

การสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์ Three Plate Mold : Tray

ศรายุทธ ทองอุทัย^{1*}, อภิวัฒน์ วงศ์แป้น², รัชณีพร นิ่มเรือง³, อุเทน สุขสมอารีย์วงศ์⁴ และอรรธิกา อยู่เอี่ยม⁵
Sarayut Thonguthai^{1*}, Apiwat Wongpan², Ratchaneepron Nimreang³,
Uten Suksomrareewong⁴ and Auntiga Ueaim⁵

^{*1,2,3,4,5}สาขาวิชาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคกลาง 5 สมุทรสงคราม 75000

^{*1,2,3,4,5}Mold and Die Technology, Institute of Vocational Education Central Region 5, Samut Songkhram 75000

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนวัตกรรมนี้มีวัตถุประสงค์การสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate (Three Plate Mold) กล่องอเนกประสงค์ และหาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate (Three Plate Mold) กล่องอเนกประสงค์ในการศึกษาและการประเมินประสิทธิภาพของการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ผู้เชี่ยวชาญที่มีความรู้ และทักษะในการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกในบริษัท ภูมิใจ เอ็นจิเนียริง จำกัด จำนวน 5 ท่าน เครื่องมือได้แก่แบบประเมินประสิทธิภาพที่ได้มีค่าความเชื่อมั่น .985

ผลการศึกษาการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate (Three Plate Mold) กล่องอเนกประสงค์มีขั้นตอนหลัก ๆ ได้แก่ การออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จสำเร็จรูป ทางด้านการเขียนแบบและออกแบบ 3 มิติ และมีการ Simulation ชิ้นงาน ขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน การปรับประกอบ การทดลองแม่พิมพ์ (Try out) และการหาประสิทธิภาพ ดังนี้ การออกแบบกล่องอเนกประสงค์โดยรวมมีรูปแบบที่ความสวยงาม คิดค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เวลา Cycle Time 3 วินาที มีค่าเฉลี่ย 4.40 การเลือกใช้เครื่องจักรขนาด 250 ตัน มีความเหมาะสมสามารถทำการฉีดชิ้นงานได้พอดีอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 5.00 น้ำหนักชิ้นงานกล่องอเนกประสงค์ 276.92 กรัม อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย

*ศรายุทธ ทองอุทัย

E-mail : sarayut15@yahoo.com

4.20 การเลือกใช้แม่พิมพ์แบบ 3 Plate อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.80 การวางตำแหน่ง Cavity อยู่ในแนวเส้นตรงอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.60 ชนิดของ Gate เป็นแบบเข็ม (Pin Point Gate) เป็นเส้นตรงอยู่ในระดับดีมากค่าเฉลี่ย 4.60 ระบบควบคุมอุณหภูมิ น้ำร้อน 70 องศาเซลเซียส อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.80 ระบบปลดชิ้นงานใช้ Ejector Pin อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.60 ระบบระบายอากาศ Air Vent ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.40 วัสดุแม่พิมพ์ ใช้เหล็กเกรด S50C อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.80 เม็ดพลาสติกที่ใช้ PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap) อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.40 โดยรวมค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพ อยู่ในระดับดีมาก สามารถนำไปใช้ฉีดกล่องอเนกประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชิ้นงานสามารถใช้ในสถานประกอบการ และสามารถนำจัดจำหน่ายได้ จุดคุ้มทุนของแม่พิมพ์อยู่ที่ 10,000 ชิ้น

คำสำคัญ : แม่พิมพ์, แม่พิมพ์พลาสติก, กล่องอเนกประสงค์

Abstract

This Innovative Research Aims to Create a Plastic Mold 3 Plate (Three Plate Mold) Multipurpose Box (TRAY) and Find the Efficiency of the Plastic Mold 3 Plate (Three Plate Mold) Multipurpose Box In the Study and Evaluation of the Effectiveness of this Research, Including

Experts With Knowledge. And Skills In Creating Plastic Molds in Prumjai Engineering Company Limited, Amount 5 Persons. The Tools Include the Efficiency Evaluation Form With Confidence Value are .985

The Result of Plastic Mold 3 Plate (Three Plate Mold) Construction. There are Main Steps Including Designing with Ready-Made Programs in Drawing 3D And Have Simulation Workpieces, Parts Creation Process Adjustment Try Out the Test and Find Out the Efficiency as Follows. Multipurpose Box Design In General, There is a Form with Beauty that Averages 4.60 at a Very Good Level. Cycle Time of 3 Seconds is an Average of 4.40. The Selection of a 250 Ton Machine is Appropriate, Able to Fit the Injection Mold. Is in a Very Good Level, With an Average of 5.00 Weight of 276.92 Grams in a Multipurpose Box, Averaging 4.20 The Selection of The 3 Plate Mold is Very Good. The Average Value is 4.80. The Positioning of the Cavity is in a Straight Line. Very Good, Average 4.60 The Type of Gate is Pin Point Gate, Which is a Straight Line, Very Good, Average 4.60, Hot Water Temperature Control System 70 Degrees Celsius are Very Good, Average 4.80, Ejector Pin System is Very Good. Average 4.60 Air Vent System for Molded Surface Good Level, Average 4.40. Mold Material Using S50C Grade Steel is Very Good, Average 4.80 Plastic Beads Used. PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap) is Good Level, Average 4.40. Overall, The Average Efficiency is Very Good, Can be Used to Injection Multipurpose Boxes Efficiently. The Work Piece Can Be Used in the Workplace and Can Be

Distributed. The Breakeven Point of the Mold is 10,000 Pieces

Keywords : Mold, Plastic, Mold Tray

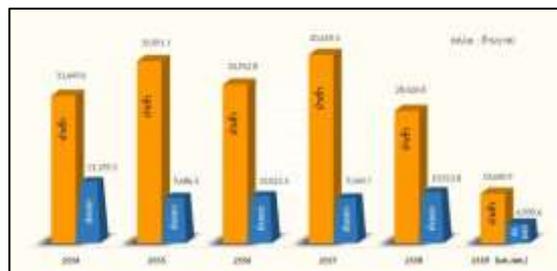
1. บทนำ

การพัฒนาประเทศจำเป็นต้องอาศัยการผลิตที่สอดคล้องกับนโยบายประเทศไทย 4.0 ที่เน้นทำน้อยได้มากและใช้เทคโนโลยีช่วยในการทำผลิต และอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ก็เป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่สำคัญสำหรับอุตสาหกรรมการผลิตสาขาต่าง ๆ ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนและเครื่องมือแพทย์ เป็นต้น

