

การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย  
จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

STUDY AND DESIGN OF HOME DECORATION PRODUCT FROM PLASTIC  
SCRAP MATERIAL TYPE POLYMETHYLMETHACRYLATE

ณัฐพิสิษฐ์ จิตรังาม  
NUTPHISIT JITEENGAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-ED-M-222-003

การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย  
จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

STUDY AND DESIGN OF HOME DECORATION PRODUCT FROM PLASTIC  
SCRAP MATERIAL TYPE POLYMETHYLMETHACRYLATE

ณัฐพิศิษฐ์ จิตรingham  
NUTPHISIT JITEENGAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม  
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
พ.ศ. 2561

KMITL-2018-ED-M-222-003

STUDY AND DESIGN OF HOME DECORATION PRODUCT FROM  
PLASTIC SCRAP MATERIAL TYPE POLYMETHYLMETHACRYLATE

NUTPHISIT JITEENGAM

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION  
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY  
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2018

KMITL-2018-ED-M-222-003

COPYRIGHT 2018

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
นักศึกษา	นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์
รหัสประจำตัว	57603147
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาบริหารธุรกิจ
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย เศษวิเศษ

### บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 2) เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 3) เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัยมี 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน และกลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจในสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน จำนวน 100 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสัมภาษณ์ชนิดปลายเปิด แบบสอบถามความคิดเห็นด้านการออกแบบ และแบบประเมินความพึงพอใจ มีวิธีดำเนินงานวิจัยโดยศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตและสภาพปัญหาภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก ทำการวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบความเรียง จากนั้นนำผลที่ได้มาค้นหากระบวนการใช้ประโยชน์ โดยทำการทดลองค้นหากระบวนการที่มีความเหมาะสมมากที่สุดจากเครื่องจักรที่มีอยู่แล้วภายในโรงงาน นำการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์ด้วย SWOT Analysis เพื่อหากระบวนการที่เหมาะสมที่สุดและนำไปออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยใช้เทคนิคการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment : QFD) และ การแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม (Theory of Inventive Problem Solving : TRIZ) นำผลที่ได้ไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย และนำไปประเมินความพึงพอใจโดยใช้วิธีการทางสถิติ ได้แก่ ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เพื่อวิเคราะห์และสรุปผล

ผลการวิจัย พบว่า เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้นมีปริมาณมาก การนำเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตไปหลอมขึ้นใหม่จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานและทรัพยากรเป็นจำนวนมากซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม

ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีผลการประเมินอยู่ในระดับที่เหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.32) ซึ่งใช้เทคนิคการตัดด้วยเครื่องตัด (Laser Machine) เนื่องจากมีความแม่นยำและมีโอกาสเกิดความเสียหายน้อยกว่าการทดลองประเภทอื่น ผลการประเมินความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตจากผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติก มีผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ( $\bar{X} = 4.06$ , S.D. = 0.22) และ จากผู้บริโภครและผู้ที่สนใจของตกแต่งบ้าน มีผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D. = 0.06)

<b>Thesis Title</b>	Study and Design of Home Decoration Product from Plastic Scrap Material Type Polymethylmethacrylate
<b>Student</b>	Mr. Nutphisit Jiteengam
<b>Student ID.</b>	57603147
<b>Degree</b>	Master of Industrial Education
<b>Program</b>	Technology of Industrial Product Design
<b>Year</b>	2018
<b>Thesis Advisor</b>	Assistant Professor Dr. Somchai Seviset

## **ABSTRACT**

This article has the following objectives 1) to study of the problem conditions and the properties of Polymethylmethacrylate Scrap Plastic, 2) to study about the procedures to apply with the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic, 3) to design the house decorating products made from the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic, and 4) to take satisfaction assessments of the entrepreneurs and the customers affected by house decorating products made from the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic. With this case, there are four samplings group that are three entrepreneurs in managing the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic, the three experts in transforming this type of Scrap Plastic including of the customer groups and the one hundred interested people in this decorating product type. In addition, the tools used in this paper are the opened end interviews, the opinion questionnaires in designing and the satisfaction assessments. On the same way, the studied method about this kind of scrap plastic properties to be analyzed in the arranging patterns. After that, it has brought the gaining result to search for the utilizing procedures as well as testing with the most suitable ones from the exist machines inside the industrial plastic plants. Later, it has brought the result to be analyzed with SWOT Analysis for finding the most suitable procedure to design as this kind of house decorating products.

Therefore, it has applied the Quality Function Deployment: QFD technique and the Theory of Inventive Problem Solving : TRIZ to bring the result for manufacturing as the house decorating ones before bringing to be assessed for the satisfaction by using of the statistic methods , such as Percentages , Means or ( $\bar{X}$ ) and Standard Aviation or (S.D.) to analyse and make conclusion.

According to the researching result, it was found that the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic in the industrial plastic plants have much quantity. What's more, the bringing of Polymethylmethacrylate Scrap Plastic to be melted as the new one can cause the energy waste and too much resources to gain the pollution in the environments. However, with the designing result of the house decorating made from the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic it has been in the excellently suitable level as ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.32) after applying the Laser Machine Technique. On the other hand, it had the accuracy and the chances to made the damages in the less level than testing with other types. As the result, with the satisfaction result in the house decorating products made from the Polymethylmethacrylate Scrap Plastic it had the satisfaction result level as ( $\bar{X} = 4.06$ , S.D. = 0.22) and from the customers and the interested people in house decorating it had the satisfaction result in the excellent level as ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D. = 0.06).

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย เศษวิเศษ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ช่วยเหลือ และช่วยตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณคณะกรรมการ สอบวิทยานิพนธ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ ภิรมย์ การ อาจารย์ ดร.ธีรชาติ เลิศข้าของกุล ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อภิศักดิ์ สิ้นธุภัก ที่ได้กรุณาให้ คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความถูกต้องสมบูรณ์ ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร รองศาสตราจารย์ ดร.ปานฉัตร อินทร์คง และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ ที่ได้ให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ของ เครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบพระคุณผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ทั้ง 3 บริษัท ผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ได้ให้ข้อมูล ความคิดเห็น คำแนะนำ และ ข้อเสนอแนะ หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้วิจัยขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	III
กิตติกรรมประกาศ.....	V
สารบัญ.....	VI
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	2
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.5 คำนียามศัพท์.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
2.1 คุณสมบัติและลักษณะของพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	9
2.2 โครงสร้างพอลิเมอร์.....	10
2.3 กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน.....	11
2.4 การผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	16
2.5 อุปกรณ์หลักในการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	18
2.6 เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	22
2.7 การเข้าไม้.....	38
2.8 หลักการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค.....	43
2.9 หลักการออกแบบ.....	49
2.10 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์.....	51
2.11 หลักการ 3Rs.....	52
2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....	60
3.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต....	60
3.2 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต....	62
3.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	64
3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	66
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	70
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	75
4.3 ผลการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	81
4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	97
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	100
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	100
5.2 อภิปรายผล.....	102
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	103
บรรณานุกรม.....	105

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก.....	108
ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย.....	109
ภาคผนวก ข แบบประเมินที่ใช้ในการวิจัย.....	121
ภาคผนวก ค กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล.....	151
ภาคผนวก ง ภาพขั้นตอนการลงพื้นที่ในการวิจัย.....	156
ภาคผนวก จ ภาพถ่ายการเก็บข้อมูล ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ.....	160
ภาคผนวก ฉ ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลด้านการออกแบบ.....	167
ภาคผนวก ช ภาพถ่ายผลงานการออกแบบ.....	172
ภาคผนวก ซ ประวัติผู้เขียน.....	175

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการวิเคราะห์ปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงาน อุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	71
4.2 ผลการวิเคราะห์ประเภทของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	71
4.3 ผลจากการวิเคราะห์เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงาน อุตสาหกรรมพลาสติก.....	72
4.4 ผลการสอบถามเกี่ยวกับสีของเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	73
4.5 ผลการสอบถามเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	74
4.6 ผลการรวบรวมข้อมูลความเป็นไปได้และความเหมาะสมของเครื่องจักร.....	76
4.7 ผลการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทดลองกับเครื่องจักรที่มีอยู่ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	77
4.8 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และ อุปสรรคของการทดลอง.....	80
4.9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการออกแบบลวดลาย.....	83
4.10 หลักการเชิงคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติ (QFD).....	84
4.11 สรุปความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยและ ข้อกำหนดทางเทคนิค (TRIZ).....	85
4.12 ผลการวิเคราะห์ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้ง.....	85
4.13 แสดงค่าความเหมาะสมในการพิจารณาเลือกแบบของผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน.....	96
4.14 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภท พอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	97
4.15 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคและผู้สนใจสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ ของตกแต่งบ้าน.....	98

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1.1 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1.....	3
1.2 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2.....	4
1.3 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3.....	5
1.4 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4.....	6
2.1 หม้อไอน้ำ.....	18
2.2 ถังพักน้ำป้อนและเครื่องบำบัดน้ำ.....	18
2.3 ถังกวนร้อนและถังกวนเย็นน้ำยา MMA.....	19
2.4 อุปกรณ์เทแบบ.....	19
2.5 ลักษณะและอุปกรณ์ต่างๆของบ่อต้ม.....	20
2.6 แท่นวางแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	21
2.7 ตู้อบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	21
2.8 โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดเลเซอร์.....	23
2.9 โครงสร้างของเลเซอร์ก๊าซ.....	24
2.10 โครงสร้างของเลเซอร์ของแข็ง.....	24
2.11 เลเซอร์ของเหลว.....	25
2.12 โครงสร้างของเลเซอร์ไดโอด.....	26
2.13 คุณสมบัติการมีทิศทางเดียว.....	27
2.14 คุณสมบัติการมีทิศทางเดียวที่แน่นอน.....	27
2.15 วิธีการประกอบชุดลดความร้อนแนวตรง.....	29
2.16 การนำปลายทั้ง 2 ข้าง ของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตสอดเข้าไปในร่องของแม่แบบ.....	30
2.17 การกดแยกแม่แบบให้แยกออกจากกันจนถึงจุดที่ตั้งหรือกำหนดไว้.....	31
2.18 การกดกรอบที่มีแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่อ่อนตัวลงบนแม่แบบ.....	31
2.19 การเขาระ่องให้เป็นตัววีแล้วพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้เป็นมุมฉาก.....	32
2.20 กรอบช่วยยึดในการพับมุมเดียวโดยใช้ปากการูปตัวซีเป็นตัวยึด.....	33
2.21 กรอบช่วยยึดในการพับมุมเดียวโดยใช้รางไม้เป็นตัวบังคับมุม.....	33
2.22 กรอบช่วยการพับ 2 มุม.....	33
2.23 มุมโค้งด้านนอกของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่เรียบ.....	34
2.24 การย่นและแตกของมุมโค้งด้านในของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	34
2.25 เครื่องเจาะ (CNC Drilling Machine).....	35

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.26 เครื่องกลึง (CNC Turning Machine).....	36
2.27 เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center).....	36
2.28 ตัวอย่างเม็ดมีดสำหรับเครื่องซีเอ็นซี.....	37
2.29 การเข้าปากมูม 90 องศา.....	39
2.30 การเข้าปากขนมูม 90 องศา ตัดปาก 45 องศา.....	39
2.31 การเข้าปากขนที่ต่างจากมูม 90 องศา หรือมูมเฉ.....	40
2.32 การเข้าปากปากไม้ซ้อนทับกัน (มูมเดียว).....	40
2.33 การเข้าปากปากขนบังใบหรือเข้าป่า.....	41
2.34 การเข้าปากปากกากบาท.....	41
2.35 การเข้าปากปากขนปาก 45 องศา หรือปากกบ.....	42
2.36 การเข้าปากปากบังใบและเข้าปากกบ (มูมเดียว).....	42
2.37 การเข้าปากปากขนมูมเฉ 45 องศา (มูมเดียว).....	43
2.38 การเข้าปากปากทาบ (ซ้อนทับกัน) มูมเฉ 45 องศา.....	43
3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุ พลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	69
4.1 วงจรการใช้ประโยชน์ของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต.....	75
4.2 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 1.....	81
4.3 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 2.....	82
4.4 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 3.....	82
4.5 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์.....	86
4.6 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง.....	87
4.7 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย.....	87
4.8 การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์.....	88
4.9 การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง.....	88
4.10 การกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย.....	89
4.11 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ 1.....	90
4.12 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ 2.....	91
4.13 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง 1.....	92
4.14 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง 2.....	93

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.25 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย 1.....	94
4.26 ภาพ SketchDesign ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย 2.....	95
ง.1 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 1.....	157
ง.2 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 2.....	157
ง.3 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 3.....	158
ง.4 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 4.....	158
ง.5 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 5.....	159
ง.6 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 6.....	159
จ.1 ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง).....	161
จ.2 รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง).....	161
จ.3 คุณธัญลักษณ์ ธรรมธนวรรณ (ผจก.บริษัท เมืองใหม่พลาสติก จำกัด).....	162
จ.4 คุณมานัส เมืองชัย (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก).....	162
จ.5 คุณสุชาติ พวงมะลิ (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก).....	163
จ.6 คุณปิยะกิตติ์ จูตะทรงทรัพย์ (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก).....	163
จ.7 คุณอนุสรณ์ พึ่งรุ่งนริตชัย (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสวดลายชาวชนเผ่าอิวเมียน) .....	164
จ.8 คุณนันทพร ศรีสมบัติ คุณแก้วใจ ทิพย์ศรีสะอาด (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านสวดลายชาวชนเผ่าอิวเมียน).....	164
จ.9 คุณอรญา ไตรหิรัญ (ผู้เชี่ยวชาญทางการตกแต่งบ้าน).....	165
จ.10 คุณนภสร ศรีทอง (ผู้เชี่ยวชาญทางการตกแต่งบ้าน).....	165
จ.11 ผู้บริโภคและผู้สนใจของตกแต่งบ้านพักอาศัย 1.....	166
จ.12 ผู้บริโภคและผู้สนใจของตกแต่งบ้านพักอาศัย 2.....	166
ฉ.1 ภาพลงพื้นที่เก็บข้อมูลด้านการออกแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านสวดลาย.....	168
ฉ.2 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบ การขึ้นผลิตภัณฑ์.....	168
ฉ.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยเครื่อง Laser Machine.....	169
ฉ.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการขัดมุมตามองศา.....	169
ฉ.5 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน 1.....	170
ฉ.6 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน 2.....	170
ฉ.7 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน 3.....	171

## สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ฉ.8 ขั้นตอนการวิเคราะห์ชั้นงาน.....	171
ช.1 ผลงานการออกแบบ 1.....	173
ช.2 ผลงานการออกแบบ 2.....	173
ช.3 ผลงานการออกแบบ 3.....	174

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาขยะล้นเมืองเป็นปัญหาสำคัญที่ต้องเร่งดำเนินการแก้ไขเพราะผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมได้ทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันนี้ แนวคิดและการพัฒนาของนักอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมได้กลายมาเป็นแรงผลักดันให้สังคมต้องเอาใจใส่และจริงจังกับปัญหาขยะมากขึ้น แต่เดิมนั้นประเทศไทยมีการมองปัญหาขยะเป็นปัญหาสะท้อน ส่วนปัญหาหลักที่มีผลกระทบต่อประชาชน คือ ปัญหาความยากจน แต่ในยุคโลกาภิวัตน์ ปัจจุบันนี้เศรษฐกิจของประเทศดีขึ้นอย่างต่อเนื่อง ปัญหาปากท้องได้บรรเทาความรุนแรงลงทำให้ประชาชนมีความอยู่ดีกินดีขึ้น ปัญหาขยะล้นเมืองซึ่งครั้งหนึ่งถูกมองอย่างละเลยได้ส่งผลกระทบต่อสภาพแวดล้อม สำหรับประเทศไทยนับวันจะทวีความรุนแรงขึ้นเรื่อยๆ การแสวงหาวิธีการที่เหมาะสมในการกำจัดขยะเป็นสิ่งที่มีความสำคัญอย่างยิ่งและต้องกระทำอย่างเร่งด่วน (นิรันดร์ พงษ์ธัญญาการ. 2547) ในปัจจุบันนี้โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆมีกำลังในการผลิตเพิ่มมากขึ้นเป็นจำนวนมากซึ่งวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตมีความหลากหลายและมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป

พอลิเมอร์จัดเป็นวัสดุหนึ่งที่มีบทบาทและเกี่ยวข้องกับชีวิตประจำวันของมนุษย์มากที่สุดด้วยคุณสมบัติบางประการที่โดดเด่นกว่าวัสดุจำพวกอื่น เช่น โลหะ หรือ ไม้ ทำให้วัสดุพอลิเมอร์มีความนิยมนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มมากขึ้น ไม่ว่าจะเป็นของใช้ในชีวิตประจำวัน หรือ อุปกรณ์อำนวยความสะดวกต่างๆ (คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2550-2551)

