการใช้งานของผลิตภัณฑ์

4.3 ผลการประเมินบรรจุกฎเกณฑ์หลังการปรับปรุง

4.3.1 จำนวนชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงลดลงเหลือ 349 ชิ้น จากเดิม 637 ชิ้น หรือสามารถลดจำนวนชิ้นส่วนลงได้ 45.21 % ของชิ้นส่วนบรรจุกฎเกณฑ์เดิม โดยจำนวนชิ้นส่วนที่สามารถลดลงได้มาจากขั้นตอนการเปลี่ยนมาใช้เป็นชุดแบ่งส่วนร่วม (common partition) แล้วใส่ลงในกล่องแบบพิซซ่า (pizza box)

4.3.2 ขั้นตอนการประกอบผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงมี 11 ขั้นตอน จากเดิม 16 ขั้นตอน หรือสามารถลดขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ลงได้ 31.25 %

4.3.3 เวลาที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงคือ 2856.68 วินาที จากเดิม 3842.82 วินาที หรือสามารถลดเวลาได้ 986.14 วินาที คิดเป็น 25.66 % ของเวลาการประกอบเดิม ขั้นตอนที่สามารถลดเวลาลงได้ คือเปลี่ยนจากการประกอบชุดแบ่งส่วนด้านบนและด้านล่าง แล้วใส่ลงในกล่องคาร์ตัน เป็นการออกแบบชุดแบ่งส่วนร่วม แล้วใส่ลงในกล่องแบบพิซซ่า

4.3.4 ต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุงคือ 35.14 บาท/ชุด จาก

เดิม 47.27 บาท/ชุด หรือสามารถลดต้นทุนแรงงานที่ใช้ในการประกอบได้ 25.66 %

4.3.5 ดัชนีการประกอบผลิตภัณฑ์หลังการปรับปรุง (assembly index)

ผลการประเมินการประกอบแบบบูรณาการดี-คิวเซอร์สหลังการปรับปรุงแสดงไว้ในตารางที่ 2

จากตารางที่ 2 แสดงให้เห็นว่าผลการประเมินการประกอบแบบบูรณาการดี-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุง ได้ค่าจำนวนชิ้นส่วนที่จำเป็นเท่ากับ 133 ชิ้น ประสิทธิภาพในการประกอบหรือ DFA index คือ $(3 \times 133) / 2856.68 = 0.1397$ หรือ 13.97 %

5. สรุป

การปรับปรุงแบบบรรจุกฎเกณฑ์โดยการนำเทคนิคการออกแบบเพื่อการประกอบมาประยุกต์ใช้ก่อให้เกิดผลดีขึ้นทั้งในด้านจำนวนชิ้นส่วน ขั้นตอนการประกอบ เวลาที่ใช้ในการประกอบ และต้นทุนแรงงาน ดังแสดงในตารางที่ 3 ซึ่งเป็นการสรุปผลการเปรียบเทียบแบบบรรจุกฎเกณฑ์ก่อนและหลังการปรับปรุง ในที่นี้จะเห็นว่าเมื่อพิจารณาประสิทธิภาพในการประกอบโดยใช้วิธีบูรณาการดี-คิวเซอร์ส หลังการปรับปรุงจะพบว่า ประสิทธิภาพในการประกอบน้อยกว่าของเดิม 0.16 % เนื่องจากการปรับปรุงแบบติดขัดข้อจำกัดบางประการที่ถูกกล่าวได้กำหนดไว้ (ชิ้นส่วน PLB-0031 ลูก้าต้องการให้คงไว้เพื่อป้องกันชิ้นงานอีกหนึ่งชิ้น) อย่างไรก็ตามเมื่อพิจารณาจากตัวชี้วัดอื่น ๆ จะเห็นว่าการปรับปรุงแบบบรรจุกฎเกณฑ์ส่งผลดีขึ้นอย่างชัดเจน

ตารางที่ 2 ผลการประเมินการประกอบแบบบูรณาการด้วยเครื่องมือหลังการปรับปรุง

ลำดับ ที่	ชื่อชิ้นส่วน	รหัส	ความ จำเป็น*	จำนวน ชิ้นส่วน (ชิ้น)	จำนวนชิ้นส่วน ที่จำเป็น (ชิ้น)
1	Wood pallet	PLT-0013	1	1	1
2	Top-bottom cap	CTN-0191	1	2	2
3	Sleeve	CTN-3019	1	1	1
4	Corner	CPT-0052	1	4	4
5	Corner protector	CPT-0016	1	4	4
6	Poly bag	PLB-0031	0	216	0
7	Pizza box	CTN-3017-1	1	24	24
8	Partition A1	PAR-3008-A1	1	48	48
9	Partition B1	PAR-3008-B1	1	24	24
10	Pad- H1	PAD-3011-H1	0	24	24
11	Tape 2"x100 yard	MIS-0076	1	1	1

หมายเหตุ : ความจำเป็น*

1 คือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแล้วว่ามีค่าจำเป็น

0 คือ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ที่ผ่านเกณฑ์การประเมินแล้วที่ไม่มีค่าจำเป็น

6. ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

สำหรับแนวทางในการทำวิจัยหรือใช้ประโยชน์ต่อไปในอนาคต มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

6.1 ในการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้หลักการออกแบบเพื่อการประกอบนั้น ยังมีข้อจำกัดในการปรับปรุงอยู่หลายอย่าง จึงทำให้ค่าของประสิทธิภาพในการออกแบบยังต่ำอยู่ เช่น ข้อจำกัดเฉพาะทางด้านความต้องการของลูกค้าทำให้ชิ้นส่วนบางชิ้นไม่สามารถเปลี่ยนแปลงแบบได้ ข้อจำกัดทางด้านเงินลงทุนหากต้องการดำเนินการสั่งสร้างแม่พิมพ์ใหม่