เนื่องจากแม่พิมพ์เป็นต้นกำเนิดของผลิตภัณฑ์ ดังนั้นการเจริญเติบโตอย่างเข้มแข็งและยั่งยืน จะช่วยสนับสนุนนโยบายรัฐบาลที่ให้ความสำคัญกับการสร้างความเข้มแข็งและความสามารถในการแข่งขันในตลาดโลกให้กับอุตสาหกรรมไทยด้วยการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตเพื่อลดต้นทุนและเพิ่มมูลค่าให้แก่สินค้าด้วยความสำคัญของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ดังกล่าวรัฐบาลและกระทรวงอุตสาหกรรมได้ให้การสนับสนุนโครงการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์มาตลอด 10 ปีที่ผ่านมา (2548-2557) ทำให้เกิดการพัฒนาด้านบุคลากร เทคโนโลยี การตลาด และการเชื่อมโยงอุตสาหกรรมอย่างเป็นระบบ เกิดเป็นมาตรฐานและระบบในการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์มากมายตัวอย่างเช่น การพัฒนาบุคลากร ก่อให้เกิดคุณวุฒิวิชาชีพช่างแม่พิมพ์ T1-T7 ระบบการทดสอบรับรองคุณวุฒิวิชาชีพ หลักสูตรการฝึกอบรมที่เป็นมาตรฐาน และเครือข่ายการฝึกอบรมทั้งภาครัฐและเอกชน การพัฒนาเทคโนโลยีแม่พิมพ์ ก่อให้เกิดศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทางด้านเทคโนโลยีแม่พิมพ์ ทั้งด้านแม่พิมพ์ โลหะพลาสติก และยาง ทำงานวิจัยและพัฒนาให้คำปรึกษาโดยทำงานกันเป็นเครือข่ายที่เข้มแข็ง การพัฒนาความเชื่อมโยงก่อให้เกิดการรวมกลุ่มของผู้ประกอบการแม่พิมพ์ขึ้นเป็นต้นในเชิงเศรษฐกิจมูลค่าการนำเข้าและส่งออกของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยในช่วงปีพ.ศ. 2551 – 2558 พบว่ามีมูลค่าการนำเข้ามีการขยายตัวสูงขึ้นจากปี 2551 ที่มีมูลค่าการนำเข้ากว่า 20,000 ล้านบาท เป็น 34,000

ล้านบาทในปี 2556 ส่วนการส่งออกมีการขยายตัวขึ้น เช่นกัน จากปี 2551 ที่มีมูลค่าการส่งออกที่ 5,600 ล้านบาท ขยายตัวสูงขึ้นเป็น 10,000 ล้านบาท ในปี 2556 ซึ่งจะเห็นได้ว่าอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ของไทยยังขาดดุลการค้า อยู่กว่า 20,000 ล้านบาท เป็นผลจากความจำเป็นต้องใช้งานแม่พิมพ์เพิ่มขึ้น และการขยายตัวของอุตสาหกรรม ยานยนต์และชิ้นส่วน และอุตสาหกรรมปลายน้ำอื่น ๆ เมื่อพิจารณาโครงสร้างอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ของประเทศไทยในปัจจุบันจากฐานข้อมูลกรมโรงงานอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ในปี พ.ศ. 2556 พบว่า มีจำนวนโรงงานรวมทั้งสิ้น 1,348 ราย โดยเป็นโรงงานขนาดเล็กมากที่สุดคิดเป็นประมาณร้อยละ 60 และกว่าร้อยละ 35 ของโรงงานแม่พิมพ์กระจุกตัวอยู่ในเขตกรุงเทพมหานคร การผลิตแม่พิมพ์ส่วนใหญ่เน้นการตอบสนองความต้องการใช้ในประเทศเป็นหลัก เมื่อวิเคราะห์ความเชื่อมโยงของสาขาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์กับอุตสาหกรรมที่เป็นต้นน้ำ และปลายน้ำพบว่าอุตสาหกรรมแม่พิมพ์มีความเชื่อมโยงไปยังอุตสาหกรรมต้นน้ำและปลายน้ำในระดับค่อนข้างสูง แสดงให้เห็นว่าการพัฒนาอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ส่งผลให้มีอัตราการเจริญเติบโตทั้งอุตสาหกรรมต้นน้ำและปลายน้ำพร้อมกัน อย่างไรก็ตามคุณภาพและมาตรฐานแม่พิมพ์ไทยยังไม่สอดคล้องกับความต้องการแม่พิมพ์ในระดับ High End เมื่อพิจารณาจากความแม่นยำ ขนาดและระยะเวลาส่งมอบ ดังนั้น เพื่อให้อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยสามารถแข่งขันได้กับต่างประเทศ อุตสาหกรรมแม่พิมพ์จำเป็นต้องได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่องให้สอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศในขณะเดียวกันที่มีการคาดการณ์ว่าการเปิดประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) จะทำให้มีอุตสาหกรรมที่มีเส้นทางในการลงทุนในประเทศในอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ ได้แก่ อุตสาหกรรมยานยนต์และชิ้นส่วน อุตสาหกรรมเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์และอุตสาหกรรมอาหาร อีกทั้งสินค้าส่งออกที่สำคัญของไทย 10 อันดับแรกก็เป็นสินค้าที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ จึงคาดว่าความต้องการแม่พิมพ์น่าจะสูงขึ้น รัฐบาลจึงควรสนับสนุนอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ ซึ่งส่วนใหญ่เป็น SMEs ให้สามารถแข่งขันได้ทั้งในตลาด ASEAN, ASEAN+3 และ ASEAN+6 และตลาดโลกต่อไป ข้อจำกัดที่ต้อง