ปัจจุบันความต้องการใช้พลาสติกของประชากรเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนประชากรและความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ พลาสติกจึงถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายเกือบทุกผลิตภัณฑ์ในชีวิตประจำวัน จากการที่มีการบริโภคพลาสติกเป็นจำนวนมากก่อให้เกิดขยะพลาสติกจำนวนมากซึ่งเป็นปัญหาในการจัดการและการกำจัดขยะพลาสติกไปแล้ว ทางเลือกหนึ่งในการจัดการปัญหาขยะพลาสติกคือ การแปรใช้ใหม่ เนื่องจากพลาสติกเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่สามารถนำกลับมาแปรใช้ใหม่ได้ ซึ่งการแปรใช้ใหม่เป็นวิธีการที่สามารถช่วยลดปริมาณขยะจากแหล่งกำเนิดได้ นอกเหนือจากการใช้พลาสติกซ้ำ การเผา และการฝังกลบ ซึ่งความต้องการของผู้บริโภคเป็นอีกปัจจัยสำคัญที่ต้องตอบสนองให้ตรงจุดและต้องสามารถสร้างความพึงพอใจให้กับผู้บริโภคได้ (ณัฐสินี สุขสุเสียง และ สาธิณี น้อย่าง. 2552)

แนวโน้มในการแข่งขันสินค้าประเภทของขวัญของชำร่วยและของตกแต่งบ้านของไทยนับเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญอีกประเภทหนึ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเพื่อการก้าวเข้าสู่การเป็นประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน (AEC) ในปี พ.ศ. 2559 ที่กำลังจะมาถึงนี้ ทำให้ประเทศไทยมีการตื่นตัวปรับเปลี่ยน

และพัฒนาเศรษฐกิจ การศึกษา การท่องเที่ยว ผลิตภัณฑ์สินค้าอุปโภค บริโภค รวมถึง ผู้ประกอบการ ต้องเร่งพัฒนาศักยภาพทั้งทางด้านรูปแบบสินค้า ให้มีความโดดเด่นแตกต่างจากคู่แข่ง เพื่อสร้างมูลค่าทางคุณภาพของสินค้า แทนการแข่งขันทางด้านราคาเพราะกลุ่มประเทศในอาเซียน เช่น เวียดนาม ฟิลิปปินส์ อินโดนีเซีย มีจุดเด่น ทางด้านค่าจ้างแรงงานและวัตถุดิบราคาถูก จึงมีต้นทุนในการผลิตต่ำกว่าของไทย ทำให้ส่วนแบ่งในการตลาดของไทยลดลง (อริสรา ทิพย์รัตน์. 2556 : 1)

พอลิเมอร์ประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตถูกนำมาใช้ในการผลิตมากขึ้น ด้วยคุณสมบัติที่โปร่งใสและน้ำหนักเบาทำให้เป็นที่นิยมในการนำมาใช้งานแทนกระจก จึงทำให้จำนวนเศษวัสดุมีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ซึ่งคุณสมบัติของเศษวัสดุที่เหลือจากการผลิตยังคงมีสภาพที่สมบูรณ์ใช้งานได้และไม่ได้รับความเสียหายเนื่องจากการผลิต

ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นความสำคัญและปัญหาของจำนวนเศษวัสดุเหลือใช้จากการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมโดยกำหนดวัตถุประสงค์และกำหนดกระบวนการแก้ไขปัญหาเศษวัสดุเหลือใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ในการวิจัยครั้งนี้ จะนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทำการทดลองหากระบวนการใช้ประโยชน์ทำการวิเคราะห์และทำการออกแบบโดยใช้ทฤษฎีการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวทางปฏิบัติ (QFD) เพื่อให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย อีกทั้งยังเป็นทางเลือกในการจัดการขยะภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกและเป็นการช่วยลดจำนวนขยะมูลฝอยภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกด้วย

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

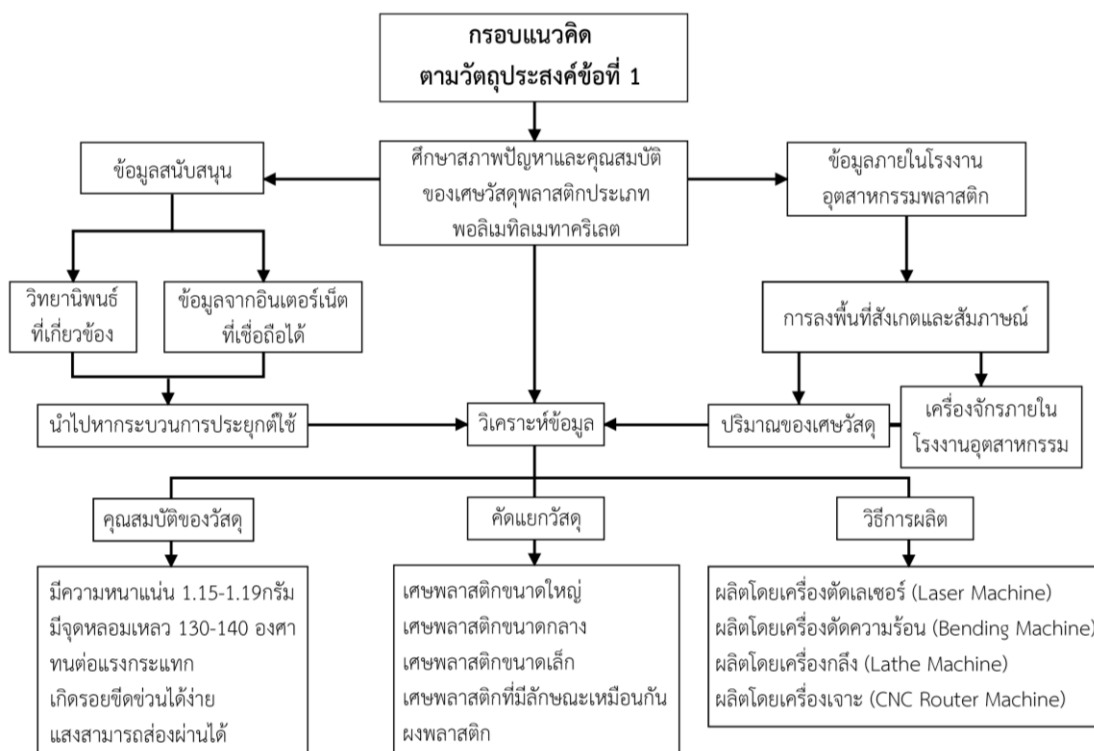
- 1.2.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 1.2.2 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 1.2.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

## 1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ในการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ตั้งประเด็นที่จะศึกษาให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย โดยได้นำกรอบแนวความคิดของบุคคลต่างๆมาใช้ในการงานวิจัย ดังนี้

**1.3.1 กรอบแนวความคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1** เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของ เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิด กระบวนการออกแบบจากเศษวัสดุ ของ (สิงห์ อินทรชูโต. 2556 : 47-51) จำนวนทั้งหมด 9 ด้าน ได้แก่

- (1) ศึกษาวัสดุ
- (2) คัดแยกเศษวัสดุ
- (3) ทดลองเชิงเทคนิคกับเศษวัสดุ
- (4) เลือกเทคนิคที่เหมาะสม
- (5) ออกแบบจากเทคนิคที่พัฒนาขึ้น
- (6) วิธีการผลิต
- (7) สร้างต้นแบบ
- (8) ปรับต้นแบบ ทดสอบผลงาน
- (9) การตลาด

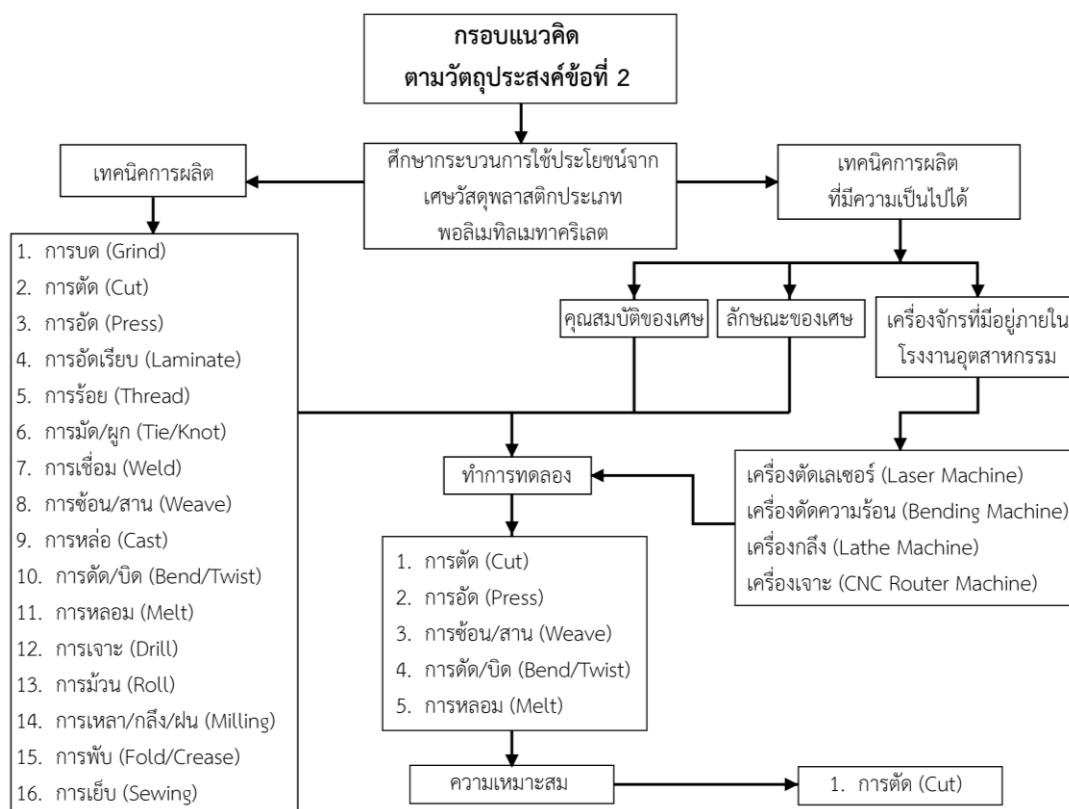


ภาพที่ 1.1 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1

ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรังาม. 2559

**1.3.2 กรอบแนวความคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2** เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จาก เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดด้านการทดลองเทคนิคต่างๆกับ วัสดุ ของ (สิงห์ อินทรชูโต. 2554 : 51)

เลือกเทคนิคที่เป็นไปได้ก่อนหรืออาจทำการทดลองโดยการออกแบบในลักษณะที่หลากหลายเพื่อนำไปสู่การปรับเทคนิคที่มีอยู่ อีกทั้งยังได้องค์ความรู้หรือวิธีการใหม่ที่พัฒนาจากพื้นฐานที่มีอยู่เดิมบ่อยครั้งจะนำงานฝีมือ(Craft) เข้ามาใช้ในงานทดลอง ทดสอบ และ พัฒนาเนื่องจากความหลากหลายของเศษวัสดุ เครื่องจักรที่มีอยู่ในโรงงานอาจไม่สามารถปรับตามเศษได้ตลอด (Inflexible)



ภาพที่ 1.2 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2

ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรังาม. 2559

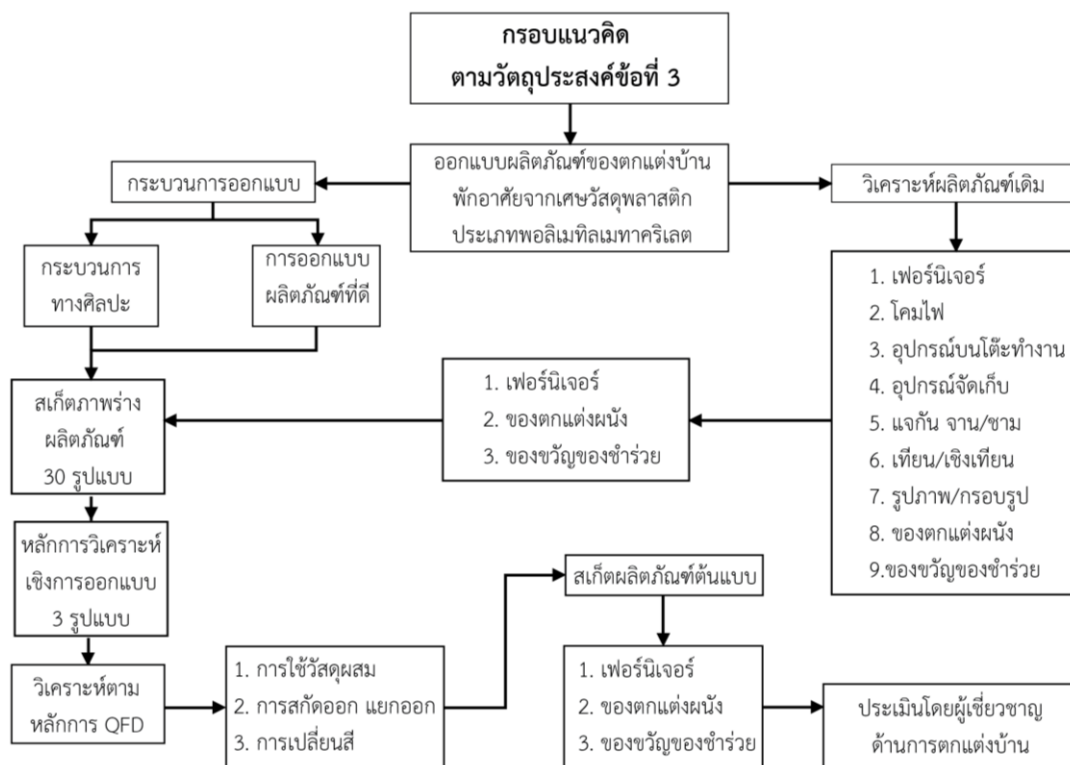
**1.3.3 กรอบแนวความคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3** เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้นำแนวคิดด้านกระบวนการทางศิลปะของ (โฆเซตา บุตรรัตน์. 2549 : 26-29) และแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีของ (จอร์จ ไดเตอร์. 2543 อังโน ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2550 : 19-21) ดังนี้

แนวคิดด้านกระบวนการทางศิลปะ

- (1) แรงบันดาลใจ
- (2) การสร้างแนวความคิด
- (3) การแสดงออกทางรูปทรงศิลปะ
- (4) การใช้วัสดุหรือเทคนิค
- (5) การประเมินผล

แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี

- (1) ด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย
- (2) ด้านคุณภาพในการใช้งาน
- (3) ด้านรูปลักษณ์สวยงาม
- (4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม



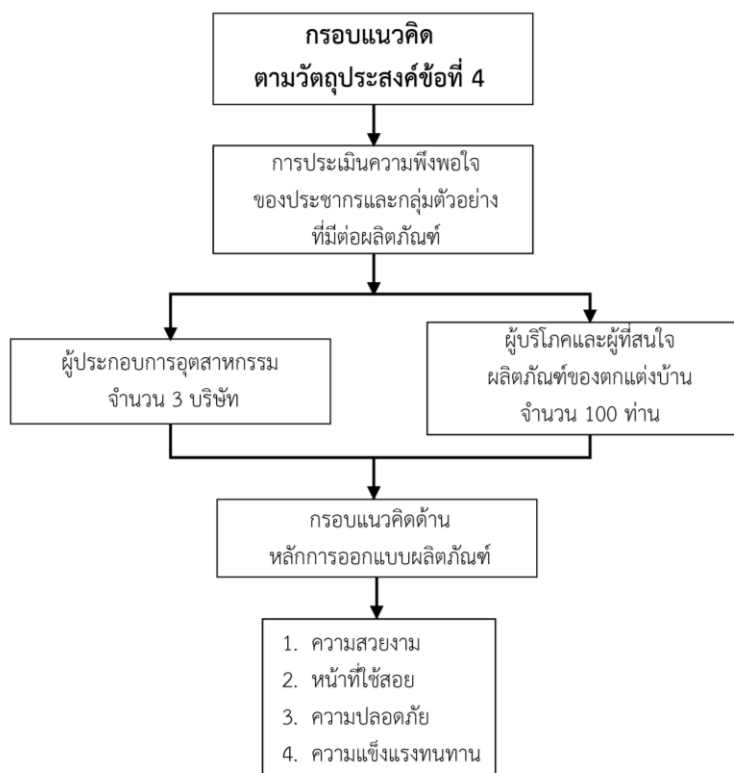
ภาพที่ 1.3 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3

ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2559

1.3.4 กรอบแนวความคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้นำแนวความคิดหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยใช้หลักการของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10-12) จำนวนทั้งหมด 12 ด้าน ได้แก่

- (1) หน้าที่ใช้สอย
- (2) ความปลอดภัย
- (3) ความแข็งแรงทนทาน
- (4) ความประหยัด
- (5) ความวัสดุ
- (6) ความโครงสร้าง

- (7) ความสะดวกสบายในการใช้
- (8) ความสวยงาม
- (9) มีลักษณะเฉพาะ
- (10) กรรมวิธีการผลิต
- (11) การซ่อมบำรุงรักษา
- (12) การขนส่ง



