ประพันธ์ ธรรมนนทิกุล 2552: การออกแบบเพื่อความแข็งแรงสำหรับบรรจุภัณฑ์
พลาสติกที่ผลิตโดยการขึ้นรูปร้อน ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
(วิศวกรรมเครื่องกล) สาขาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
ประธานกรรมการที่ปรึกษา: รองศาสตราจารย์สัจจาทิพย์ ทัศนียพันธุ์, M.S. 185 หน้า

บรรจุภัณฑ์พลาสติกที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปร้อนถูกใช้กันอย่างแพร่หลายในชีวิตประจำวัน
โดยเฉพาะบรรจุภัณฑ์สำหรับบรรจุอาหาร การลดต้นทุนการผลิตให้น้อยที่สุด ปัจจัยโดยตรงจาก
น้ำหนักของบรรจุภัณฑ์ ดังนั้นความหนาผนังบรรจุภัณฑ์จึงเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุด บรรจุภัณฑ์ที่มี
ผนังบางมากเกินไปส่งผลให้เกิดการยุบตัว เมื่อมีภาระด้านบนมากระทำ วิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้การ
วิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite-Element Analysis หรือ FEA) เพื่อหาความหนาที่เหมาะสม
โดยเริ่มต้นจากการศึกษาการยุบตัวเนื่องจากภาระด้านบนทั้งจากการทดสอบ และจาก FEA ของ
ถาดพลาสติกที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปร้อน รูปทรงสี่เหลี่ยมจัตุรัส (124.5 x 124.5 x 28.5 มม. ความหนา
ผนังเฉลี่ยเท่ากับ 0.2 มม.) ผลิตจากพลาสติกชนิดโพลีสไตรีน (PS) ผลการเปรียบเทียบจาก 9
แบบจำลองไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEMs) ซึ่งแต่ละแบบต่างกันที่การกำหนดเงื่อนไขขอบเขต
(Constrain) และการกำหนดเงื่อนไขภาระแบบสถิตยศาสตร์ (Static loading) พบว่า แบบจำลอง
ไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) ของถาดที่กำหนดเงื่อนไขขอบเขตแบบ fixed 4 มุม ที่ฐาน และกำหนด
ภาระเป็นแบบกระจาย ให้ผลการวิเคราะห์ที่แม่นยำดีที่สุด โดยค่าเฉลี่ยระยะยุบในช่วงภาระ
ด้านบนระหว่าง 7.6 N ถึง 38.0 N มีค่าเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน ($e_\%$) เท่ากับ 3.49% ในขณะที่
ค่าสัมบูรณ์ของความคลาดเคลื่อน ($|e|_\%$) เท่ากับ 5.02% ดังนั้นการศึกษาเพิ่มเติมจึงใช้แบบจำลอง
FEM ดังกล่าวเพื่อศึกษารูปทรง และขนาดต่างๆ ที่มีผลต่อความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ภายใต้
ภาระด้านบนรวม 77 รูปแบบ งานวิจัยนี้ได้เสนอเกณฑ์การเปรียบเทียบความแข็งแรงของบรรจุ
ภัณฑ์ ได้แก่ i) อัตราส่วนระหว่าง แรงต่อน้ำหนัก (F/m) ii) แรงต่อปริมาตรความจุ (F/V_c) iii)
ระยะยุบตามแกนความสูงต่อน้ำหนัก (δ_z/m) และ iv) ระยะยุบตามแกนความสูงต่อปริมาตรความ
จุ (δ_z/V_c) บรรจุภัณฑ์ที่แข็งแรงต้องมีค่า F/m และ F/V_c มาก และ δ_z/m และ δ_z/V_c น้อย ผล
จากการศึกษาได้สรุปแนวทางการออกแบบเป็นตารางซึ่งสามารถช่วยให้นักออกแบบสามารถ
ออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยวิธีขึ้นรูปร้อนให้มีความแข็งแรงได้ดีมากขึ้น เช่น รูปทรงกระบอก
จะมีความแข็งแรงดีที่สุด

Praphan Thammanontikul 2009: Design for Strength for Thermoformed-Plastic Packages. Master of Engineering (Mechanical Engineering), Major Field: Mechanical Engineering, Department of Mechanical Engineering. Thesis Advisor: Associate Professor Satjarthip Thusneyapan, M.S. 185 pages.

Thermoformed-plastic package are used extensively for our daily life, especially for the food packaging. To minimize the cost, which is directly related to the mass of the package, the thickness is the most concern. Too thin of the wall thickness causes the collapse of the package when several parts are loading on top. This thesis applied finite-element analysis (FEA) for determining the thickness. The initial study selected a thermoformed tray with a square shape (124.5 x 124.5 x 28.5 mm, with the average wall thickness of 0.2 mm), made from polystyrene (PS), for investigation the deflection due to top loading – both experiment and FEA. The compared nine finite-element models (FEMs), they differed by constrain and static loading conditions. It was found that a FEM of the tray with four fixed corners at the base and distributed loading gave the most accurate result. The averaged vertical deflection, for the loading between 7.6 N and 38.0 N, gave the error of 3.49%; while the average of the absolute error was 5.02%. Further study, by using the obtained FEM, investigated various geometry and dimension influencing the top load strength of the package. This research introduced criterions for comparing the strength of the package; they were the ratios of i) force per mass (F/m), ii) force per capacity (F/V_c), iii) vertical deflection per mass (δ_z/m), and iv) vertical deflection per capacity (δ_z/V_c). A package with good strength would have the large values of F/m and F/V_c, and small values of δ_z/m and δ_z/V_c. The resulted studies tabulated a design guide which could help designers to design thermoformed products with better strength. For example the cylindrical shape has the best strength.