ได้รับการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขของอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทย คือ การกำหนดมาตรฐานโรงงาน ผลิตภัณฑ์ และบุคลากรแม่พิมพ์ให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากล รวมทั้งความสามารถทางด้านบริหารจัดการองค์กรและความสามารถของบุคลากรยังมีจำกัดสิ่งต่าง ๆ เหล่านี้ต้องได้รับการพัฒนาปรับปรุงอย่างต่อเนื่องเพื่อให้อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยเป็นผู้นำใน AEC และแข่งขันได้ในตลาดโลก ด้วยเหตุนี้โครงการสร้างความยั่งยืนอุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยจะมีส่วนช่วยให้อุตสาหกรรมแม่พิมพ์ไทยเจริญเติบโตได้อย่างเข้มแข็งและยั่งยืนเป็นอุตสาหกรรมสนับสนุนที่ช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของอุตสาหกรรมเป้าหมายของประเทศต่อไป และจากนโยบายประเทศไทย 4.0 เป็นการปฏิวัติอุตสาหกรรมใหม่ 10 ด้าน สู่อุตสาหกรรมที่มีความทันสมัย และควบคุมด้วย Digital Control อุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นอุตสาหกรรมอยู่ภายใต้อุตสาหกรรมดังกล่าวเป็นอุตสาหกรรมที่สนับสนุน (Supporting Industry) หรืออุตสาหกรรมกลางน้ำที่รองรับอุตสาหกรรมการผลิตที่สำคัญเกือบทุกประเภท เนื่องจากการผลิตสินค้าหลายสาขาจำเป็นต้องอาศัยแม่พิมพ์ (Mold) ในการขึ้นรูป และกำหนดรูปร่างผลิตภัณฑ์ให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ และขนาดตามความต้องการทั้งสิ้น จึงอาจกล่าวได้ว่าอุตสาหกรรมแม่พิมพ์เป็นอุตสาหกรรมที่เชื่อมโยงอุตสาหกรรมอื่น ๆ หรืออาจเรียกได้ว่า Mold and Die Mother of Industry โดยแม่พิมพ์ที่ดีจะส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตสามารถผลิตชิ้นส่วนได้อย่างรวดเร็วเป็นจำนวนมาก มีรูปร่าง และขนาดได้มาตรฐานรวมทั้งลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิตส่งผลต่อความได้เปรียบในการแข่งขันของอุตสาหกรรมการผลิตที่เกี่ยวข้องอีกด้วย



ภาพที่ 1 ภาพแสดงมูลค่านำเข้า และส่งออกแม่พิมพ์ของประเทศไทยปี 2554 - 2559 (มกราคม - พฤษภาคม)

บริษัทภูมิใจ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด เป็นบริษัทชั้นนำด้านการผลิตที่มีความสามารถในการผลิตเครื่องจักรกลที่มีความแม่นยำสูงการผลิตแผ่นโลหะรวมทั้งการประกอบและการรวมอุปกรณ์ระบบ ระบบการออกแบบแม่พิมพ์พลาสติกและการฉีดพลาสติกที่ครบวงจรอีกทั้งยังมีเครื่องมือที่ทันสมัยทำให้การผลิตที่ประสิทธิภาพสูงในการทำงานในกระบวนการฉีดพลาสติกคณะผู้จัดทำได้ทราบถึงปัญหาในการที่เกิดขึ้นในเรื่องของการเก็บชิ้นงานที่ฉีดแล้วไม่เพียงพอ จึงได้นำปัญหาที่พบเห็นนี้เข้าปรึกษาหัวหน้างานและได้เสนอแนวทางในที่ประชุมครั้งนี้ด้วยที่ว่าทางบริษัทภูมิใจ เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด มีเครื่องมือที่พร้อมสามารถสร้างชิ้นงานได้เองครบวงจร ทางผู้จัดทำจึงได้เสนอการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์ เพื่อตอบสนองความต้องการในการแก้ไขปัญหที่เกิดขึ้น ชิ้นงานที่ได้จากแม่พิมพ์ 3 Plate ที่จากคณะผู้จัดทำสร้างขึ้น คือ กล่องอเนกประสงค์หรือถาดตะกร้าเพื่อนำมาใส่ชิ้นงานเมื่อฉีดชิ้นงานได้แล้ว ทั้งนี้แม่พิมพ์ 3 Plate ที่จัดสร้างในครั้งนี้สามารถต่อยอดในการออกแบบและการสร้างได้เพิ่มเติมและยังสามารถนำเสนอและจัดจำหน่ายให้กับลูกค้า เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของชิ้นงาน โรงงานสามารถนำแม่พิมพ์ชุดนี้มาฉีดได้ในการใช้งานระยะยาว

2. วัตถุประสงค์การวิจัย

2.1 เพื่อสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์

2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพการสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์

3. สมมติฐานของการวิจัย

3.1 แม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์ทำงานได้ตาม Function Base

3.2 ประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์อยู่ในระดับดีขึ้นไป

4. วิธีการดำเนินการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการสร้างและพัฒนานวัตกรรม

4.1.1 ขั้นตอนการออกแบบและทดลอง Simulation ด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

4.1.2 สร้างชิ้นส่วนด้วยเครื่องจักร Manual และเครื่องจักรอัตโนมัติ

4.1.3 ปรับประกอบชิ้นส่วนแม่พิมพ์และทดลองแม่พิมพ์

4.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่

4.2.1 หาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์ ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน เลือกจากผู้มีประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องไม่น้อยกว่า 5 ปี เลือกแบบเฉพาะเจาะจง

4.3 เครื่องมือ ได้แก่ แบบประเมินประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์

4.4 ขั้นตอนการสร้างและหาคุณภาพของเครื่องมือวิจัย

4.4.1 ศึกษาเอกสารหนังสือ ตำรา งานวิจัย Website ที่เกี่ยวข้องกับแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate

4.4.2 ร่างเครื่องมือแบบประเมินประสิทธิภาพของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate แล้วนำเครื่องมือฉบับร่างให้ที่ปรึกษาตรวจสอบ/ปรับแก้ไข

4.4.3 นำเครื่องมือไปทดลองกับกลุ่มเป้าหมายที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 ท่าน/ปรับแก้ไข