ภาพที่ 1.4 การวิเคราะห์กรอบแนวคิดตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4  
ที่มา : อนุรักษ์ลิขัฐ จิตรังาม. 2559

## 1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมุ่งเน้นที่จะศึกษาเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตเพื่อออกแบบและเพื่อประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต โดยได้กำหนดขอบเขตการวิจัยไว้ ดังนี้

### 1.4.1 ขอบเขตด้านข้อมูล

ผู้วิจัยทำการศึกษาปัญหา คุณสมบัติ และกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก โดยได้ศึกษาดังนี้

(1) ข้อมูลด้านปฐมภูมิ

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลและตัวอย่างของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก เพื่อนำมาศึกษาปัญหา คุณสมบัติ และกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

(2) ข้อมูลด้านทุติยภูมิ

ผู้วิจัยทำการเก็บข้อมูลจากเอกสารหนังสือและงานวิจัยต่างๆทั้งในห้องสมุดและอินเทอร์เน็ต

#### 1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

ผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในจังหวัดกรุงเทพมหานครและปริมณฑล

#### 1.4.3 ขอบเขตด้านประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ตามวัตถุประสงค์ทั้ง 4 ข้อดังนี้

(1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัตินี้ของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 บริษัท โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา

(2) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา

(3) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านลวดลาย จำนวน 3 คน และ ผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา

(4) ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง เพื่อประเมินความพึงพอใจกลุ่มผู้บริโภค

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจในสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านภายในศูนย์แสดงสินค้าและจัดจำหน่าย บิ๊กแอนด์บิท (BIG+BIH) จำนวน 100 คน โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา

## 1.5 คำนิยามศัพท์

1.5.1 **ผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านพักอาศัย** หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ภายในบ้านพักอาศัยเพื่อให้เกิดความสวยงามและประโยชน์ใช้สอย

1.5.2 **เศษวัสดุ** หมายถึง สิ่งของต่างๆที่เหลือจากการใช้งานหรือจากการผิดพลาดในการผลิต

1.5.3 **พอลิเมทิลเมทาคริเลต** หมายถึง พอลิเมอร์ที่ได้จากปฏิกิริยาการสังเคราะห์พอลิเมอร์ของเมทิลเมทาคริเลตและเป็นวัสดุที่ใช้ในการทดลองของงานวิจัย

1.5.4 **ศึกษาวัสดุ** หมายถึง การค้นหาลักษณะทางกายภาพของพอลิเมอร์ เช่น ขนาด รูปทรง สี

1.5.5 **คัดแยกประเภท** หมายถึง การจัดหมวดหมู่ตามลักษณะของพอลิเมอร์

1.5.6 **วิธีการผลิต** หมายถึง การนำเอาวัสดุมาแปรสภาพโดยผ่านกระบวนการต่างๆจนทำให้ได้มาซึ่งผลลัพธ์

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต เพื่อแก้ปัญหาภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องโดยมีรายละเอียด ดังนี้

- 2.1 ข้อมูลเกี่ยวกับคุณสมบัติและลักษณะของพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 2.2 ข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างพอลิเมอร์
- 2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน
- 2.4 ข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 2.5 ข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ในการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 2.6 ข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 2.7 ข้อมูลเกี่ยวกับการเข้าไม้
- 2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค
- 2.9 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบ
- 2.10 ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์
- 2.11 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการ 3Rs
- 2.12 ข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1 คุณสมบัติและลักษณะของพอลิเมทิลเมทาคริเลต

พอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl Methacrylate) เป็นพลาสติกโปร่งใสไม่มีสี ทนต่อแรงอัดและสภาพแวดล้อมได้ดีกว่าพอลีสไตรีน พอลิเมทิลเมทาคริเลตจึงมีความสำคัญและมีประโยชน์มากต่อการใช้งาน ในทางอุตสาหกรรมเริ่มผลิตพอลิเมอร์นี้ในเชิงการค้าตั้งแต่ปี ค.ศ.1934

พอลิเมทิลเมทาคริเลต มีสถานะเป็นของเหลวใสไม่มีสี มีจุดเดือด 100.5 องศาเซลเซียส สามารถเตรียมได้โดยการใช้อะซิโตนเป็นวัตถุดิบ เปลี่ยนอะซิโตนเป็นไซยาโนไฮไดริน เติมกรดซัลฟิวริกเข้มข้นที่ 100 องศาเซลเซียส

พอลิเมทิลเมทาคริเลตสามารถเตรียมได้ด้วยกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบสารละลาย แบบอิมัลชันแบบบัลค์ และแบบแขวนลอย แต่วิธีที่ใช้กันมากที่สุดในทางอุตสาหกรรมคือ แบบบัลค์ พอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เตรียมด้วยกลไกฟรีเรดิคัลทั่วไปมีสูตรโครงสร้างเป็นเส้นตรงและมีความเป็นอสัณฐาน มีจุดหลอมเหลวสูงกว่า 200 องศาเซลเซียส ลักษณะสมบัติพิเศษประการหนึ่งของพอลิเมอร์นี้

คือไม่มีสีและใสเหมือนแก้ว นอกจากนี้ยังมีความแข็งแรงและทนทานต่อสภาวะแวดล้อมได้ดีกว่าพอลิไทรีนแต่สามารถทนการสึกหรอได้น้อยกว่าพอลิเมทิลเมทาคริเลตสามารถทนต่อน้ำและสารละลายอินทรีย์ทั่วไปได้เป็นอย่างดี รวมทั้งกรดอ่อน เบสอ่อน และปฏิกิริยาซัลโฟนิฟิเคชัน

จากสมบัติความโปร่งแสง และการย้อมสีได้อย่างง่ายดายของพอลิเมทิลเมทาคริเลต จึงใช้เป็นส่วนประกอบของอุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ และมากกว่าครึ่งหนึ่งของปริมาณการใช้งานใช้เป็น ส่วนประกอบของรถยนต์ เช่น พลาสติกคลุมไฟท้าย ไฟหน้า ไฟเลี้ยว หน้าปัดเข็มไมล์ ประโยชน์การใช้งานอื่นๆ ได้แก่ ป้ายโฆษณา สัญญาณจราจร ทำเลนส์ หน้าปัดนาฬิกา และเครื่องประดับนานาชนิด (นันทมล ลิมป์พิทักษ์พงศ์ และ ประภากร หุนทนทาน. 2550 : 7-8)

### 2.1.1 ลักษณะทั่วไปของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

- (1) มีความหนาแน่นประมาณ 1.15-1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร
- (2) มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 130-140 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส
- (3) มีความทนทานต่อแรงกระแทก(Impact Strength) สูงกว่าแก้วและพอลิไทรีน แต่ต่ำกว่าพอลิคาร์บอเนตและพลาสติกวิศวกรรมชนิดอื่น
- (4) พอลิเมทิลเมทาคริเลตมีเนื้ออ่อนจึงถูกรอยขีดขูดได้ง่าย
- (5) แสงสว่างสามารถส่องผ่านเนื้อพลาสติกได้ถึงร้อยละ 92 และมีการสะท้อนกลับที่ผิวประมาณร้อยละ 4
- (6) มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมดีกว่าพลาสติกชนิดอื่น เช่น พอลิคาร์บอเนต

## 2.2 โครงสร้างของพอลิเมอร์

### 2.2.1 โครงสร้างเชิงเส้น (Linear Structure)

ถ้าพอลิเมอร์โมเลกุลหนึ่งสร้างขึ้นจากมอนอเมอร์ซึ่งมีหมู่ว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาสองหมู่ (Difunctional Monomer) ผลลัพธ์ก็คือได้สายพอลิเมอร์ที่เป็นเส้นตรงเกิดขึ้น สำหรับคำว่าโมเลกุลที่เป็นเส้นตรงนั้นไม่ได้หมายความว่าโมเลกุลพอลิเมอร์มีลักษณะเป็นเส้นเหยียดตรงตลอด ความยาวสายโซ่เหมือนไม้บรรทัด โดยทั่วไปเมื่อไม่มีการให้ความเค้นจากภายนอก โมเลกุลที่เป็นเส้นตรงมักแสดงโครงแบบ (Configuration) หรือลำดับในการจัดเรียงตัวของอะตอมภายในโมเลกุลอยู่ในลักษณะการบิดตัวเป็นเกลียวอย่างอิสระ และมีการพันกันของสายโมเลกุลอย่างยุ่งเหยิง ในทางปฏิบัติโมเลกุลพอลิเมอร์ไม่เคยแยกตัวออกจากกันเป็นโมเลกุลอิสระ และสายโซ่โมเลกุลต่างๆภายในเนื้อตัวอย่าง ก้อนใหญ่มักบิดตัวเป็นเกลียวและพันซึ่งกันและกันเหมือนกับเส้นบะหมี่ในชาม เมื่ออยู่ภายใต้ความร้อนช่วงของสายโซ่ (Chain Segments) อาจมีการเคลื่อนไหวขยับตัวไปมาคล้ายตัวหนอน ถ้าทำการเปรียบเทียบขนาดของสายโซ่โมเลกุลอาจมีความยาวสูงถึงสามเมตร โครงสร้างเชิงเส้นนี้อาจจำแนกย่อยตามลักษณะการจัดเรียงลำดับของโมเลกุลมอนอเมอร์ชนิดต่างๆ ในโครงสร้างของโคพอลิเมอร์ได้เป็น 3 ชนิด คือ โคพอลิเมอร์แบบสุ่ม โคพอลิเมอร์แบบสลับ และโคพอลิเมอร์แบบช่วง

### 2.2.2 โครงสร้างที่มีกิ่งก้านสาขา (Branched Structure)

พอลิเมอร์ซึ่งมีโครงสร้างโมเลกุลเป็นกิ่งก้านสาขามักเกิดจากการทำปฏิกิริยาของมอนอเมอร์ซึ่งมีหมู่ว่องไวปฏิกิริยาตั้งแต่สามหมู่หรือมากกว่าที่ตำแหน่งต่างๆภายในสายโซ่หลักเชิงเส้น รวมทั้งอาจเกิดจากปฏิกิริยาข้างเคียงในการทำพอลิเมอร์ไรเซชันได้ ความมีกิ่งก้านสาขาภายในโครงสร้างโมเลกุลนี้มีอิทธิพลต่อสมบัติของพอลิเมอร์อย่างมาก เนื่องจากขนาดของโมเลกุลและความเกะกะ (Steric-effect) จะมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อจำนวนกิ่งก้านสาขาเพิ่มขึ้น สำหรับพอลิเมอร์ซึ่งมีโครงสร้างเป็นกิ่งก้านสาขานั้นจะมีทั้งโฮโมพอลิเมอร์และโคพอลิเมอร์

### 2.2.3 โครงสร้างตาข่ายหรือร่างแห (Crosslinked Of Network Structure)

เนื่องจากความยาวและปริมาณของกิ่งก้านสาขานบนสายพอลิเมอร์มีค่าสูงขึ้น ดังนั้น โอกาสที่กิ่งก้านสาขาของแต่ละสายโซ่จะเกิดการพันกันและเชื่อมต่อกันก็สูงขึ้นด้วย ทำให้สายโซ่โมเลกุลมีขนาดใหญ่ขึ้น เมื่อสายโซ่ทั้งหมดเชื่อมต่อกันและกันเป็นโครงสร้างร่างแหสามมิติ มวลพอลิเมอร์ทั้งหมดจะกลายเป็นโมเลกุลขนาดใหญ่เพียงโมเลกุลเดียวซึ่งเราเรียกว่าพอลิเมอร์ร่างแห หรือ พอลิเมอร์ตาข่ายนั่นเอง

พอลิเมอร์ร่างแหหรือพอลิเมอร์ตาข่ายอาจถูกสังเคราะห์ได้ 2 วิธี คือ วิธีแรกโดยการเริ่มต้นจากการทำปฏิกิริยาของมอนอเมอร์จำนวนมาก มอนอเมอร์นี้ต้องมีหมู่ว่องไวต่อปฏิกิริยา 3 หมู่ หรือมากกว่าขึ้นไป หรือวิธีที่สอง โดยการก่อให้เกิดโครงสร้างตาข่ายระหว่างโมเลกุลพอลิเมอร์เชิงเส้นหรือพอลิเมอร์ที่มีกิ่งก้านสาขาด้วยวิธีการทางเคมี วิธีการนี้เรียกว่า การบ่มให้สุก (Curing) ซึ่งเป็นการเติมสารวัลคาไนซ์ (Vulcanizing Agent) ลงในยางธรรมชาติหลังจากนั้นจึงให้ความร้อนกับพอลิเมอร์ผสม การเพิ่มอุณหภูมิทำให้เกิดปฏิกิริยาระหว่างพอลิเมอร์กับสารวัลคาไนท์ สายโซ่พอลิเมอร์จะเกิดการเชื่อมโยงกันและกันโดยมีสารวัลคาไนซ์เป็นสะพานเชื่อม (ปิ่นสุภา. 2546 อ่างโน ญัฐสินี สุขสุเสียง และสาธิต น้อยอ่าง. 2552 : 5-6)

## 2.3 กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน

กระบวนการผลิตพอลิเมอร์จากมอนอเมอร์นั้นสามารถทำได้หลายวิธี หลายระบบ ด้วยเทคนิคที่แตกต่างกันออกไป แต่สามารถแบ่งออกอย่างกว้างๆได้เป็น 4 กระบวนการ คือ

### 2.3.1 กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบบัลค์ (Bulk Polymerization)

กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชัน เป็นกระบวนการหรือวิธีการที่จะเปลี่ยนโมเลกุลของมอนอเมอร์ซึ่งเป็นโมเลกุลเล็กๆไปเป็นพอลิเมอร์ซึ่งมีโมเลกุลขนาดใหญ่ ดังนั้นในกระบวนการนี้จะมีปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดขึ้น

พอลิเมอร์ไรเซชันแบบบัลค์ หรือ อาจจะเรียกแบบบล็อก (Block) หรือแบบแมส (Mass) ก็ได้ ส่วนประกอบจะมีเพียงมอนอเมอร์และตัวริเริ่มเท่านั้น จึงเป็นกระบวนการที่ง่ายที่สุด และได้ผลผลิตที่

มีสิ่งเจือปนผสมอยู่น้อยที่สุด แต่ปัญหาของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบนี้ก็มีตรงที่คายความร้อนสูง โดยเฉพาะในพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่แรดดิคอล ทำให้มีอัตราเร็วเพิ่มมากขึ้นเพราะตัวเริ่มสลายตัวได้มากขึ้นและโมเลกุลได้รับพลังงานเพิ่มขึ้น ทำให้กระบวนการระบายความร้อนทำได้ยาก เนื่องจากความหนืดที่เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ยกแก่การควบคุมจึงเกิดความร้อนสูงเป็นจุดๆ ซึ่งมีผลให้เกิดการย่อยสลายของสายโซ่ และได้น้ำหนักโมเลกุลแตกต่างกันมาก เนื่องจากเกิดปฏิกิริยาการย้ายสายโซ่ด้วย นอกจากนี้ยังอาจเกิดการเร่งที่ควบคุมไม่ได้ ทำให้เกิดปฏิกิริยาที่ไม่ต้องการ ดังนั้นกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์จึงไม่ค่อยใช้กับพอลิเมอไรเซชันแบบลูกโซ่แรดดิคอล เนื่องจากปัญหาที่เกิดขึ้นดังกล่าว แต่อย่างไรก็ตามพวกพลาสติกหล่อ อาจใช้กระบวนการนี้ เช่น พอลิเอธิลีน พอลิสไตรีน พอลิเมทิลเมทาคริเลต พอลิไวนิลคลอไรด์ เป็นต้น ซึ่งเป็นกรณีที่ต้องการพอลิเมอไรเซชันที่มีความใส เนื่องจากได้ผลผลิตเป็นแบบอสัณฐาน

เนื่องจากปัญหาการระบายความร้อนดังกล่าว จึงนิยมใช้กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ในพอลิเมอไรเซชันแบบควบแน่น เพราะเป็นปฏิกิริยาคายความร้อนไม่สูงนัก และในระหว่างเกิดปฏิกิริยาคายความร้อนไม่สูงมากเพราะสายโซ่จะค่อยๆ ยาวขึ้นและจะยาวมากเมื่อปฏิกิริยาใกล้สมบูรณ์ ทำให้การระบายความร้อนและไล่ฟองได้ง่าย ในกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์อาจทำได้โดยใช้วิธีที่ต่างกัน คือ

### (1) การเกิดพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ชนิดที่ไม่มีภาวน (Monomer Casting)

วิธีนี้ใช้กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์เพื่อเตรียมพอลิเมอไรเซชันที่มีรูปทรงตามต้องการเลย เช่น การเตรียมพอลิเมอไรฟีนอล – พอร์มาลดีไฮด์ภายใต้ความดัน การเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยการหล่อ การเตรียมแบบนี้มีประโยชน์หลายอย่าง เช่น การเกิดการเร่งโดยอัตโนมัติ ทำให้ได้พอลิเมอไรน้ำหนักโมเลกุลสูงจึงค่อนข้างเหนียวและจุดหลอมตัวสูง แต่การนำไปทำรูปร่างอื่นๆ จะทำได้ยากเพราะจุดหลอมตัวสูงนั่นเอง ถ้าต้องการรูปลักษณะอย่างไรก็ต้องทำแบบมาเลย เมื่อได้พอลิเมอไรออกมาก็นำไปใช้งานได้ สิ่งที่ต้องระวังในการใช้กระบวนการนี้ คือ