6.2 ในการวิจัยควรนำต้นทุนที่เกิดขึ้นจริงในการประกอบผลิตภัณฑ์มาใช้ในการคำนวณ โดยใช้ต้นทุนของชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์ ต้นทุนค่าแรงในการประกอบผลิตภัณฑ์ และค่าวัสดุ เพื่อให้ทราบถึงค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการดำเนินงาน แต่ในการวิจัยนี้ใช้ค่าแรงงานในการประกอบผลิตภัณฑ์เป็นค่าโดยประมาณ เนื่องจากบริษัทกรณีศึกษาไม่สะดวกที่จะเปิดเผยข้อมูลทั้งหมดได้

6.3 ควรมีการศึกษาเกี่ยวกับการวิเคราะห์กระบวนการผลิต (manufacturing analysis) เพิ่มเติมเนื่องจากเป็นดัชนีที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งที่เน้นถึง

ต้นทุนของกระบวนการผลิต ซึ่งจะเป็นดัชนีที่ช่วยในการตัดสินใจเลือกใช้วัตถุดิบและกระบวนการผลิต

6.4 ในการวิเคราะห์ดัชนีการประกอบนั้น ควรเลือกวิธีที่เหมาะสมที่สุดในการทำงานมาใช้ในการหาค่าดัชนีในการประกอบ วิธีที่เลือกใช้งานวิธีนี้คือวิธีของบูธทรอยด์-คิวเฮอร์ตส์เพราะสะดวกและรวดเร็วกับการทำงานจริง ซึ่งต้องแข่งขันกับเวลาและความต้องการของลูกค้า อย่างไรก็ตามการคำนวณด้วยวิธีนี้

อาจให้ค่าที่ไม่ครอบคลุม ถ้าต้องการทราบค่าดัชนีที่ครอบคลุมผู้วิจัยแนะนำว่าควรใช้วิธีของคูคัส ซึ่งจะทำให้ทราบหน่วยย่อย ๆ ของการประกอบทุกหน่วยเริ่มตั้งแต่การหยิบจับชิ้นส่วน การป้อนชิ้นส่วน การจับยึดชิ้นส่วน แต่วิธีนี้ต้องใช้เวลาในการเก็บข้อมูล ดังนั้นในการตัดสินใจวิธีใดดีที่สุดก็ต้องขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานว่าวิธีใดเหมาะสมที่สุดกับงานนั้น ๆ นั่นเอง

ตารางที่ 3 สรุปผลการเปรียบเทียบแบบบรรจุภัณฑ์ก่อนและหลังการปรับปรุง

การประเมินการประกอบผลิตภัณฑ์			ผลการประเมินก่อนการปรับปรุง	ผลการประเมินหลังการปรับปรุง	ผลต่าง	
					ค่าที่ได้	เปอร์เซ็นต์ (%)
จำนวนชิ้นส่วน (ชิ้น)			637.00	349.00	-288.00	-45.21
ขั้นตอนในการประกอบผลิตภัณฑ์ (ขั้นตอน)			16.00	11.00	-5.00	-31.25
เวลาในการประกอบ (วินาที)			3842.82	2856.68	-986.14	-25.66
ค่าแรงในการประกอบผลิตภัณฑ์ (บาท/set)			47.27	35.14	-12.13	-25.66
ดัชนีการประกอบ	ฮิตาชิ	E	63.07	69.58	+6.51	+6.51
		K	100.00	79.10	-20.90	-20.90
	บูธทรอยด์-คิวเฮอร์ตส์		14.13	14.13	13.97	-0.16
	คูคัส	หน้าที่	28.41	38.10	+9.69	+9.69
		การป้อน	6.42	3.59	-2.83	-2.83
		การยึด	16.36	10.48	-5.88	-5.88

หมายเหตุ : เครื่องหมาย +/- หมายถึง การเปลี่ยนแปลงที่มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลงตามลำดับ

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชิต เหล่าวัฒนา, ความสำคัญของอุตสาหกรรมฮาร์ดดิสก์ไทย, แหล่งที่มา : <http://www.fibokmutt.ac.th/fiboweb07/thai/index.php?option=>

com_content&task=view&id=709, 29 กันยายน 2555.

- [2] มณฑลีสานนันทน์ และจิราณัฐ บุคคิจิน, 2551, การประยุกต์ใช้เทคนิคการออกแบบเพื่อ

- การประกอบ (DFA) ในการปรับปรุงแบบ
ผลิตภัณฑ์กล่องชุดของขั้วเครื่องสำอาง,
Veridian E-Journal, Silpakorn University 1:
14-22.
- [3] Edwards, K.L., 2002, Towards more strategic
product design for manufacture and assembly:
Priorities for concurrent engineering, J. Mat.
Design 23: 651-656.
- [4] Chan, V. and Salustri, F.A., DFA: The lucas
method, Available Source: <http://deed.ryerson.ca/~fil/t/dfmlucas.html>, December 27, 2011.
- [5] Boothroyd, G., Dewhurst, P. and Knight, W.,
1994, Product Design for Manufacture and
Assembly, Marcel Dekker, New York. 540 p.
- [6] มณฑลีสานนันทน์, 2550, การออกแบบ
ผลิตภัณฑ์เพื่อการสร้างสรรค์นวัตกรรมและ
วิศวกรรมย้อนรอย, ฉบับปรับปรุง, สำนักพิมพ์
มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 320 น.