4.4.4 นำมาคำนวณค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือ/คัดเลือกข้อที่มีค่าความเชื่อมั่น 0.7 ขึ้นไป

4.4.5 ปรับแก้ไขและนำเสนอที่ปรึกษาและทำหนังสือเชิญผู้เชี่ยวชาญประเมิน

4.5 การวิจัยและวิธีเก็บรวบรวมข้อมูลชัดเจน

4.5.1 ประสานเชิญผู้เชี่ยวชาญมาประเมินค่าประสิทธิภาพแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแบบ 3 Plate โดยนัดหมายในวันหยุดพร้อมกับทั้ง 5 ท่าน

4.5.2 กลุ่มผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

4.5.3 สถิติที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวนโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

5. ผลการวิจัย

5.1 ผลการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate (Three Plate Mold)

ในการสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate ชิ้นงานกล่องอเนกประสงค์ ผู้วิจัยออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid Work (เป็นโปรแกรมที่มีใช้ในสถานประกอบการ) ซึ่งเป็นโปรแกรมที่มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง คือสามารถที่จะทำงานมากมายหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นชิ้นงานที่ต้องขึ้นเป็น Solid หรือ Surface ก็มีเครื่องที่รองรับเป็นอย่างดี เมื่อสร้างชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้วก็สามารถที่จะประกอบชิ้นงานได้ใน Mode ของชุดคำสั่ง Assembly รวมทั้งผู้ต้องการ Drawing ของชิ้นงานเพียงลากชิ้นงานมาวางในใบงานแล้วขนาดจะมองเห็นได้ว่าผู้ใช้งานสามารถที่จะประหยัดเวลาในการทำงาน

5.1.1 ลักษณะการทำงาน

Solid Works แบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวดคือ Part, Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งานดังนี้

5.1.1.1 Part Mode เป็นหมวดการทำงานเริ่มต้นก่อนที่จะก้าวสู่การทำงานในหมวด Assembly และ Drawing ในขั้นตอนนี้จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้ 2D Sketch เพื่อนำไปสู่การสร้างเป็น 3D Feature และมีเงื่อนไขเป็น Feature-Based Modeling และ Parametric โดยมีการอ้างอิงจาก Solid Mode

1) Feature-Based

Modeling คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ให้สามารถทราบถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ของ Solid Model ที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเปลี่ยนแปลงและแก้ไข Model ในลำดับการทำงานแต่ละขั้นได้ง่ายและรวดเร็ว

2) Parametric Model คือ การออกแบบซอฟต์แวร์ซึ่งใช้เงื่อนไขทางคณิตศาสตร์ในการแก้ไขขนาดรูปร่างทางเรขาคณิตของ Model ที่สร้างขึ้นมา

3) Solid Model คือแบบจำลองบนคอมพิวเตอร์ที่สามารถแสดงค่าต่าง ๆ เช่น Density, Material, Mass, Weight เป็นต้น และยังสามารถมองเห็น 3D Model ได้ทุกมุมมอง

5.1.1.2 Assembly Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลหรือกลไกต่าง ๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใดอีกหรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไปด้วย การทำงานใน Assembly สามารถช่วยให้นักออกแบบหรือวิศวกรสามารถตรวจสอบความผิดพลาดในการสร้าง Part ได้โดยการใช้คำสั่งต่าง ๆ เช่น คำสั่ง Interference Detection เพื่อตรวจสอบการขัดกันเมื่อมีการเคลื่อนที่โดยใช้คำสั่ง Move Component เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่ของกลไก คำสั่ง Simulation เพื่อจำลองต้นกำลังในการทำงานจริงของเครื่องจักรหรือหากชิ้นงานจำลองที่ออกแบบมีข้อผิดพลาดก็สามารถแก้ไข Part ใน Assembly ได้เลยทำให้การออกแบบเป็นเรื่องง่ายและผู้ออกแบบจะสนุกกับการทำงาน Design การทำงานใน Assembly Mode มีลักษณะการทำงาน 2 กรณี ได้แก่

1) Bottom-Up Assembly คือ การนำ 3D Models ต่าง ๆ ที่สร้างเสร็จแล้วใน Part Mode ไปวางในหน้าต่าง Assembly เพื่อทำการประกอบโดยใช้คำสั่ง Mate หรือ Smart Mate ซึ่งวิธีนี้จะเหมาะสำหรับผู้ใช้ในระดับเริ่มต้นหรือขั้น Basic

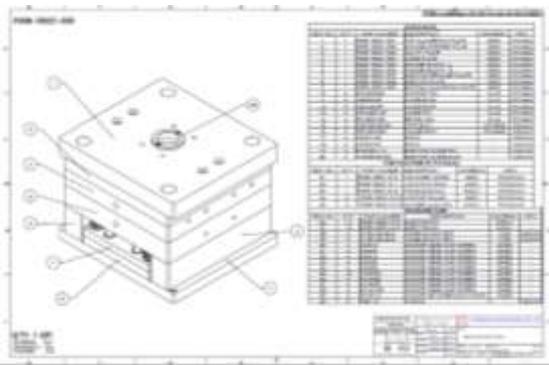
2) Top-Down Assembly คือการสร้าง 2D Sketch เป็นโครงร่างระหว่างชิ้นส่วนต่าง ๆ ระหว่าง Part หรือการสร้าง Part ใน Assembly โดยให้มีขนาดและรูปร่างที่มีการอ้างอิงกับ Part อื่น ๆ ทั้งในส่วน Sketch และ Feature วิธีนี้เหมาะกับผู้ใช้ในขั้น Advance

3) Drawing Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดตามระบบมาตรฐานต่าง ๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ

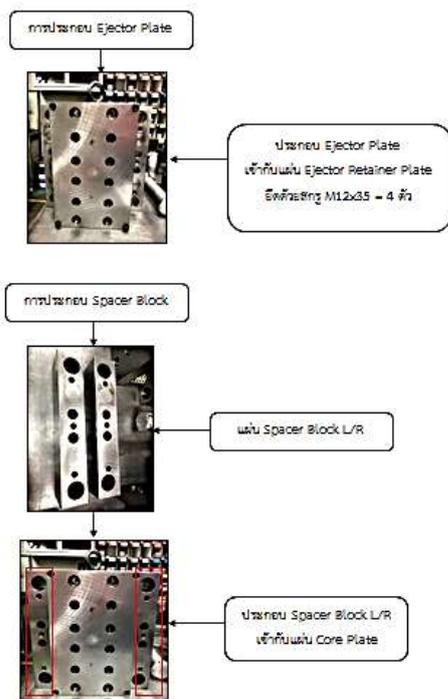
Generative Drafting ซึ่งเป็น การสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็น การนำ 3D Model จาก Part และ Assembly

มาวางใน Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting จะมีลักษณะเป็น Parametric และ Relation เช่นกัน แต่จะไม่สามารถใช้คำสั่งใน Drawing Commands ได้เพราะคำสั่งต่าง ๆ จะต้องอ้างอิงกับ 3D Mode

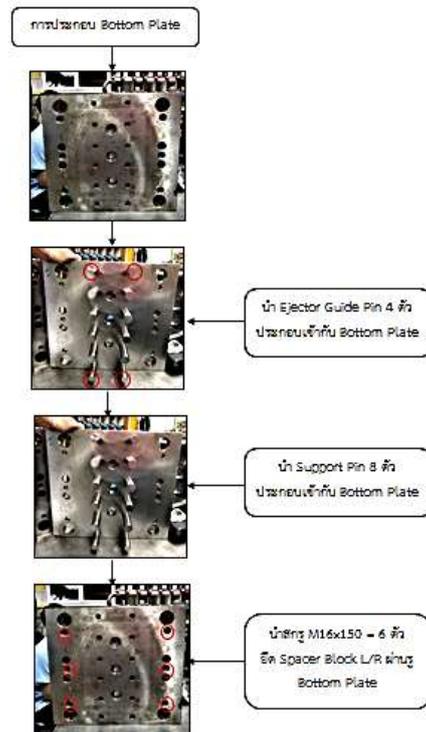
Interaction Drafting คือ การนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting การทำงานในหมวดนี้สามารถใช้คำสั่งจาก Annotation Command และ Drawing Command เพื่อสร้างมุมมองและกำหนดรายละเอียดได้โดยอัตโนมัติ



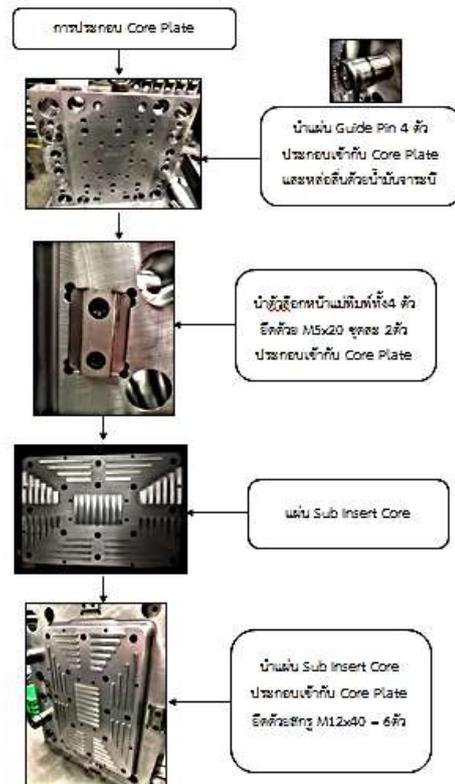
ภาพที่ 2 ภาพแสดงDrawing 2D แม่พิมพ์พลาสติก 3 Plate



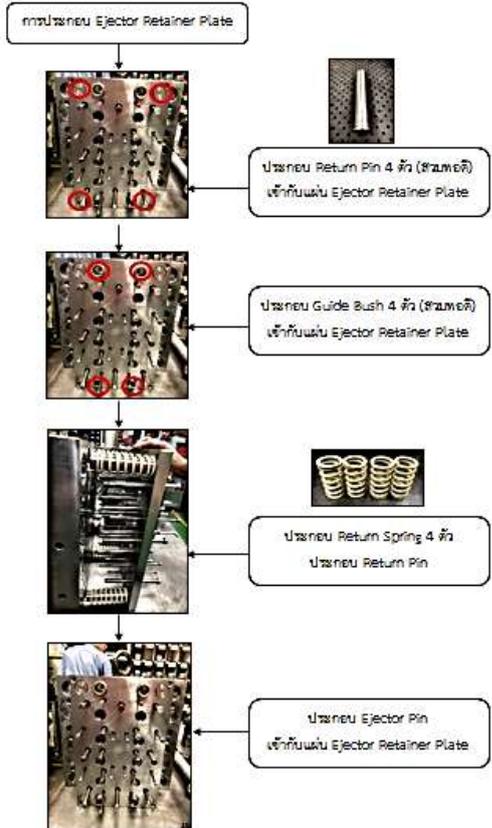
ภาพที่ 3 ภาพแสดงการประกอบ Ejector Plate



ภาพที่ 4 ภาพแสดงการประกอบ Bottom Plate



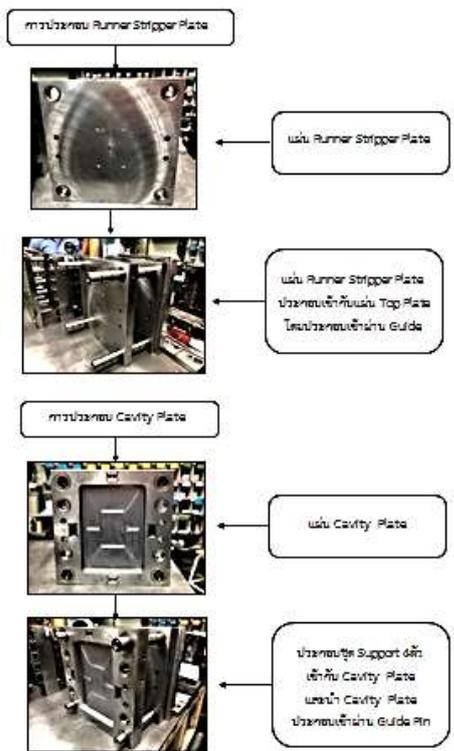
ภาพที่ 5 ภาพแสดงการประกอบ Core Plate



ภาพที่ 6 ภาพแสดงการประกอบ Ejector Spacer Plate



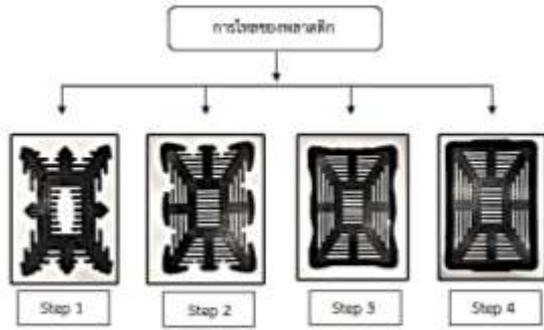
ภาพที่ 8 ภาพแสดงการประกอบแม่พิมพ์พลาสติก 3 Plate