1.1 ความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาจะต้องระบายออกได้ดี เพราะจะทำให้มอนอเมอร์เดือด ซึ่งจะทำให้เกิดฟองในแผ่นพอลิเมอไร

1.2 ต้องพยายามทำให้มอนอเมอร์เปลี่ยนไปเป็นพอลิเมอไรทั้งหมด

1.3 การหดตัวที่จะเกิดขึ้นในพอลิเมอไรเซชัน

ปัญหาทั้ง 3 ข้อดังกล่าว สามารถจะทำให้เกิดน้อยลงได้โดยการเติมพอลิเมอไรน้ำหนักโมเลกุลต่ำๆ มีลักษณะเหมือนน้ำเชื่อมช่วยลดการเกิดก๊าซ เติมลงไปประมาณ 10 – 30 % และเติมเบนโซิลเปอร์ออกไซด์เป็นตัวริเริ่มประมาณ 0.02-0.05% สำหรับพวกไวนิลมอนอเมอร์ เช่น เมทิลเมทาคริเลต มักจะเกิดการหดตัวจะทำให้แผ่นพอลิเมอไรบิดงจึงต้องใส่ประกั้นที่ยึดหยุ่นได้ระหว่างแผ่นแก้วตัวแบบและหนีบด้วยตัวหนีบ

## (2) การเกิดพอลิเมอร์แบบบัลค์ชนิดที่มีการกววน

วิธีนี้พอลิเมอร์ที่ได้จะมีลักษณะเป็นของเหลวเมื่อยังอยู่ในเตาปฏิกรณ์ และถ้าการเปลี่ยนแปลงของมอนอเมอร์ไปเป็นพอลิเมอร์ไม่ถึง 70% มอนอเมอร์จะถูกแยกออกมาเพื่อผ่านกลับเข้าไปใหม่ ในเตาปฏิกรณ์จะมีที่กวนปั่นอยู่ตลอดเวลาพอลิเมอร์ที่เกิดสมบูรณ์แล้วอยู่ในสภาพหลอมเหลว จะถูกคูดอกไปจากเตาปฏิกรณ์ โดยเครื่องปั๊มส่งต่อเข้าไปยังเครื่องปั่นให้เป็นเส้นใย กรณีที่เป็นพอลิเมอร์จากการควบแน่นจะต้องมีที่แยกเอาน้ำออกไปด้วย ส่วนใหญ่จะใช้วิธีนี้กับพอลิเมอร์ไรเซชันแบบควบแน่น เพราะมีความหนืดไม่สูงนัก สามารถกวนหรือปั่นได้ตลอดเวลา

### ข้อดีของกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบบัลค์

- (1) ในระบบมีเพียงมอนอเมอร์ ตัวริเริ่ม และตัวย้ายสายโซ่ (Chain Transfer Agent) เท่านั้น เป็นระบบที่ให้ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่มีความบริสุทธิ์สูง เหมาะสำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมที่เน้นสมบัติทางไฟฟ้าของพอลิเมอร์ และงานประยุกต์ทางวิทยาศาสตร์การแพทย์
- (2) ในกรณีที่ต้องการผลิตภัณฑ์ที่มีรูปร่างแน่นอน โดยไม่ต้องมีการปรับแต่งอีกสามารถเลือกใช้กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบบัลค์ชนิดไม่มีการกววน เพราะสามารถเกิดพอลิเมอร์ในแม่พิมพ์ได้เลย
- (3) การผลิตพอลิเมอร์แบบบัลค์นี้ให้ประสิทธิภาพสูงเมื่อเทียบกับปริมาณของถังปฏิกรณ์

### ข้อเสียของกระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบบัลค์

- (1) การควบคุมการผลิตทำได้ยาก เนื่องจากพอลิเมอร์มีการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางกายภาพอย่างรวดเร็วโดยเฉพาะความหนืด ทั้งยังมีอัตราการคายความร้อนสูงออกมามาตลอดเวลา
- (2) ถ้าจะให้ง่ายต่อการควบคุมจะต้องทำอย่างช้าๆ ซึ่งเป็นการไม่เหมาะสมทั้งทางด้านเวลาและด้านเศรษฐศาสตร์
- (3) การควบคุมการผลิตยากที่จะทำได้ ทั้งมีอัตราการผลิตสูง และมีน้ำหนักโมเลกุลสูงในเวลาเดียวกัน ทำให้ไม่มีความเหมาะสมในการผลิตเชิงการค้า
- (4) เป็นการยากมากที่จะแยกเอามอนอเมอร์ที่ไม่ได้ทำปฏิกิริยาออกจากผลิตภัณฑ์สุดท้าย ซึ่งความจำเป็นสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ใช้กับอุตสาหกรรมอาหารและยา จะต้องไม่มีสิ่งปนเปื้อนตามที่กฎหมายกำหนด

## 2.3.2 กระบวนการพอลิเมอร์ไรเซชันแบบสารละลาย (Solution Polymerization)

พอลิเมอร์ไรเซชันในสารละลายโดยทั่วไปใช้มอนอเมอร์ 1 หรือ 2 ส่วนรวมกับตัวริเริ่มทำละลายในตัวทำละลายที่เหมาะสม เช่น เบนซีน โทลูอิน คลอโรฟอร์ม และไฮโดรคาร์บอน พอลิเมอร์ที่ได้อาจละลายในตัวทำละลายหรืออาจตกตะกอนออกจากสารละลายได้ เนื่องจากมีตัวทำละลายซึ่งทำหน้าที่ถ่ายเทความร้อนอยู่ด้วย พอลิเมอร์ไรเซชันแบบนี้จึงไม่มีปัญหาเรื่องการควบคุมอุณหภูมิ แต่จะมีข้อเสียอยู่สองประการ ประการแรก คือ อาจเกิดปัญหาการย้ายลูกโซ่ (Chain Transfer) ให้แก่ตัวทำละลายในกรณีที่ไม่ต้องการให้เกิดปฏิกิริยาการย้ายลูกโซ่ อย่างไรก็ตามปัญหานี้อาจป้องกันได้ หรือ

ขจัดออกไปได้โดยเลือกใช้ตัวทำละลายที่เหมาะสม (เป็นตัวย่ำยลูโก้ที่ไม่ดี) และประการที่ 2 ได้แก่ ปัญหาการทำพอลิเมอร์ให้แห้ง กรณีที่ตัวทำละลายเป็นสารระเหยยาก

#### ข้อดีของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลาย

- (1) ง่ายต่อการดึงความร้อนออกจากระบบและการควบคุมอุณหภูมิ ทำให้อุปกรณ์และระบบการควบคุมออกแบบได้ง่าย ราคาไม่แพงจนเกินไป
- (2) การออกแบบถังปฏิกรณ์ไม่ยุ่งยาก และเป็นไปตามทฤษฎี
- (3) ผลิตภัณฑ์สุดท้ายที่ได้อาจขายได้โดยไม่ต้องผ่านขั้นตอนอื่นๆ เช่น พวกลูกเกอร์

#### ข้อเสียของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบสารละลาย

- (1) ปฏิกริยานี้ทั้งอัตราการเกิดปฏิกิริยาและขนาดความยาวโซ่เฉลี่ยกับความเข้มข้นของมอนอเมอร์ การใส่ตัวทำละลายลงไปทำให้เกิดปฏิกิริยาการย่ำยลูโก้ได้
- (2) ตัวทำละลายส่วนมากเป็นสารไวไฟ และราคาแพง โดยต้องใช้ในปริมาณมากซึ่งเป็นการเพิ่มค่าใช้จ่าย
- (3) การแยกพอลิเมอร์และตัวทำละลายออกจากกัน ต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูงและต้องเพิ่มค่าใช้จ่าย
- (4) การแยกตัวทำละลายและมอนอเมอร์ที่เหลือจากปฏิกิริยาทำไม่ได้ด้วยวิธีง่ายๆต้องอาศัยเทคโนโลยีขั้นสูง ซึ่งต้องเพิ่มเติมอุปกรณ์เป็นค่าใช้จ่ายในการผลิต
- (5) การใช้ตัวทำละลายในกระบวนการผลิตทำให้อัตราการผลิตลดลง เมื่อเทียบกับปริมาตรของถังปฏิกรณ์

### 2.3.3 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย (Suspension Polymerization)

พอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย อาจเรียกว่าแบบกระจาย หรือพอลิเมอไรเซชันแบบไม่มุก หรือแบบเม็ด เทคนิคพอลิเมอไรเซชันแบบนี้ทำให้มอนอเมอร์กระจายเป็นหยดเล็กๆ ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.001-0.005 ซม. ในตัวกลางที่มอนอเมอร์ไม่ละลาย เช่น น้ำการกระจายมอนอเมอร์เป็นหยดเล็กๆ ใช้วิธีการกวนอย่างรวดเร็วหรือการปั่นโดยเครื่องปั่น (Blender) ควบคู่ไปกับการเติมตัวดิสเพอร์สแซนต์ (Dispersant) ตัวสเตบิไลเซอร์ (Stabilizer) หรือตัวโปรเทคทีฟคอลลอยด์ (Protective Colloids) ซึ่งโดยทั่วไปเป็นสารพอลิเมอร์ที่ละลายน้ำได้ เช่น พอลิไวนิลแอลกอฮอล์ (Polyvinyl-alcohol) เมทิลเซลลูโลส (Methyl Cellulose) หรือโซเดียมพอลิอะคริเลต (Sodium Polyacrylate) ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้หยดมอนอเมอร์ต่างๆ ที่กำลังพอลิเมอไรเซชันอยู่มีโอกาสรวมตัวเป็นหยดใหญ่ ส่วนพอลิเมอร์ที่ใช้เป็นสารละลายในมอนอเมอร์ทั่วไป ได้แก่ สารเปอร์ออกไซด์อินทรีย์ เช่น เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (Benzoyl Peroxide) อุณหภูมิที่ใช้ทั่วไปตั้งแต่อุณหภูมิห้องถึง 60 องศาเซลเซียส จะเห็นได้ว่า องค์ประกอบหลักของพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอยนี้ ได้แก่ มอนอเมอร์ ตัวริเริ่มตัวกลาง และตัวที่ทำหน้าที่ช่วยรักษามอนอเมอร์ให้อยู่ในรูปของการกระจายเป็นหยดเล็กๆ

### ข้อดีของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย

- (1) การดึงความร้อนออกจากระบบและการควบคุมทำได้ง่าย
- (2) ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ได้ อยู่ในรูปที่สะดวกและง่ายต่อการบรรจุและขนส่ง

### ข้อเสียของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย

- (1) ประสิทธิภาพการผลิตต่ำ เมื่อเทียบปริมาณพอลิเมอร์ที่ได้กับปริมาตรของถังปฏิกรณ์
- (2) ผลิตภัณฑ์พอลิเมอร์ที่ได้ไม่บริสุทธิ์ จะมีสารช่วยการกระจายเจือปนอยู่
- (3) ความสามารถในการผลิตแบบต่อเนื่องไม่สามารถเป็นไปได้ถึงแม้ว่าจะมีถังปฏิกรณ์หลายตัว แต่ทำได้เพียงสลับกันและมีการต่อเนื่องในบางจุดเท่านั้น

### 2.3.4 กระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน (Emulsion Polymerization)

เทคนิคพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน ใช้น้ำเป็นตัวกลางเช่นเดียวกับกรณีของพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย แต่มีข้อแตกต่างสำคัญ 2 ข้อ คือ ตัวริเริ่มที่ใช้สารละลายอยู่ในน้ำแทนการละลายในมอนอเมอร์ และขนาดของมอนอเมอร์ซึ่งเล็กกว่ามาก (10-4 cm เปรียบเทียบกับ 0.01-0.05 cm ในกรณีของพอลิเมอไรเซชันแบบแขวนลอย) และเทคนิคนี้มีลักษณะพิเศษจากวิธีพอลิเมอไรเซชันแบบอื่นๆ คือ มีการใช้สบู่ในกระบวนการเพื่อใช้เป็นตัวอิมัลไฟเออร์ (Emulsifier)

#### ข้อดีของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน

- (1) ง่ายต่อการควบคุม เนื่องจากความหนืดของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตแบบอิมัลชันจะน้อยกว่าสารละลายที่มีความเข้มข้นแบบเดียวกันมาก ดังนั้นการดึงความร้อนออกจะทำได้ง่ายและรวดเร็วกว่า
- (2) สามารถปรับให้ได้คุณลักษณะของพอลิเมอร์ตามต้องการ โดยการปรับปริมาณของสบู่และตัวริเริ่มที่ใช้
- (3) ผลิตภัณฑ์ลาเท็กซ์ที่ได้ สามารถนำไปใช้กับสารผสมเติมแต่ง เช่น สี หรือ วัสดุเสริมแรงได้โดยตรง และสามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอได้โดยอาศัยอุปกรณ์ง่ายๆ
- (4) เนื่องจากขนาดของพอลิเมอร์ที่ได้มีขนาดเล็กทำให้ปริมาณของมอนอเมอร์ที่ตกค้างอยู่มีปริมาณน้อยด้วย

#### ข้อเสียของกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบอิมัลชัน

- (1) ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีสิ่งเจือปนสูง เนื่องจากเม็ดพลาสติกที่ได้มีพื้นที่ผิวมาก มีโอกาสที่จะดูดซับโมเลกุลอื่นๆเข้ามาได้ง่าย เช่น โมเลกุลของพวกสบู่ และพวกตัวริเริ่ม
- (2) กระบวนการนี้ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและความชำนาญสูงกว่ากระบวนการอื่นๆ
- (3) ปริมาณที่ใช้ในปฏิกิริยานี้มีส่วนลดประสิทธิภาพการผลิตเมื่อเปรียบเทียบกับพอลิเมอร์ที่ได้กับปริมาตรของถังปฏิกรณ์ (ชลธิชา หอละเอียดย และ มนชญา ดุลยากร. 2549 : 8-12)

## 2.4 กระบวนการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการผลิตของโรงงานเป็นแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีขนาดและสีแตกต่างกัน โดยทั้งหมดเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากสารตั้งต้นมอนอเมอร์ชนิด MMA (Methyl Methacrylate) มีรายละเอียดของขั้นตอนการผลิตดังนี้

### 2.4.1 ขั้นตอนการเตรียมน้ำยา MMA

เริ่มจากการถ่าน้ำยา MMA จากถังเก็บน้ำยาขนาด 50 ตัน มาไว้ในถังพักน้ำยาขนาด 1.2 และ 1.4 ตัน เพื่อส่งเข้าสู่ขบวนการกวนร้อน โดยน้ำยาที่เหลือจากกระบวนการจะถูกส่งไปพักไว้ที่ถังพักน้ำยากลับ MMA

### 2.4.2 ขั้นตอนการกวนร้อนน้ำยา MMA

เมื่อน้ำยา MMA ถูกส่งเข้ามาในถังกวนร้อน ซึ่งมีขนาด 0.5 และ 1 ตัน น้ำยาจะถูกกวนอยู่ตลอดเวลาโดยเครื่องกวน และมีการผสมสารเคมีต่างๆ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของโพลิเมอร์ ใช้เวลาประมาณ 90 นาที ขณะกวนร้อนมีการใช้น้ำ 2.5 บาร์ ผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิของถังกวนไว้ที่ 90 องศาเซลเซียส ผลของการกวนร้อนทำให้น้ำยา MMA เปลี่ยนโครงสร้างจาก Methyl Methacrylate ไปเป็น Poly Methyl Methacrylate (PMMA) จากนั้นจึงส่งน้ำยา PMMA ที่ผ่านกระบวนการกวนร้อนแล้วไปสู่ขั้นตอนการกวนเย็น

### 2.4.3 ขั้นตอนการกวนเย็นน้ำยา PMMA

น้ำยา PMMA ที่ผ่านกระบวนการกวนร้อนแล้วก็จะถูกส่งมายังกระบวนการกวนเย็น เพื่อลดอุณหภูมิของน้ำยาให้ต่ำลง โดยการกวนเย็นจะมีการหล่อเย็นโดยน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิของถังกวนเย็นให้มีอุณหภูมิประมาณ 35-40 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการกวนเย็นประมาณ 2-3 ชั่วโมง จากนั้นส่งน้ำยาที่ผ่านการกวนเย็นแล้วเข้าสู่ถังพัก เพื่อเข้าสู่กระบวนการผสมสารเคมีต่อไป