ภาพที่ 7 ภาพแสดงการประกอบ Runner Stripper Plate

PROJECT MOLD TRAY		Machine No.:	TOSHIBA / 250 / JV-02	Material name:	Nich Plus
Part Code:	P008-1821-000	Colour:	BLSDK	Material Code:	P0811-4-11RE
Material drying Temperature:	127 °C <th>Material drying Time:</th> <td>4 Hr. <th>Issue date:</th> <td>25/2/2562 </td></td>	Material drying Time:	4 Hr. <th>Issue date:</th> <td>25/2/2562 </td>	Issue date:	25/2/2562
Mold cavity:	1 cav. <th>Part weigh:</th> <td>276.92 g. <th>Rn. weigh:</th> <td>22.64 g. </td></td>	Part weigh:	276.92 g. <th>Rn. weigh:</th> <td>22.64 g. </td>	Rn. weigh:	22.64 g.
		Short Weigh:	298.96 g. <th></th> <td></td>		
HEATER		TIMER			
HV	H1	H2	H3	INJECT	COOL
200	250	200	200	10	5
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
INJECTION		CHG.DLY			
TRH3	TRH2	TRH1			
		2.5		0.4	
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
PH4	PH3	PH2	PH1	PI2	PI1
			10		
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
VI2	VI1	VI5	VI4	VI3	VI2
	10	75	30	85	85
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
VHD	LS4	LS4D	LS4C	LS4B	LS4A
		20	30	30	100
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
EJECTOR		CLAMP		MOLD	
LS3A	LS3I	LS2D	LS2C	LS2A	LS2
	10	30	200	15	2.4
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
VE1	VE2	VC1	VC2	VC3	VCS
	10	30	25	25	10
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
VS	LS3E	LS3D	LS3C	LS3A	
	100				
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
LS3E	LS3A	LS3D	LS3C	LS3A	
		40	380	20	10
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	
EJECT MODE		MONITOR ACTUAL		CYCLE TIME	
LS3E	LS3A	CYCLE TIME	FILL TIME	MIN-CUSH	
		75	1.80	16.90	
TOL: ±		TOL: ±		TOL: ±	

ภาพที่ 9 ภาพแสดงการตั้งค่าเครื่องฉีด



ภาพที่ 10 ภาพแสดงการไหลของพลาสติก



ภาพที่ 11 ภาพแสดงแม่พิมพ์ที่เสร็จสมบูรณ์

5.2 เพื่อหาประสิทธิภาพแม่พิมพ์พลาสติก 3 Plate

ตารางที่ 1 หาประสิทธิภาพของแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate กล่องอเนกประสงค์

รายการประเมิน	\bar{X}	S.D.	ระดับ
1. การออกแบบกล่องอเนกประสงค์โดยรวมมีความสวยงาม	4.60	0.55	มากที่สุด
2. เวลา Cycle Time 3 วินาที/ชิ้น	4.40	0.55	มาก
3. การเลือกใช้ขนาดของเครื่องฉีด 250 ตัน	5.00	0	มากที่สุด
4. น้ำหนักของกล่องอเนกประสงค์ 276.92 กรัม	4.20	0.45	มาก
5. ชนิดแบบแม่พิมพ์ที่เลือกใช้แม่พิมพ์ 3 Plate	3.80	0.45	มาก
6. การวางตำแหน่งของ Cavity การจัดวางในแนวเส้นตรง	4.60	0.55	มากที่สุด
7. ชนิดของ Gale รูเข้าแบบเข็ม (Pin Point Gale)	4.60	0.45	มากที่สุด
8. ระบบควบคุมอุณหภูมิ น้ำร้อน 70 องศา	4.80	0.45	มากที่สุด
9. ระบบปลดชิ้นงาน Ejector Pin	4.60	0.55	มากที่สุด
10. ระบบระบายอากาศ (Air Ven) ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์	4.40	0.55	มาก
11. วัสดุแม่พิมพ์ เหล็กเกรด S50C	4.80	0.45	มากที่สุด
12. เม็ดพลาสติกที่ใช้ฉีด PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap)	4.40	0.55	มาก
เฉลี่ย	4.53	0.17	มากที่สุด

5.2.1 สรุปความคิดเห็นจากแบบสอบถามที่ได้
ค่าเฉลี่ย 4.51 – 5.00 (ระดับความคิดเห็นมากที่สุด)
จำนวน 7 ข้อ ซึ่งมีประเด็นดังนี้

5.2.1.1 การออกแบบชิ้นงาน Tray
โดยรวมมีความสวยงาม

5.2.1.2 การเลือกใช้ขนาดของเครื่องฉีด
250 ตัน

5.2.1.3 การวางตำแหน่งของ Cavity
การจัดวางในแนวเส้นตรง

5.2.1.4 ชนิดของ Gale รูเข้าแบบเข็ม
(Pin Point Gale)

5.2.1.5 การออกแบบและการสร้าง
Spacer block

5.2.1.6 ระบบควบคุมอุณหภูมิ น้ำร้อน
70 องศา

5.2.1.7 วัสดุแม่พิมพ์เหล็กเกรด S50C

5.2.2 ความคิดเห็นแบบสอบถามที่ได้ค่าเฉลี่ย 3.51 – 4.50 (ระดับความคิดเห็นมาก) จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีประเด็นดังนี้

5.2.2.1 เวลา Cycle Time 3 วินาที/ชิ้น

5.2.2.2 น้ำหนักของชิ้นงาน Tray 276.92 กรัม

5.2.2.3 ชนิดแม่พิมพ์ที่เลือกใช้แม่พิมพ์ 3 Plate

5.2.2.4 ระบบระบายอากาศ (Air Vent) ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์

5.2.2.5 การวางตำแหน่ง Ejector

5.2.3 ความคิดเห็นแบบสอบถามที่ได้ค่าเฉลี่ย = .60 จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีประเด็นดังนี้

5.2.3.1 ขนาดของ Ejector

5.2.3.2 ขนาดของสกรูจับยึดชิ้นส่วนต่าง ๆ ของแม่พิมพ์

5.2.3.3 การเลือกใช้ขนาดของสปริง

5.2.3.4 การออกแบบและการสร้าง Top Plate

5.2.3.5 เม็ดพลาสติกที่ใช้ฉีด PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap)

6. สรุปผลการวิจัย

การสร้างแม่พิมพ์พลาสติกแบบ 3 Plate (Three Plate Mold) กล่องอเนกประสงค์มีขั้นตอนหลัก ๆ ได้แก่ การออกแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จสำเร็จรูป ทางด้านการเขียนแบบ และออกแบบ 3 มิติ และมีการ Simulation ชิ้นงาน ขั้นตอนการสร้างชิ้นส่วน การปรับประกอบ การทดลองแม่พิมพ์ (Try out) และการหาประสิทธิภาพ ดังนี้ การออกแบบกล่องอเนกประสงค์ โดยรวมมีรูปแบบที่ความสวยงามคิดค่าเฉลี่ย 4.60 อยู่ในเกณฑ์ดีมาก เวลา Cycle Time 3 วินาที มีค่าเฉลี่ย 4.40 การเลือกใช้เครื่องจักรขนาด 250 ตัน มีความเหมาะสมสามารถทำการฉีดชิ้นงานได้พอดี อยู่ในระดับดีมากค่าเฉลี่ย 5.00 น้ำหนักชิ้นงานกล่องอเนกประสงค์ 276.92 กรัม อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.20 การเลือกใช้แม่พิมพ์แบบ 3 Plate อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย

4.80 การวางตำแหน่ง Cavity อยู่ในแนวเส้นตรงอยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.60 ชนิดของ Gate เป็นแบบเข็ม (Pin Point Gate) เป็นเส้นตรง อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.60 ระบบควบคุมอุณหภูมิน้ำร้อน 70 องศาเซลเซียส อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.80 ระบบปลดชิ้นงานใช้ Ejector Pin อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.60 ระบบระบายอากาศ Air Vent ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.40 วัสดุแม่พิมพ์ ใช้เหล็กเกรด S50C อยู่ในระดับดีมาก ค่าเฉลี่ย 4.80 เม็ดพลาสติกที่ใช้ PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap) อยู่ในระดับดี ค่าเฉลี่ย 4.40 โดยรวมค่าเฉลี่ยประสิทธิภาพอยู่ในระดับดีมากสามารถนำไปใช้ฉีดกล่องอเนกประสงค์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ชิ้นงานสามารถใช้ในสถานประกอบการและสามารถนำจัดจำหน่ายได้ จุดคุ้มทุนของแม่พิมพ์อยู่ที่ 10,000 ชิ้น

7. อภิปรายผลการวิจัย

7.1 การออกแบบชิ้นงาน Tray โดยรวมมีความสวยงาม ค่าเฉลี่ย 4.60 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากการออกแบบมีการคำนึงถึงการใช้งานของผู้ใช้เป็นสำคัญและในการสร้างได้มีการขัดผิวชิ้นงานด้วยหินขัดและกระดาษทราย เพื่อเก็บผิวของชิ้นงาน เพื่อให้เกิดความสวยงาม การใช้เวลา Cycle Time 3 วินาที/ชิ้น ค่าเฉลี่ย 4.40 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์มาก เนื่องจากเวลาเหมาะสมต่อการทำงานที่รวดเร็ว สอดคล้องกับงานวิจัยของธนัฐพงษ์ บุญสุวรรณโน และสาลินี สันติธีรากุล (2560) ได้ศึกษาการลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ของงานฉีดพลาสติกในอุตสาหกรรมชิ้นส่วนรถยนต์ พบว่าเมื่อทำการปรับปรุงขั้นตอนการติดตั้งแม่พิมพ์ของงานฉีดพลาสติกแล้วสามารถลดเวลาการติดตั้งแม่พิมพ์ทำให้สามารถเพิ่มเวลาการทำงานได้เพิ่มมากขึ้น และการวิเคราะห์การไหลตัวของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแก้วกาแพซึ่งธานีท อ่อนปรางค์ และประวิทย์ ตฤณรัชตเมธี (2557) พบว่าการออกแบบมีผลต่อประสิทธิภาพของของเครื่องฉีดพลาสติก และการนำเอาเทคโนโลยีด้าน Computer Aided Engineer (CAE) มาใช้ในการวิเคราะห์การไหลตัวของพลาสติกเพื่อช่วยในการออกแบบ

และสร้างแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกจะช่วยให้ลดความเสี่ยง และยังช่วยลดเวลาในการสร้างแม่พิมพ์จริง