### 2.4.4 ขั้นตอนการผสมสีและสารเคมี

เป็นขั้นตอนการเปลี่ยนสีของน้ำยา และเพิ่มคุณสมบัติของผลิตภัณฑ์โดยการผสมสีและสารเคมีบางชนิดเข้ากับน้ำยา PMMA เนื่องจากโรงงานมีการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตหลายสีหลายขนาดและหลายชนิด ตามความต้องการของลูกค้า โดยเทสีหรือสารเคมี ในขั้นตอนนี้จะขึ้นอยู่กับความต้องการของลูกค้า จากนั้นทำการปั่นสีให้เข้ากับน้ำยา PMMA เมื่อสีและน้ำยาเป็นเนื้อเดียวกันแล้วทำการไล่ฟองอากาศออกและส่งเข้าสู่ขั้นตอนเทแบบต่อไป

### 2.4.5 ขั้นตอนการเทแบบและใส่แท่นวาง

กระบวนการนี้ น้ำยา PMMA จะถูกเทลงบนแม่แบบ โดยที่แม่แบบเป็นกระจก 2 บาน รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าหนา 6-10 มิลลิเมตร ขนาดตั้งแต่ 2x3 ฟุต ถึง 5x8 ฟุต ประบกันและมีบล็อก

พลาสติกกรุสียี่เหลี่ยมผืนผ้าวางชั้นอยู่ตรงกลางระหว่างกระจกทั้ง 2 บาน บล็อกพลาสติกมีความหนา ตั้งแต่ 0.6-3.0 มิลลิเมตร หลักจากน้ำยา PMMA ถูกหลงในแม่แบบแล้วแม่แบบจะถูกกดด้วยเครื่อง กดแม่แบบเพื่อให้ น้ำยา PMMA กระจายตัวไปทั่วแม่แบบอย่างสม่ำเสมอ จากนั้นใช้ Clamp ยึด กระจกทั้งสองบานให้ติดกัน นำแม่แบบที่ถูกเทแบบแล้ววางบนแท่นวางเหล็กโดยแท่นวาง 1 แท่น สามารถใส่แม่แบบได้ 8-12 อัน จากนั้นนำเข้าสู่กระบวนการต้มต่อไป

#### 2.4.6 ขั้นตอนการต้มแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

เมื่อแม่แบบถูกวางจนเต็มแท่นวางแล้วก็จะถูกส่งเข้าสู่กระบวนการต้มแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยกระบวนการต้มทำให้เกิดการเปลี่ยนคุณสมบัติของแผ่นพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลตจาก ของเหลวไปเป็นของแข็งอ่อนตัว (เกิดปฏิกิริยา Glass Transition) โดยในกระบวนการต้มจะประกอบ ไปด้วยบ่อคอนกรีตจำนวน 7 บ่อ มีลักษณะเป็นบ่อเปิดทำจากคอนกรีตไม่มีการหุ้มฉนวนที่ผนังบ่อ และไม่มีฝาปิดปากบ่อ มีการใช้ไอน้ำความดัน 2 บาร์ ให้ความร้อนกับน้ำโดยตรงเพื่อรักษาอุณหภูมิ ของน้ำไว้ที่ 63.5 องศาเซลเซียส กระบวนการต้มแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตจะต้องใช้เวลา 2.5 ชั่วโมง ต่อ 1 แผ่น จากนั้นนำแท่นวางออกจากกระบวนการต้มเพื่อรอเข้าสู่กระบวนการอบต่อไป

#### 2.4.7 ขั้นตอนการอบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

เป็นกระบวนการที่ทำให้มีมอดูลัสค้ำงน้อยที่สุด เพื่อให้ปฏิกิริยาเกิดได้สมบูรณ์ขึ้น โดย แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตจะแข็งตัวมากขึ้นและมีความใสมากขึ้น กระบวนการอบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต ประกอบไปด้วยตู้อบ 3 ตู้ ใช้ไอน้ำความดัน 3-4 บาร์ แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศผ่าน เครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ด้านบนของตู้อบ ซึ่งกระจายลมร้อนโดยการเป่าด้วย Blowers ผ่านบาน ปรับทิศทางลมที่ผนังด้านซ้ายและขวาของตู้อบ เพื่อรักษาอุณหภูมิในตู้อบไว้ที่ประมาณ 120 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการอบ 2 ชั่วโมง/แผ่น จากนั้นนำแม่แบบออกมาจากตู้อบเป่าด้วยพัดลมเพื่อลด อุณหภูมิของแม่แบบให้เหลือประมาณ 30-40 องศาเซลเซียส จากนั้นนำเข้าสู่ขั้นตอนต่อไป

#### 2.4.8 ขั้นตอนการตกแต่งผลิตภัณฑ์

เมื่อแม่แบบอุณหภูมิเย็นลงแล้วทำการแกะแม่แบบออก จะได้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต 1 แผ่น ต่อแม่แบบ 1 อัน ทำการตรวจสอบและทำความสะอาด จากนั้นนำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ ได้ไปติดกระดาษขาวหรือแผ่นฟิล์มทั้ง 2 ด้าน ตั้งทิ้งไว้ให้แห้ง จากนั้นจึงนำมาตัดขอบ แล้วจัดเก็บไว้ที่ คลังสินค้าเพื่อรอการจำหน่าย

## 2.5 อุปกรณ์หลักในการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

### 2.5.1 หม้อไอน้ำ (Steam boiler)

เป็นเครื่องกำเนิดไอน้ำแบบท่อไฟนอน ขนาดพิกัดในการผลิตไอน้ำ 3 ตัน ต่อชั่วโมง ผลิตไอน้ำที่ความดัน 6.5 บาร์ อุณหภูมิ 167.8 องศาเซลเซียส เดินเครื่องทำงานตลอด 24 ชั่วโมง ทำงาน 7 วันต่อสัปดาห์ ลักษณะหม้อไอน้ำเป็นรูปทรงกระบอกวางอยู่ในแนวนอนราบกับพื้นเชื้อเพลิงที่ใช้สำหรับการเผาไหม้เป็นถ่านหินบิทูมินัส หม้อไอน้ำผลิตไอน้ำจากน้ำป้อนที่มาจากถัง Feed Tank โดยน้ำป้อนมาจากน้ำคอนเดนเสท (Condensate) ที่ได้จากระบวนการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต และน้ำประปาที่ผ่านกระบวนการ Treat น้ำ โดยเครื่อง Soft Tanner



ภาพที่ 2.1 หม้อไอน้ำ

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549



ภาพที่ 2.2 ถังพักน้ำป้อนและเครื่องบำบัดน้ำ

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

### 2.5.2 ถังกวนร้อนและถังกวนเย็นน้ำยา MMA

ถังกวนร้อนและถังกวนเย็นน้ำยา MMA แต่ละถังมีลักษณะเป็นทรงกระบอกวางแนวตั้ง มีฉนวนหุ้ม 2 ชั้น มีมอเตอร์ขนาด 0.75 กิโลวัตต์ สำหรับหมุนใบพัดเพื่อกวนน้ำยา MMA ติดอยู่ด้านบนของถังกวนน้ำยา ใช้ไอน้ำความดัน 2.5 บาร์ อุณหภูมิ 127.44 องศาเซลเซียส ให้ความร้อนกับถังกวนร้อนน้ำยา MMA เพื่อให้มีอุณหภูมิ 80-100 องศาเซลเซียส ในขณะที่ถังกวนเย็นจะไม่ใช้ไอน้ำแต่จะใช้ใบพัดกวนน้ำยาจนน้ำยามีอุณหภูมิลดลงเท่ากับอุณหภูมิแวดล้อม



ภาพที่ 2.3 ถังกวนร้อนและถังกวนเย็น น้ำยา MMA

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

### 2.5.3 อุปกรณ์เทแบบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

อุปกรณ์เทแบบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตหรือโต๊ะเทน้ำยา ประกอบไปด้วย เครื่องเทแบบ หัวฉีดน้ำยา อุปกรณ์ยึดแม่แบบ และอุปกรณ์บรรจุแม่แบบใส่แทนวาง

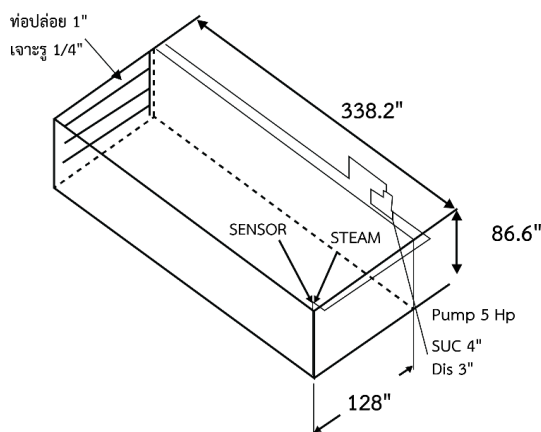


ภาพที่ 2.4 อุปกรณ์เทแบบ

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

### 2.5.4 บ่อต้ม

กระบวนการต้มแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตจะเป็นกระบวนการต้มเพื่อให้เมทิลเมทาคริเลตเกิดปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชัน บ่อมีปั๊มขนาด 5 แรงม้า มีท่อ Suction ขนาด 4 นิ้ว และท่อ Discharge ขนาด 3 นิ้ว ทำหน้าที่วนน้ำในบ่อให้มีอุณหภูมิเท่ากันทุกจุดที่ 63.5 องศาเซลเซียส มีท่อจ่ายไอน้ำภายในบ่อ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว ยาว 3.0 เมตร เจาะรูขนาด 1 ส่วน 4 นิ้ว ระยะห่างรู 0.4 เมตร



ภาพที่ 2.5 ลักษณะและอุปกรณ์ต่างๆของบ่อต้ม

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

มีการพ่นไอน้ำที่ความดัน 2 บาร์ ให้ผสมกับน้ำที่อยู่ภายในบ่อโดยตรงและมีตัวควบคุมอุณหภูมิทำหน้าที่เปิดปิดวาล์วไอน้ำเพื่อรักษาอุณหภูมิของน้ำให้คงที่ ที่ประมาณ 63.5 องศาเซลเซียส แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เข้าสู่บ่อต้มจะถูกวางเป็นชั้นๆในแท่นวางที่เป็นโครงเหล็ก บนแท่นวางแต่ละแท่นสามารถวางแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ 8-12 แผ่น และภายใน 1 บ่อ สามารถจุ่มแท่นวางได้บ่อละ 5-6 แท่น

### 2.5.5 แท่นวางแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

แท่นวางแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีลักษณะเป็นโครงเหล็กรูปสี่เหลี่ยม ใช้เหล็กทรงน้ำและเหล็กตัวแอลมาเชื่อมประกอบเข้าด้วยกัน ใช้สำหรับวางแม่พิมพ์ที่บรรจุแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อนำเข้าสู่กระบวนการต้ม แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ได้จากกระบวนการเทแบบจะถูกนำมาวางซ้อนกันเป็นชั้นๆ โดยมีกระจกแม่พิมพ์ 2 บาน ใช้ประกบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต 1 แผ่น และจึงนำไปวางบนแท่นวาง (ตะแกรงเหล็ก) โดยมี Clamp ยึดแผ่นกระจกทั้ง 2 บาน ให้ประกบติดกัน แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตแต่ละแผ่นจะใช้เวลาในการต้ม 2.5 ชั่วโมง เพื่อให้ปฏิกิริยาพอลิเมอร์ไรเซชันเกิดได้สมบูรณ์มากขึ้น กระบวนการต้มจะมีแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเข้าสู่บ่อต้มในลักษณะนี้ไปตลอด 24 ชั่วโมง



ภาพที่ 2.6 แทนวางแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

### 2.5.6 ตู้อบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

กระบวนการอบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต ประกอบไปด้วยตู้อบ 3 ตู้ ใช้ไอน้ำความดัน 3-4 บาร์ แลกเปลี่ยนความร้อนกับอากาศผ่านเครื่องแลกเปลี่ยนความร้อนที่ด้านบนของตู้อบ ซึ่งกระจายลมร้อนโดยการเป่าด้วย Blowers ผ่านบานปรับทิศทางลมที่ผนังด้านซ้ายและขวาของตู้อบ เพื่อรักษาอุณหภูมิในตู้อบไว้ที่ประมาณ 120 องศาเซลเซียส ภายในตู้อบมีบานประตูเหล็กสำหรับใช้กันห้อง ภายในตู้อบ 2-3 บาน เนื่องจากตู้อบมีขนาดใหญ่บางครั้งมีการอบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพียงบางส่วนทำให้ต้องปิดบานประตูกัน เพื่อใช้ตู้อบให้เหมาะสมกับปริมาณของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต และเป็นการประหยัดพลังงาน



ภาพที่ 2.7 ตู้อบแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ที่มา : อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549

## 2.6 เครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

### 2.6.1 เลเซอร์ (Laser)

Laser ย่อมาจากคำว่า(Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation) ในทางฟิสิกส์ คือ อุปกรณ์ที่ทำให้เกิดลำแสงที่มีลักษณะเฉพาะ ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่รวมกันระหว่าง กลศาสตร์ควอนตัมกับอุณหภูมิจีฬศาสตร์ ซึ่งพลังงานแสงเลเซอร์สามารถมีคุณสมบัติได้หลากหลาย ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์ในการออกแบบ เลเซอร์ส่วนมากจะเป็นลำแสงที่มีขนาดเล็ก มีการเบี่ยงเบนน้อย (Low-Divergence Beam) และสามารถระบุมความยาวคลื่นได้ง่าย โดยดูจากสีของเลเซอร์ ถ้าอยู่ในสเปกตรัมที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า(Visible Spectrum) ซึ่งเลเซอร์นี้อาจกล่าวได้ว่าเป็นการรวมพลังงานแสงที่ส่งออกมาจากหลายความยาวคลื่นเข้าด้วยกัน

การค้นคว้าวิจัยเกี่ยวกับเลเซอร์เกิดขึ้นครั้งแรกเมื่อเดือนพฤษภาคมปี 1960 โดย ทีโอดอร์ ไมแมน(Theodore Maiman) ที่สถาบันวิจัย ฮิวจ์(Hughes Research Laboratories) ทุกวันนี้เลเซอร์กลายเป็นอุตสาหกรรมที่ทำรายได้หลายพันล้านดอลลาร์ ผลผลิตจากงานวิจัยเลเซอร์และกลายเป็นอุปกรณ์ที่มีใช้กันอย่างแพร่หลาย มีให้เห็นอย่างเช่น แผ่นดีวีดี แผ่นซีดี เครื่องเล่นดีวีดี เครื่องอ่านบาร์โค้ด อุปกรณ์ตัดโลหะด้วยเลเซอร์ ฯลฯ จะเห็นได้ว่าเลเซอร์มีการใช้กันอย่างกว้างขวาง ไม่ว่าจะเป็นด้านวิทยาศาสตร์ ด้านอุตสาหกรรม ด้านการแพทย์ หรือแม้กระทั่งด้านการทหาร ก็เพราะว่าเลเซอร์สามารถควบคุมความยาวคลื่นตามที่ต้องการได้

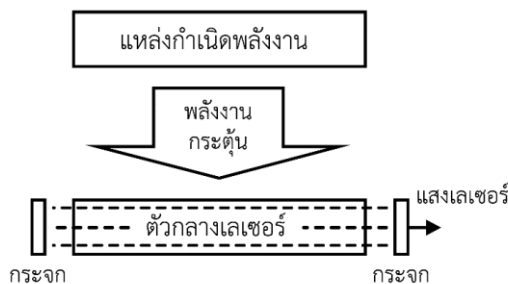
#### (1) โครงสร้างของเครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์

เครื่องกำเนิดแสงเลเซอร์จะต้องมีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน ได้แก่

1.1 ตัวกลางเลเซอร์(Laser Medium) เป็นวัสดุที่ถูกกระตุ้นแล้วให้แสงเลเซอร์ออกมา ซึ่งเป็นแก๊ส ของแข็ง ของเหลว หรือสารกึ่งตัวนำ

1.2 ออปติคัลเรโซเนเตอร์(Optical Resonator) เป็นส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดเลเซอร์ ที่ทำให้เกิดการปล่อยแสงแบบถูกกระตุ้นซ้ำแล้วซ้ำอีก จนถึงจุดเลสซิง ประกอบด้วยกระจก 2 แผ่น วางหันหน้าเข้าหากัน โดยระหว่างกลางมีตัวกลางเลเซอร์อยู่

1.3 แหล่งกำเนิดพลังงาน(Energy Source) เป็นตัวกระตุ้นให้อะตอมอยู่ในสถานะที่เป็นประชากรผกผัน



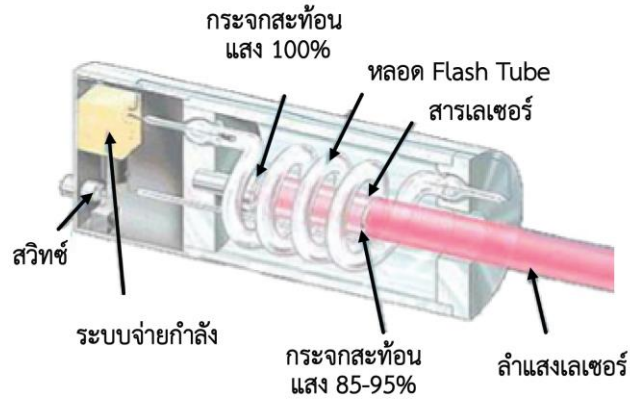
ภาพที่ 2.8 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องกำเนิดเลเซอร์  
ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