7.2 การเลือกใช้ขนาดของเครื่องฉีด 250 ตัน ค่าเฉลี่ย 5.00 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากการจัดทำครั้งนี้ได้มีข้อกำหนดจากการใช้เครื่องฉีดสถานประกอบการและสามารถฉีดชิ้นงานได้เต็ม น้ำหนักของชิ้นงาน Tray 276.92 กรัม ค่าเฉลี่ย 4.20 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากน้ำหนักเบา มีความเหมาะสมต่อการใช้งาน ชนิดแบบแม่พิมพ์ที่เลือกใช้แม่พิมพ์ 3 Plate ค่าเฉลี่ย 3.80 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากการทำงานแม่พิมพ์แบบ 3 Plate สามารถแยกปลดระหว่าง Part ชิ้นงานกับ Runner ได้การวางตำแหน่งของ Cavity การจัดวางในแนวเส้นตรงค่าเฉลี่ย 4.60 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เพราะชิ้นงานในการสร้างครั้งนี้มีเพียง 1 Cavity ชนิดของ Gale รูเข้าแบบเข็ม (Pin Point Gale) ค่าเฉลี่ย 4.60 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจาก Gale จะหลุดออกจากชิ้นงานอัตโนมัติและมีรอยของ Gale ที่เล็กทำให้ผิวของชิ้นงานจึงมีความสวยงามผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาวิจัยของนิติวัฒน์ คุณุสมุทร และอัญญา วงษ์โต (2554) ซึ่งได้ออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับกระบวนการ in-mold labeling ซึ่งเป็นการตกแต่งผิวชิ้นงานพลาสติกในระหว่างกระบวนการผลิตทำให้ชิ้นงานพลาสติกที่ได้มีผิวที่สวยงาม ลวดลายคงทน ไม่หลุดลอก นอกจากนี้พบว่าการออกแบบและสร้างแบบชนิดรูวงร้อนจำนวน 1 คาวิตี ใช้แผ่นปลดเป็นตัวดันปลดชิ้นงาน ผลการทดสอบแม่พิมพ์พบว่าแม่พิมพ์ทำงานได้ดี ชิ้นงานที่ได้ไม่มีข้อบกพร่องใด ๆ

7.3 ระบบควบคุมอุณหภูมิ น้ำร้อน 70 องศา ค่าเฉลี่ย 4.80 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากอุณหภูมิของน้ำร้อน 70 องศามีส่วนช่วยต่อการให้ผิวชิ้นงานมีความเงาและช่วยในอุณหภูมิไหลตัวหลอมเหลวของเม็ดพลาสติก ระบบปลดชิ้นงาน Ejector Pin ค่าเฉลี่ย 4.60 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากสามารถปลดชิ้นงานได้ดีและมีความสะดวกต่อการซ่อมบำรุง ระบบระบายอากาศ (Air Vent) ผิวแบ่งส่วนแม่พิมพ์ค่าเฉลี่ย 4.40 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

เนื่องจากมีช่องอากาศไหลออกตอนที่พลาสติกเหลวไหลเข้าไปในแม่พิมพ์ทำให้ชิ้นงานสามารถฉีดได้เต็ม Cavity วัสดุแม่พิมพ์เหล็กเกรด S50C ค่าเฉลี่ย 4.80 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมากเนื่องจากเหล็ก S50C เป็นเหล็กคาร์บอนปานกลาง สามารถชุบแข็งได้ง่าย ทดทนต่อการเสียดสีได้ดี มีความแข็งแรงสูงเหมาะสมสำหรับการสร้างแม่พิมพ์ เม็ดพลาสติกที่ใช้ฉีด PL0811-4-11RE PC Conductive (Scrap) ค่าเฉลี่ย 4.4 ประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากเป็นเม็ดพลาสติกที่หลีกเลี่ยงจากการฉีดชิ้นงานภายในบริษัทที่สามารถนำมาดัดแปรรูปเพื่อใช้ฉีดสร้างมูลค่าเพิ่มต่อไป แสดงให้เห็นว่าแม่แบบพลาสติกแบบ 3 plate Mold:Tray มีประสิทธิภาพดี ซึ่งผลการศึกษาสอดคล้องกับ แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก (2556) ได้กล่าวถึงแม่พิมพ์แบบ 3plate หรือแม่พิมพ์แบบเข็มสำหรับระบบนี้จะแตกต่างจาก 2plate คือจะต้องมีแผ่นแม่พิมพ์เพิ่มขึ้นอีกหนึ่งแผ่นเพื่อเป็นทางวิ่งของน้ำพลาสติกหลอมเหลวในขณะเดียวกันก็จะทำหน้าที่เป็นระบบปลดทางวิ่งของน้ำพลาสติกด้วยเมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการฉีดในหนึ่งรอบการฉีดซึ่งจะสามารถประหยัดเหล็กสำหรับทำแม่พิมพ์ลงได้ทำให้ค่าแม่พิมพ์ถูกลงได้ผลผลิตมากขึ้น (แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก, 2556)

8. ข้อเสนอแนะ

8.1 แก้ไขการให้อากาศของการปลด Fixation ของชิ้นงานให้มากขึ้นเพื่อลด Effect จากการปลดชิ้นงาน

8.2 ชิ้นงานได้ออกมาด้วยความสมบูรณ์ ควรต่อยอดหรือพัฒนาชิ้นงานให้มีความแข็งแรงขึ้นและสามารถซ้อนกันได้เป็นชั้น ๆ

8.3 สปริงควรมีความแข็งแรงมากกว่านี้เพื่อให้การไหลของพลาสติกดีขึ้นควรแก้ไขขนาดของ Gate ให้มากขึ้นกว่าเดิม

9. เอกสารอ้างอิง

ธานีท อ่อนปรำงค์และประวิทย์ ตฤณรัชตเมธี.

การวิเคราะห์การไหลตัวของแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกแก้วกาแฟ. ปริญญาานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์และสถาปัตยกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ , 2557

ธนัฐพงษ์ บุญสุวรรณโน และ สาลินี สันติธีรากล.

การลดเวลาในการติดตั้งแม่พิมพ์ของงานฉีด
พลาสติก. วิทยานิพนธ์คณะวิศวกรรมศาสตร์ :
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่,2560.

นิติวัฒน์ คู่สมุทรและอัญชญา วงษ์โต.

การออกแบบแม่พิมพ์ฉีดพลาสติกสำหรับ
กระบวนการ In-Mold Labeling.

วิทยานิพนธ์สถาปัตยกรรมศาสตร์และ

วิศวกรรมศาสตร์ : มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,2554.

แม่พิมพ์ฉีดพลาสติก. (2556). บทความเรื่องแม่พิมพ์
พลาสติก. คั่นเมื่อ กรกฎาคม 16, 2559, จาก
[https://www.xnuwf3d8aabrb3b0c5esai4
o5d0c.com](https://www.xnuwf3d8aabrb3b0c5esai4o5d0c.com)