กระจกที่ทำหน้าที่เป็นออปติคัลเรโซเนเตอร์สองบานนั้น มีความสามารถในการสะท้อนแสงได้ต่างกันเล็กน้อย กล่าวคือ กระจกแผ่นหลังตัวกลางเลเซอร์สามารถสะท้อนแสงได้หมด ในขณะที่กระจกแผ่นหน้าสะท้อนแสงได้เกือบหมด โดยมีปริมาณแสงบางส่วนทะลุผ่านไปได้ แสงที่ทะลุผ่านไปก็คือนิวทอน

## (2) ชนิดของเลเซอร์

เราสามารถแบ่งชนิดของเลเซอร์ตามลักษณะของตัวกลางเลเซอร์ได้ ดังนี้

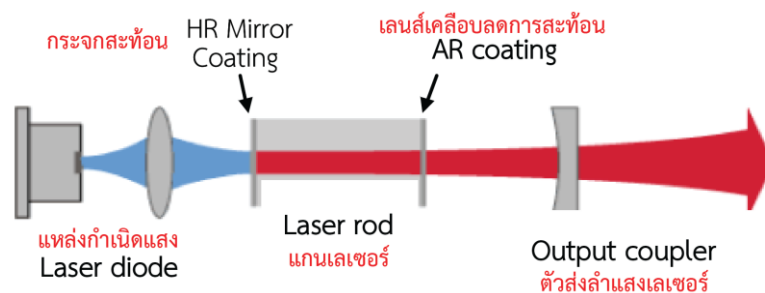
2.1 Gas Laser : สารตัวกลางเลเซอร์มีลักษณะเป็นก๊าซ เช่น CO<sub>2</sub> Laser, Argon Laser, Xenon Laser, He-Ne Laser เมื่อก๊าซเป็นตัวกลางเลเซอร์ การป้อนพลังงานก็จะใช้วิธีการปล่อยประจุในก๊าซด้วยไฟฟ้าแรงสูง กล่าวคือ นำก๊าซเหล่านั้นบรรจุในหลอดเลเซอร์ซึ่งมีขั้วไฟฟ้าที่ปลายทั้งสอง เมื่อป้อนไฟฟ้าแรงสูงให้แก่ขั้วไฟฟ้าทั้งสอง อิเล็กตรอนจะวิ่งจากขั้วแคโทด(ขั้วลบ) ไปยังขั้วแอโนด(ขั้วบวก) ด้วยพลังงานสูง อิเล็กตรอนจะวิ่งชนอะตอมหรือโมเลกุลของก๊าซเหล่านั้น จนแตกตัวเป็นไอออนมีประจุไฟฟ้าขึ้น เรียกว่า พลาสมา(Plasma) ก๊าซที่เป็นพลาสมาเหล่านี้จะพร้อมปล่อยโปรตอนหากมีโปรตอนที่มีลักษณะเหมือนกันมาเร็ว จึงเกิดเป็นแสงเลเซอร์ขึ้นเมื่อมีการขยายสัญญาณแสงด้วยแควิตี้แสง ที่ทำจากกระจกสะท้อนที่ปลายขั้วทั้งสองข้างของหลอดเลเซอร์ ก๊าซที่ใช้ทำเลเซอร์มีหลายชนิด เช่น ก๊าซผสมฮีเลียม-นีออน (He - Ne) ก๊าซผสมคาร์บอนไดออกไซด์ - ไนโตรเจน - ฮีเลียม (CO<sub>2</sub> - N<sub>2</sub> - He) ก๊าซผสมฮีเลียม - แคดเมียม (He - Cd) ก๊าซอาร์กอน (Ar<sup>+</sup>) ซึ่งจะให้สีต่างๆตามชนิดของก๊าซ เลเซอร์ ฮีเลียม - นีออน เป็นเลเซอร์กำลังแสงต่ำ (1~10 mW) เลเซอร์ฮีเลียม - แคดเมียมและเลเซอร์อาร์กอน เป็นเลเซอร์กำลังแสงปานกลาง (10~100 mW) ส่วนเลเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์เป็นเลเซอร์กำลังแสงสูง (1~100 W) จึงมีการใช้งานที่แตกต่างกันไป แต่เลเซอร์ทุกชนิดมีอันตราย เพราะแสงเลเซอร์ที่มีกำลังแสงเพียง 1 MW จะมีความเข้มของแสงสูงกว่าพระอาทิตย์จึงสามารถทำให้ตาบอดได้หากแสงเลเซอร์พุ่งเข้าหาหน้าตาโดยตรง



ภาพที่ 2.9 โครงสร้างของเลเซอร์ก๊าซ

ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

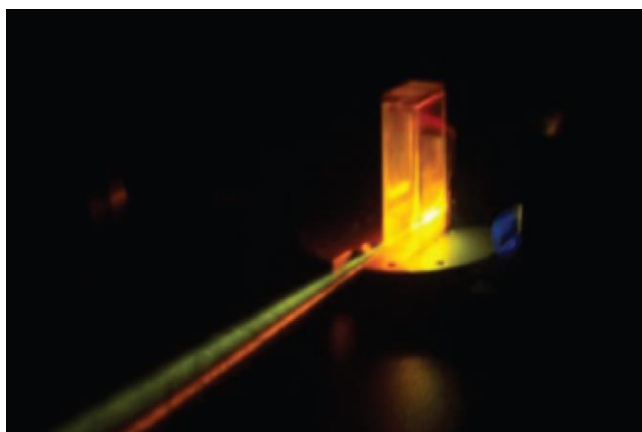
2.2 Solid State Laser ใช้สารตัวกลางเลเซอร์ที่เป็นแท่งผลึกแข็ง เช่น Nd:YAG Laser, Ruby Laser เลเซอร์ของแข็ง ได้แก่ เลเซอร์ที่ใช้ตัวกลางเป็นของแข็ง เช่น เลเซอร์ทับทิม เลเซอร์แยมัค เลเซอร์แก้ว ฯลฯ ทับทิมและแยมัคเป็นผลึกส่วนแก้วเป็นอะมอร์ฟัส ตัวกลางเหล่านี้ทำหน้าที่เป็นเนื้อวัสดุเจ้าบ้าน(Host Materials) เท่านั้นเพราะตัวที่ทำให้เกิดการเปล่งแสงนั้นกำหนดจากสารเจือปนที่เติมในเนื้อสารเหล่านี้ เช่น ทับทิมจะใช้โครเมียมเป็นสารเจือปนจึงให้สีแดงที่มีความยาวคลื่น 6493 อังสตรอม ( $Al_2O_3:Cr^{3+}$ ) แยมัคและแก้วจะใช้นีโอดีเนียมเป็นสารเจือปน จึงให้แสงอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่น 1.06 ไมครอน (YAG :  $Nd^{3+}$ Glass :  $Nd^{3+}$ ) ในการปั๊มพลังงานแก่ของแข็งเหล่านี้ ต้องใช้วิธีการทางแสง คือ ใช้หลอดไฟซินอนหรือหลอดไฟทังสแตนฉาย โดยมีตัวสะท้อนแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการปั๊มพลังงาน ตัวสะท้อนแสงนี้มีลักษณะเป็นกระบอกที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปวงรี และมีการวางหลอดไฟและตัวกลางเลเซอร์ไว้ที่ตำแหน่งของจุดโฟกัสของวงรี



ภาพที่ 2.10 โครงสร้างของเลเซอร์ของแข็ง

ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

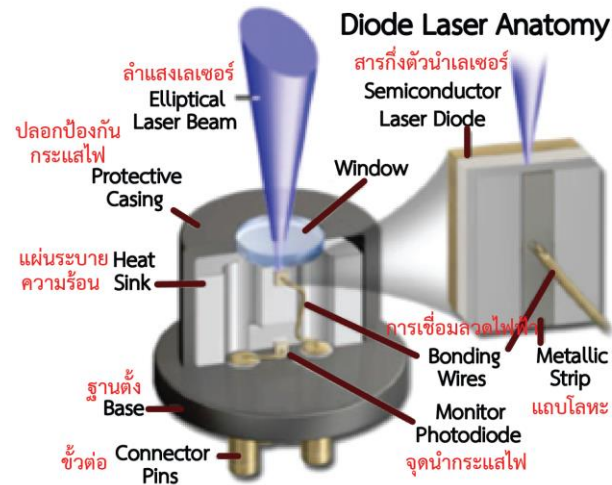
2.3 Dye Laser สารตัวกลางมีลักษณะเป็นของเหลว เช่น Rhodamine 6G Laser เราสามารถใช้ตัวกลางเลเซอร์ที่ทำจากของเหลวได้ เช่น ใช้สีย้อมผ้า (Dye) ผสมน้ำหรือแอลกอฮอล์บรรจุใส่ภาชนะใส การปั๊มพลังงานแก่ของเหลวเหล่านี้ใช้วิธีทางแสงเช่นเดียวกับตัวกลางเลเซอร์ที่เป็นของแข็ง เช่น ใช้หลอดซินอน หรือเลเซอร์ไนโตรเจน เลเซอร์ของเหลวเหล่านี้จะมีจุดเด่นที่สำคัญ คือ เป็นเลเซอร์ที่ให้สีที่ตามองเห็น ค่าความยาวคลื่นของแสงสามารถปรับได้จึงเป็น ทุเนเบิลเลเซอร์ (Tunable Laser) เพราะโมเลกุลของสีย้อมผ้ามีขนาดโต เนื่องจากเป็นสารอินทรีย์เคมีระดับพลังงานของโมเลกุล มีลักษณะเป็นชั้นพลังงานที่ซ้อนหลายนชั้น มิได้เป็นชั้นเดียวเดี่ยวๆเหมือนกรณีของก๊าซหรือของแข็ง ตัวอย่างของสีย้อมผ้าที่นิยมใช้ได้แก่ โรดามีน 6 จี (Rhodamine 6G) ซึ่งใช้แสงเลเซอร์ตั้งแต่สีเหลืองไปถึงสีส้ม (570-610nm) โรดามีน บี (Rhodamine B) ให้แสงเลเซอร์ช่วงสีแดง (605-635nm) และ ดิคโลโรฟลูออเรสเซิน(Dichlorofluorescein) ให้แสงเลเซอร์สีเขียว (530-560nm)



ภาพที่ 2.11 เลเซอร์ของเหลว

ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

2.4 Semiconductor Laser : เป็นเลเซอร์ที่ใช้สารตัวกลางเลเซอร์เป็นสารกึ่งตัวนำ เช่น Diode Laser ชนิดต่างๆ เลเซอร์ไดโอดเป็นเลเซอร์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ ซึ่งทำจากสารประกอบ เช่น แกลเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) แกลเลียมอะลูมิเนียมอาร์เซไนด์ (GaAlAs) อินเดียมแกลเลียมอาร์เซไนด์ ฟอสไฟต์ (In GaAsP) ซึ่งมีค่าแถบพลังงานแตกต่างกัน จึงเป็นตัวกำหนดค่าความยาวคลื่นของแสงเลเซอร์ เช่น GaAs ให้แสงเลเซอร์ที่ค่าความยาวคลื่น 0.8 มม. (อินฟราเรด) , GaAlAs ให้แสงเลเซอร์ที่ค่าความยาวคลื่น 0.7 มม. (สีแดง) , InGaAsP ให้แสงเลเซอร์ที่ค่าความยาวคลื่น 1.3 และ 1.55 มม. (อินฟราเรด) เลเซอร์ไดโอดแต่ละชนิดจึงมีการใช้งานที่แตกต่างกันตามลักษณะและคุณสมบัติของค่าความยาวคลื่นนั้นๆ เช่นเลเซอร์ไดโอดที่ให้สีแดงจะใช้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ ส่วนเลเซอร์ไดโอดที่ให้แสงอินฟราเรดที่ค่าความยาวคลื่น 1.55 มม. จะใช้ในระบบสื่อสารผ่านเส้นใยแก้วนำแสง เป็นต้น



ภาพที่ 2.12 โครงสร้างของเลเซอร์ไดโอด

ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

### (3) คุณสมบัติของเลเซอร์

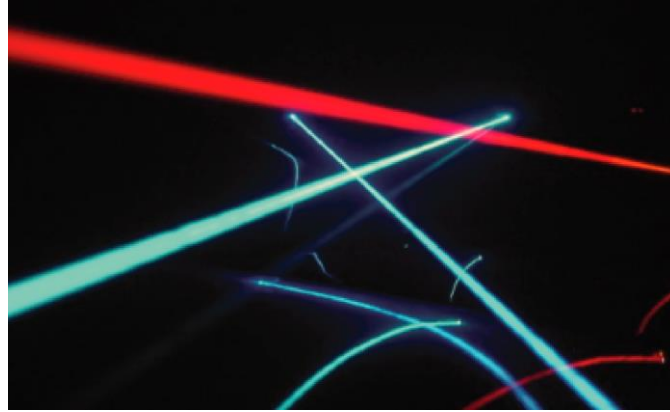
3.1 มีทิศทางเดียวที่แน่นอน (Directionality) ลำแสงเลเซอร์จะขนานกันไปตลอดระยะทางไกลๆ ไม่มีการบานปลายออก ดังนั้นความเข้มของแสงเลเซอร์จะลดลงน้อยมากในระยะทางไกลๆ

3.2 เป็นแสงเอกรงค์ (Monochromaticity) แสงเลเซอร์มีความยาวคลื่นเพียงค่าเดียว แสงกำเนิดแสงที่เราพบเห็นในชีวิตประจำวัน เช่น หลอดไฟฟ้า และ ดวงอาทิตย์ จะเป็นแสงสีขาว ถ้าให้แสงสีขาวนี้ผ่านปริซึม จะเห็นแถบสีต่างๆ เรียงกันอย่างต่อเนื่องจากสีม่วงถึงสีแดง เรียกว่าแถบสเปกตรัมของแสงเลเซอร์ เช่น เลเซอร์ฮีเลียม - นีออน เมื่อให้แสงสีแดงของเลเซอร์ฮีเลียม - นีออนผ่านปริซึม จะไม่มีการแยกเป็นหลายเส้น แต่ยังคงมีเพียง 1 เส้น ที่มีความยาวคลื่น 632.8 นาโนเมตร

3.3 มีความเจิดจ้า (Brightness) แสงเลเซอร์มีลักษณะโดดเด่นไม่ซ้ำแหล่งกำเนิดแสงชนิดอื่นในเชิงความเข้มสูง และเมื่อลำแสงตกกระทบวัตถุ ก็เกิดความระยิบระยับของลำแสงขึ้น (Laser Speckle) โดยเฉพาะเมื่อวัตถุนั้นมีความหยาบหรือแม้แต่ในบรรยากาศที่มีฝุ่นละอองหรือควันซึ่งเป็นอนุภาคแขวนลอยอยู่อย่างอิสระ ทั้งนี้เนื่องจากแสงเลเซอร์เกิดการสะท้อนแบบไม่มีทิศทางกับอนุภาคหรือผิวของวัตถุและเกิดการแทรกสอดของลำแสง ทำให้เกิดความระยิบระยับขึ้น จึงเป็นมิติของการมองเห็นโดยใช้ Laser Displays แสงเลเซอร์กำลังต่ำๆ เช่น เลเซอร์ฮีเลียม - นีออน ขนาด 1mW ก็มีความเข้มสูงกว่าแสงพระอาทิตย์ ฉะนั้นถ้าฉายเข้าตามนุษย์โดยตรงแล้ว จะเป็นอันตรายต่อนัยน์ตาถึงตาบอดได้

3.4 มีความเป็นอาพันธ์ (Coherence) หลอดไฟฟ้าที่เปล่งแสงประกอบด้วยอะตอมที่เล็กจำนวนมาก โดยแต่ละอะตอมจะทำหน้าที่เป็นต้นกำเนิดแสง ดังนั้นแต่ละอะตอมก็ปล่อยแสงออกมาอย่างอิสระซึ่งกันและกัน แสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟจึงมีเฟส และความยาวคลื่นต่างกันอย่างวุ่นวายกัน แต่คลื่นที่ถูกปล่อยออกมามีทิศทางไม่แน่นอน หรือเป็น Random แสงจากแหล่งต้น

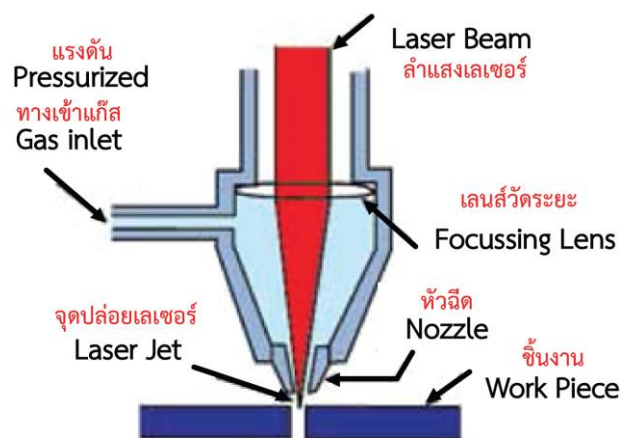
กำเนิดแสงธรรมดาโดยทั่วไปจะเรียกว่า แสงอินโคฮีเรนต์ (Incoherence Light) ต้นกำเนิดของแสงเลเซอร์นอกจากจะให้แสงสีเดียวทุกๆคลื่นของแสงเลเซอร์จะมีเฟสเดียวกันหมด ดังนั้นแสงเลเซอร์จึงเรียกว่า แสงโคฮีเรนต์ (Coherence Light)



ภาพที่ 2.13 คุณสมบัติการมีทิศทางเดียว  
ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

#### (4) กระบวนการตัดด้วยเลเซอร์

กระบวนการตัดด้วยเลเซอร์ (Laser Beam Cutting) เป็นกระบวนการตัดที่ใช้ความร้อนโดยจะทำการหลอมเหลววัสดุและทำให้กลายเป็นไอโดยใช้ความร้อนจากแสงเลเซอร์



ภาพที่ 2.14 คุณสมบัติการมีทิศทางเดียวที่แน่นอน  
ที่มา : นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ. 2555

ข้อดีของ Laser Cutting ให้ความแม่นยำที่สูงมากและทำให้รอยที่เกิดจากการตัดด้วยความร้อนมีขนาดเล็กที่สุดจากกลุ่มของการตัดโดยใช้อุณหภูมิ

ข้อเสียของ Laser Cutting ค่าใช้จ่ายในการใช้เลเซอร์นั้นสูงกว่าระบบการตัดแบบอื่นๆ ทั้งหมดแต่ความหนาของวัสดุที่จะทำการตัดมีความจำกัดและอาจจะมีปัญหาในการตัดวัสดุที่สะท้อนแสงได้ (นายนิวัฒน์ วงษ์จำ และคณะ 2555. : 21-27)

## 2.6.2 เครื่องตัดแผ่นพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลิต

การพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตโดยใช้ความร้อน ซึ่งความร้อนที่ใช้ทำให้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตอ่อนตัว เพื่อสะดวกต่อการพับมีอุณหภูมิประมาณ 150 – 160 องศา เซลเซียส ซึ่งการพับแผ่นอะคริลิกโดยใช้ความร้อนทำได้ 2 วิธี คือ

### (1) การพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตด้วยลวดความร้อนแนวตรง

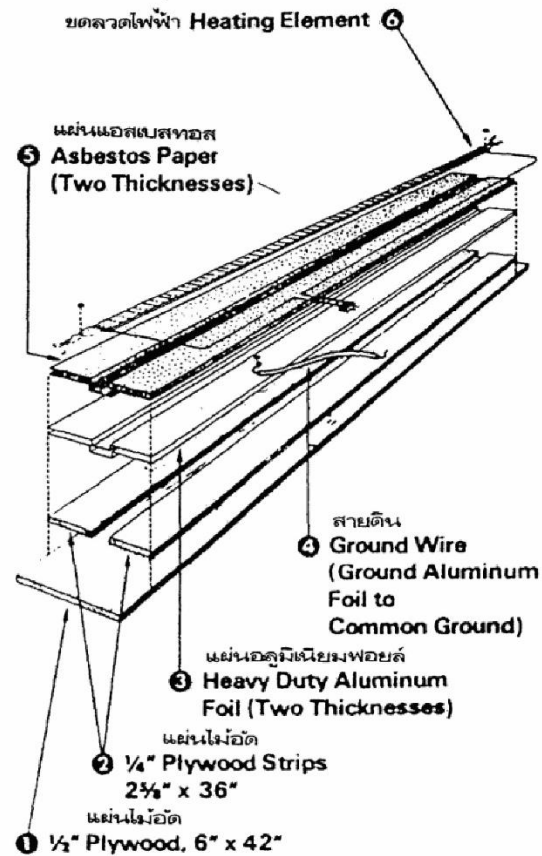
วิธีนี้เป็นการพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตในงานทั่วไป ซึ่งทำได้โดยนำรอยพับของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตไปลงในให้อ่อนตัวบนชุดลวดความร้อนแนวตรง (Strip Heater) จากนั้นจึงใช้มือพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริลิตให้ได้มุมตามที่ต้องการ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

#### 1.1 ชุดลวดความร้อนแนวตรง สามารถทำได้ดังนี้

ไม้อัดขนาด 150x1000 มิลลิเมตร หนา 10 มิลลิเมตร 1 แผ่น ไม้อัดขนาด 70x900 มิลลิเมตร หนา 6 มิลลิเมตร 2 แผ่น อะลูมิเนียมอย่างหนา 1 ม้วน แผ่นใยหินสำลี(Asbestos) 2 แผ่น ปืนยิงกระดาษ(Stapler) ค้อน ตะปู และตะปูเกลียว สายไฟ ลวดความร้อนขนาด 1 กิโลวัตต์/1200 มิลลิเมตร หรือชุดลวดความร้อนขนาด 600 วัตต์

#### 1.2 วิธีทำชุดลวดความร้อนแนวตรง มีขั้นตอนดังนี้

นำไม้อัดชิ้นเล็ก 2 แผ่น ยึดบนแผ่นไม้อัดแผ่นใหญ่ โดยเว้นช่องกลางไว้ห่างประมาณ 10 มิลลิเมตร วางแผ่นอะลูมิเนียมพอยด์ขนาดเท่ากับแผ่นไม้อัดแผ่นใหญ่ จากนั้นกดแผ่นอะลูมิเนียมพอยด์ให้แนบลงไปในเรื่องและพื้นไม้ด้านบนแล้วใช้ตะปูเกลียวยึดสายไฟบนแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อทำเป็นสายดิน ตัดแผ่นใยหินสำลีขนาดเท่าไม้อัดแผ่นใหญ่วางทับลงไปบนแผ่นอะลูมิเนียมพอยด์ จากนั้นใช้ปืนยิงกระดาษยิงแผ่นใยหินสำลีและแผ่นอะลูมิเนียมพอยด์ให้ติดกับแผ่นไม้อัด วางชุดลวดความร้อนในเรื่องแล้วดึงชุดลวดความร้อนให้ตึง ต่อสายไฟฟ้าที่ปลายชุดลวดความร้อน จากนั้นจึงต่อปลั๊ก



ภาพที่ 2.15 วิธีการประกอบชุดลวดความร้อนแนวตรง  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

ขั้นตอนการพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตด้วยลวดความร้อนแนวตรง สามารถทำตามขั้นตอนได้ดังนี้

- (1) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาวัดและตัดให้ได้ขนาดตามแบบ
- (2) ดึงกระดาษปิดผิวหน้าแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตออกทั้ง 2 ด้าน
- (3) วัดและตีเส้นร่างแนวพับด้วยดินสอเทียน เพราะสามารถลบเส้นร่างออกได้ง่ายด้วยผ้าเปียกน้ำ หรือใช้เหล็กขีดได้แต่จะเกิดรอยเล็กน้อย
- (4) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตบริเวณเส้นร่างแนวพับไปลงบนชุดลวดความร้อนแนวตรง โดยลงให้ความร้อนเพียงด้านเดียวสำหรับแผ่นอะคริลิกที่มีความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร แต่ถ้าแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมีความหนามากกว่านั้นต้องลงทั้ง 2 ด้าน คือด้านล่างและด้านบน
- (5) เมื่อแนวรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอ่อนตัวแล้วจึงใช้มือพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตตามมุมที่ต้องการ แต่ต้องจับยึดแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตตามมุมที่ต้องการไว้สักระยะหนึ่ง เพื่อให้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตแข็งตัวคงรูปก่อน

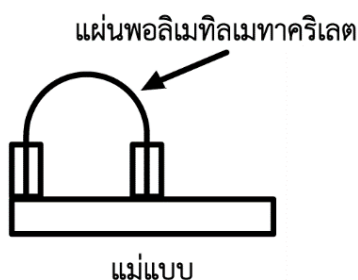
## (2) การพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยใช้ความร้อนทั้งแผ่น

วิธีนี้เป็นการให้ความร้อนกับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตทั้งแผ่น โดยใช้เตาอบ เตาไฟฟ้า เครื่องเป่าลมร้อน ซึ่งใช้อุณหภูมิระหว่าง 150-160 องศาเซลเซียส เพื่อให้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต อ่อนตัว ซึ่งหลังจากแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอ่อนตัวแล้วก็สามารถพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ 3 วิธี ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 การใช้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ใช้แม่แบบยึดตัวแยกออกจากกัน ซึ่งการพับวิธีนี้ทำได้โดยนำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่อ่อนตัวแล้วมาใช้แม่แบบที่ยึดตัวแยกออกจากกันได้ ดึงแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้เกิดรอยพับตามแบบ การพับแบบนี้นิยมใช้พับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตจำนวนมากๆ ซึ่งรอยพับที่ได้จะขึ้นอยู่กับแม่แบบแต่ละชุด แต่มีข้อควรระวัง ภายหลังจากที่ให้ความร้อนจนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอ่อนตัวแล้ว ต้องใช้ความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพราะแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตนั้นร้อนมีความจำเป็นต้องสวมถุงมือกันความร้อน ทั้งยังต้องระวังในการจับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต เพราะแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอยู่ในสภาพอ่อนตัวซึ่งควรจับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเฉพาะส่วนที่ต้องตัดทิ้งหรือมุมของแผ่นเท่านั้น

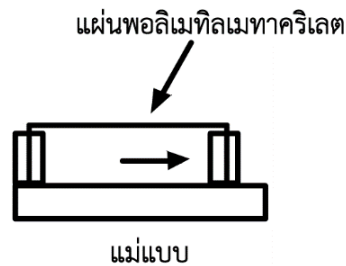
การพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ใช้แม่แบบยึดตัวแยกออกจากกันสามารถทำได้ดังนี้

- (1) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาวัดและตัดให้ได้ขนาดตามแบบ
- (2) ดึงกระดาษปิดผิวหน้าแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตออกทั้ง 2 ด้าน
- (3) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ได้มาใส่เตาอบจนอ่อนตัวทั้งแผ่น
- (4) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตออกจากเตาอบ จากนั้นนำปลายทั้ง 2 ข้างสอดเข้าไปในร่องของแม่แบบ และขันอัดแม่แบบให้กดปลายทั้ง 2 ข้างของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้แน่นดังภาพที่ 2.16



ภาพที่ 2.16 การนำปลายทั้ง 2 ข้าง ของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตสอดเข้าไปในร่องของแม่แบบ  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

(5) กดยกแม่แบบให้แยกออกจากกันจนถึงจุดที่ตั้งหรือกำหนดไว้ แล้วปล่อยให้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเย็นตัว เพื่อให้แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตแข็งตัวคงรูป ดังภาพที่ 2.17



ภาพที่ 2.17 การกดแยกแม่แบบให้แยกออกจากกันจนถึงจุดที่ตั้งหรือกำหนดไว้  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

(6) นำแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่พับแล้วออกจากแม่แบบ หลังจากขึ้นงานคงรูปแล้ว

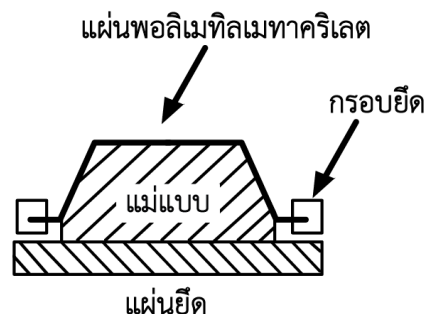
## 2.2 การพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยนำแผ่นกดลงบนแม่แบบ

(1) ยึดแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตกับกรอบยึดให้แน่น

(2) ลนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตบนชุดให้ความร้อนให้อ่อนตัวด้วยอุณหภูมิประมาณ

135-204 องศาเซลเซียส จนอ่อนตัวทั่วทั้งแผ่น

(3) กดกรอบที่มีแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่อ่อนตัวลงบนแม่แบบ ดังภาพที่ 2.18



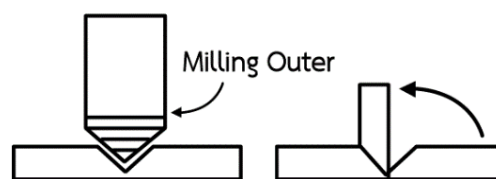
ภาพที่ 2.18 การกดกรอบที่มีแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่อ่อนตัวลงบนแม่แบบ  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

(4) ทิ้งไว้จนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตคงรูป จึงถอดแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตออกจากแม่แบบ

## 2.3 การพับโดยใช้แม่แบบกดลงบนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ทำการพับเหมือนข้อ 1,2,3 แต่จะแตกต่างกันตรงที่ต้องใช้แม่แบบกดลงบนแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่อ่อนตัว เทคนิคการพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมีรายละเอียดดังนี้

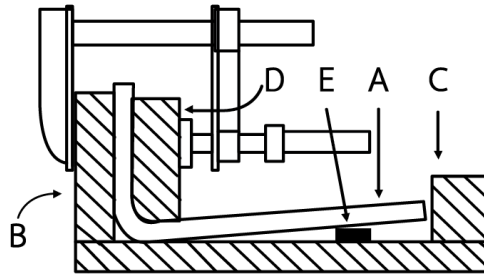
- (1) รัศมีโค้งปลายมุมรอยพับที่เล็กที่สุด ไม่ได้ขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตเพียงอย่างเดียว แต่ขึ้นอยู่กับมุมที่พับด้วย
- (2) การพับมุมฉาก รัศมีไม่ควรน้อยกว่าความหนาของแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลต
- (3) มุมที่พับยังมีขนาดใหญ่ขึ้นมากเท่าใด รัศมีที่เล็กสุดก็จะมีขนาดใหญ่ขึ้นเท่านั้น
- (4) การพับจะมีการติดตัวกลับ ดังนั้นในการพับควรพับให้มากกว่ามุมที่กำหนดเล็กน้อย ส่วนจะมากกว่าเท่าใดนั้นขึ้นอยู่กับความหนาของแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตและการทดลองฝึกหัดทำกับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตตัวอย่าง
- (5) ความกว้างบริเวณที่ให้ความร้อนในกรณีใช้หลอดความร้อนแนวตรง มีสูตรง่ายๆคือ ความกว้างบริเวณที่ให้ความร้อน = 4 เท่า ของความหนาของแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลต
- (6) การพับมุมฉาก แผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตที่ต้องการพับมุมให้เป็นฉาก การให้ความร้อนแนวพับเพียงด้านเดียวจะได้รอยพับที่ไม่สวย ดังนั้นต้องนำแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตไปเซาะร่องให้เป็นตัววี โดยใช้หัวกัดเซาะร่อง (Milling Cutter) แต่ต้องมีส่วนที่เหลืออย่างน้อย 1 มิลลิเมตร แต่แผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตที่ใช้การพับมุมฉากด้วยวิธีนี้จะมีความแข็งแรงน้อย อาจเพิ่มความแข็งแรงโดยการใช้กาวเชื่อมหรือตัวทำละลายช่วยประสานเนื้อให้ติดกัน ซึ่งลักษณะการเซาะร่องให้เป็นตัววีแล้วพับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตให้เป็นมุมฉาก ดังภาพที่ 2.19



**ภาพที่ 2.19** การเซาะร่องให้เป็นตัววีแล้วพับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตให้เป็นมุมฉาก  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

กรอบช่วยยึดในการพับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตมุมเดียว มีหลักการดังนี้

- (1) กรอบช่วยยึดในการพับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตมุมเดียวโดยใช้ปากการูปตัวซีเป็นตัวยึด ถ้า A หมายถึง แผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลต B หมายถึง กรอบไม้ช่วยยึดในการพับ C หมายถึง แผ่นกำกับตอนปลาย D หมายถึง แผ่นไม้กำกับ และ E หมายถึง แผ่นเสริมปรับมุม ซึ่งลักษณะกรอบช่วยยึดในการพับแผ่นพอลิเอทิลเมทาคริเลตมุมเดียวโดยใช้ปากการูปตัวซีเป็นตัวยึด ดังภาพที่ 2.20



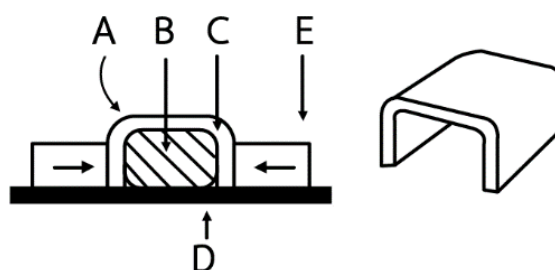
ภาพที่ 2.20 กรอบช่วยยึดในการพับมุมเดียวโดยใช้ปากการูปตัวซีเป็นตัวยึด  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

(2) กรอบช่วยยึดในการพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมุมเดียวโดยใช้รางไม้เป็นตัวบังคับมุม ดังภาพที่ 2.21



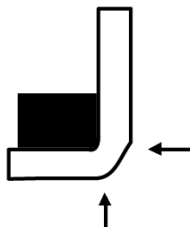
ภาพที่ 2.21 กรอบช่วยยึดในการพับมุมเดียวโดยใช้รางไม้เป็นตัวบังคับมุม  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

กรอบช่วยพับ 2 มุม ถ้า A หมายถึง แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต B หมายถึง แม่แบบ C หมายถึง มุมตัดของแม่แบบ D หมายถึง แผ่นก้ำกับความสูงของปลาย และ E หมายถึง แผ่นก้ำทางด้านข้าง ซึ่งลักษณะกรอบช่วยพับ 2 มุม ดังภาพที่ 2.22



ภาพที่ 2.22 กรอบช่วยการพับ 2 มุม  
ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

2.4 ข้อผิดพลาดในการพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีดังนี้  
 มุมโค้งด้านนอกของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่เรียบ ดังภาพประกอบที่ 2.23 ซึ่งมีสาเหตุมาจาก



ภาพที่ 2.23 มุมโค้งด้านนอกของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่เรียบ  
 ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

- (1) มุมโค้งมีรัศมีน้อยกว่าความหนาของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- (2) การลนให้ความร้อนกับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมีอุณหภูมิต่างกันไม่สม่ำเสมอ

มุมโค้งด้านในของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตย่นและแตก ดังภาพที่ 2.24 มีสาเหตุมาจาก



ภาพที่ 2.24 การย่นและแตกของมุมโค้งด้านในของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต  
 ที่มา : อนุวัต สุเพียร. 2544

- (1) มุมด้านในของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตมีรัศมีน้อยเกินไป
- (2) มุมด้านในของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอุณหภูมิขณะพับต่ำหรือการลนให้ความร้อนของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่สม่ำเสมอ
- (3) เกิดเงาสะท้อนที่มุมโค้งด้านนอกของรอยพับแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตถูกพับเป็นมุมเล็กหรือมุมใหญ่ก็ตาม ความใสของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตอาจจะเกิดเงาสะท้อน แต่สิ่งเหล่านี้สามารถแก้ไขได้โดยการพับด้วยความปราณีต (อนุวัต สุเพียร. 2544 : 16-24)

### 2.6.3 เครื่องซีเอ็นซี

ในปี ค.ศ. 1948 นักวิทยาศาสตร์ในสถาบัน MIT (Massachusetts Institute Of Technology) ได้ริเริ่มทำโครงการพัฒนาเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ขึ้น โดยได้รับทุนสนับสนุนโครงการจากกองทัพอากาศของสหรัฐอเมริกา (U.S. Air Force) เครื่องจักรระบบเอ็นซีเครื่องแรกคือ CINCINNATIC HYDROTEL VERTICAL-SPINDLE MACHINE และออกใช้งานในปี ค.ศ.1957

เอ็นซี (NC) ย่อมาจากคำว่า Numerical Control หมายถึง การควบคุมเครื่องจักรกลด้วยระบบตัวเลขและตัวอักษร กล่าวคือ การเคลื่อนที่ต่างๆ ตลอดจนการทำงานอื่นๆ ของเครื่องจักรกลจะถูกควบคุมโดยรหัสคำสั่งที่ประกอบด้วยตัวเลข ตัวอักษร และสัญลักษณ์อื่นๆ ซึ่งจะถูกละเปลี่ยนเป็นคลื่นสัญญาณ (Pulse) ของกระแสไฟฟ้าหรือสัญญาณออกอื่นๆ ที่จะไปกระตุ้นมอเตอร์หรืออุปกรณ์อื่นๆ เพื่อให้เครื่องจักรกลทำงานตามขั้นตอนที่ต้องการ

ซีเอ็นซี (CNC) ย่อมาจากคำว่า Computerized Numerical Control ระบบควบคุมเอ็นซีแบบนี้จะมีคอมพิวเตอร์ที่มีความสามารถสูงเพิ่มเข้าไปภายในระบบ ทำให้สามารถจัดการกับข้อมูลที่ป้อนเข้าไปในระบบเอ็นซีและประมวลผลข้อมูลเพื่อนำผลลัพธ์ที่ได้ไปควบคุมการทำงานของเครื่องจักรกล (พงศธร จันทรสุขจำเริญ. 2559 : 13-17)

(1) องค์ประกอบหลักๆของเครื่องจักรซีเอ็นซี มีองค์ประกอบ 3 ส่วนหลักๆ คือ

- 1.1 ตัวเครื่องจักร (Machine Body)
- 1.2 ชุดควบคุมการทำงาน (Controller)
- 2.3 ระบบกลไกในการเคลื่อนที่ (Drive Mechanisms)

(2) เครื่องจักรกลซีเอ็นซีที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม มีดังนี้

2.1 เครื่องเจาะ (CNC Drilling Machine) หลักการออกแบบการทำงานมีลักษณะคล้ายเครื่องเจาะทั่วไป แต่สามารถเปลี่ยนเครื่องมือตัดซึ่งอาจเป็นแบบเทอร์เรต หรือแบบแม็กกาซีน หรืออื่นๆ สามารถทำงานคล้ายเครื่องกัดแต่มีลักษณะเป็นงานกัดเบาๆ ดังภาพที่ 2.25



ภาพที่ 2.25 เครื่องเจาะ (CNC Drilling Machine)

ที่มา : พงศธร จันทรสุขจำเริญ. 2559

2.2 เครื่องกลึง (CNC Turning Machine) ถูกออกแบบพัฒนาจากเครื่องกลึงธรรมดา โดยมีการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาควบคุมกระบวนการทำงาน ทำให้สามารถกลึงชิ้นงานได้รวดเร็ว มีความเที่ยงตรง และสามารถกลึงงานที่มีความสลับซับซ้อนได้ง่ายขึ้น ในการออกแบบแนวแกนการเคลื่อนที่จะใช้ 2 แนวแกนได้แก่ แกน X และแกน Y สำหรับการหมุนของเพลาหัวเครื่อง จะถูกกำหนดให้เป็นแกน C ดังภาพที่ 2.26



ภาพที่ 2.26 เครื่องกลึง (CNC Turning Machine)

ที่มา : พงศ์ธร จันทรสุขจำเริญ. 2559

2.3 เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center) เป็นเครื่องจักรกลที่สามารถทำการตัดเฉือนชิ้นงานได้ 4-5 ด้าน ต่อการจับชิ้นงานเพียงครั้งเดียว และยังสามารถทำการตัดเฉือนได้หลากหลายลักษณะ เช่น งานกัด งานปาดหน้า งานคว้าน และงานอื่นๆ เป็นต้น โดยสามารถประกอบเครื่องมือตัดได้ตั้งแต่ 10 อันขึ้นไป ดังภาพที่ 2.27



ภาพที่ 2.27 เครื่องแมชชีนนิ่งเซ็นเตอร์ (Machining Center)

ที่มา : พงศ์ธร จันทรสุขจำเริญ. 2559

### ข้อดีของเครื่องจักรกลซีเอ็นซี (CNC)

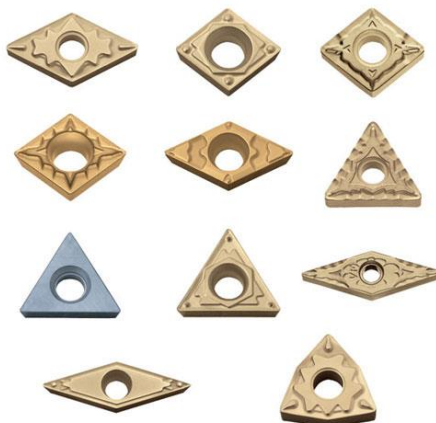
- (1) มีความยืดหยุ่นในการทำงานสูง
- (2) ความเที่ยงตรง (Accuracy) สม่าเสมอ
- (3) ใช้เวลาในการผลิต (Production Time) สั้น
- (4) สามารถผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อนได้ง่าย
- (5) หลีกเลี่ยงการใช้ช่างที่มีทักษะและประสบการณ์สูง
- (6) ช่างควบคุมเครื่องจักร มีเวลาเตรียมงานระหว่างรอเครื่องจักร
- (7) ลดขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ

### ข้อเสียของเครื่องจักรซีเอ็นซี (CNC)

- (1) เครื่องจักรมีราคาสูง
- (2) การบำรุงรักษามีความซับซ้อน
- (3) ต้องใช้ช่างเขียนโปรแกรม (Part Programmer) ที่มีทักษะสูง
- (4) ชิ้นส่วนที่ซ่อมบำรุงต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ
- (5) การซ่อมบำรุงที่ใช้ในการตัดเฉือนมีราคาสูง
- (6) พื้นที่ติดตั้งเครื่องจักร จะต้องควบคุมระดับอุณหภูมิ ความชื้น และฝุ่นละออง

### (3) มีดกลึง (Tool Lath) สำหรับเครื่องซีเอ็นซี

มีดกลึงสำหรับเครื่องกลึง CNC โดยปกติแล้วจะผลิตออกมาเป็นเม็ดมีดสำเร็จรูปซึ่งได้รับการพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงสำหรับการผลิตในปริมาณมากและมีคุณภาพ



ภาพที่ 2.28 ตัวอย่างเม็ดมีดสำหรับเครื่องซีเอ็นซี  
ที่มา : พงศ์ธร จันทรสุขจำเริญ. 2559

การแบ่งชนิดของมีดกึ่งมีหลักในการแบ่งหลายลักษณะ เช่น แบ่งตามวัสดุที่ใช้ทำคมมีด แบ่งตามชนิดรูปร่างลักษณะหรือโครงสร้าง แบ่งตามหน้าที่หรือการใช้งาน

การแบ่งชนิดของมีดกึ่งตามวัสดุที่ใช้ทำคมมีด มี 6 ประเภทใหญ่ๆ คือ

(1) มีดกึ่งเหล็กผสมคาร์บอนสำหรับทำเครื่องมือ (Tool Carbon Steel) คมมีดทำด้วยเหล็กผสมคาร์บอนสำหรับทำเครื่องมือ ปัจจุบันไม่ค่อยมีใช้กันแล้ว

(2) มีดกึ่งเหล็กโลหะผสมสำหรับทำเครื่องมือ (Tool Alloy Steel) คมมีดทำด้วยเหล็กโลหะผสมสำหรับทำเครื่องมือ

(3) มีดกึ่งเหล็กเหนียวความเร็วสูง (High Speed Steel) คมมีดทำด้วยเหล็กเหนียวความเร็วสูง

(4) มีดกึ่งโลหะแข็งพิเศษ คมมีดทำด้วยโลหะผสมซึ่งมีความแข็งสำคัญเป็นพิเศษ ผลิตโดยกรรมวิธีซินเตอร์ซึ่งมีทั้งสแตนคาร์ไบด์ (WC) เป็นส่วนประกอบสำคัญ มีความแข็งมาก ทนทานต่อการกลึงด้วยความเร็วสูงเป็นอย่างดี ปัจจุบันนี้นิยมใช้กันกว้างขวางมากที่สุดส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของมีดอินเสิร์ท (Carbide Insert) นอกจากนี้แล้วยังมีมีดกึ่งซึ่งมีคมมีดทำด้วยเซอร์เมท (Cermet) ซึ่งเป็นซินเตอร์ของไททาเนียมคาร์ไบด์ (TiC) และสารอื่นที่จัดอยู่ในจำพวกนี้ เป็นมีดกึ่งที่มีความแข็งพิเศษชนิดหนึ่งใช้ในการกลึงด้วยความเร็วสูงโดยเฉพาะ

(5) มีดกึ่งเซรามิก ส่วนที่เป็นคมของมีดกึ่งทำด้วยเซรามิก มีซินเตอร์ของอลูมิเนียมออกไซด์เป็นส่วนประกอบสำคัญ

(6) มีดเพชร คมของมีดกึ่งทำด้วยเพชร

## 2.7 การเข้าไม้

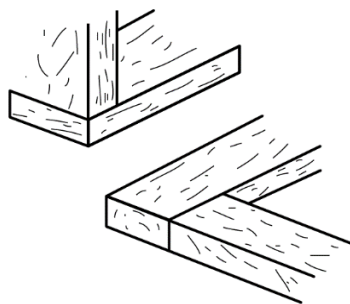
วิธีการเข้าไม้สามารถทำได้ ดังนี้ (กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร 2553. : 115-121)

### 2.7.1 การเข้าปากชน

การแต่งปลายไม้ชิ้นหนึ่ง ซึ่งเรียกว่า “ปากไม้” เข้าชนชิดกับริมหรือข้างไม้อีกชิ้นหนึ่งและให้ได้ลักษณะตามที่ต้องการหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบ แล้วยึดเหนี่ยวด้วยตะปูหรือวัสดุอื่นที่เหมาะสม การเข้าปากแบบนี้จะทำให้เกิดมุมต่อกัน

(1) การเข้าปากชนมุม 90 องศา

การนำไม้ 2 ชิ้นมาชนชิดติดกัน โดยใช้ด้านปลายไม้ชิ้นหนึ่งเข้าชนกับด้านใดด้านหนึ่งของไม้อีกชิ้นหนึ่ง ทำให้เกิดมุม 90 องศาหรือมุมฉาก มุมดังกล่าวนี้จะเกิดได้จากการตัดปากไม้

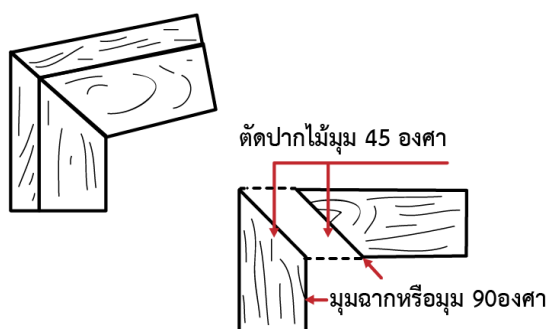


ภาพที่ 2.29 การเข้าปากมุม 90 องศา

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

(2) การเข้าปากชนมุม 90 องศา โดยตัดปาก 45 องศา

การเข้าปากไม้มุมฉากนอกจากจะตัดไม้เป็นเส้นตรง(มุมฉาก) ยังใช้วิธีตัดปากไม้ให้เป็นมุม 45 องศาแล้วนำมาชนติดกัน โดยตัดปลายไม้ทั้ง 2 ชิ้น ทำให้แนวปากไม้เปลี่ยนตำแหน่งเป็นเส้นทแยงมุมเฉียงแทนการเข้าชนกัน โดยการนำไม้ตัวขวางเข้าชนกับข้างไม้ตัวตั้งหรือตัวยืนเป็นลักษณะของการเข้าปากไม้ที่มีความประณีตเพิ่มขึ้น คุณภาพของชิ้นงานจะดูมีความเรียบร้อย คือ จะไม่เห็นหน้าตัดปลายไม้ทั้ง 2 ชิ้น ที่มุมประกอบชิ้นงาน



ภาพที่ 2.30 การเข้าปากชนมุม 90 องศา ตัดปาก 45 องศา

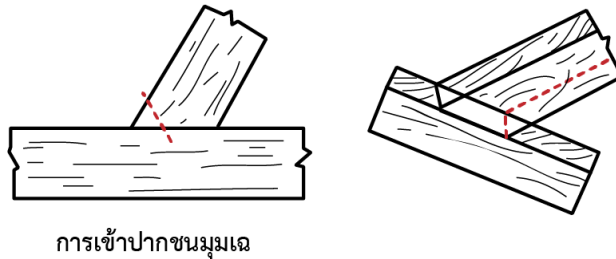
ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

(3) การเข้าปากชนที่ต่างจากมุม 90 องศา หรือมุมเฉ

การนำไม้ 2 ชิ้น มาประกอบกันให้เกิดมุมขึ้น จะเป็นมุมกึ่งฉากก็ได้ นอกจากการเข้าแล้วเกิดเป็นมุมฉากดังกล่าวมาแล้ว การยึดเหนี่ยวหรือทรงตัวอยู่ได้ต้องอาศัยตะปูหรือวัสดุยึดเหนี่ยวชนิดอื่น เช่น เกลียวหรือสลัก

การเข้าปากชนมุมเฉ เป็นการเข้าปากไม้ที่สร้างรูปแบบของงานในลักษณะหนึ่งซึ่งเป็นวิธีการผลิตชิ้นงานโดยเฉพาะในงานประเภทงานเครื่องไม้ ปากชนมุมเฉนี้ปฏิบัติเช่นเดียวกับการเข้าปากชนมุม

90 องศา หรือมุมฉาก ส่วนที่ต่างกันคือ ปากไม้นี้จะเข้าชนกับไม้อีกชิ้นหนึ่งแทนที่จะเป็นมุมฉากจะเป็นมุมที่องศาต่างไป การยึดตรึงไม้ที่ประกบกันให้แน่นมั่นคง นอกจากต้องอาศัยวัสดุยึดตรึงที่ใช้กัน โดยทั่วไปตามความเหมาะสม เช่น ตะปูธรรมดา ตะปูเกลียว หรือสลักไม้แล้ว การปรับปรุงปากไม้ส่วนที่ชนติดกันให้เหมาะสมกับลักษณะของงาน ก็จะเป็นส่วนเสริมสร้างให้เกิดความแข็งแรงมั่นคงขึ้นได้



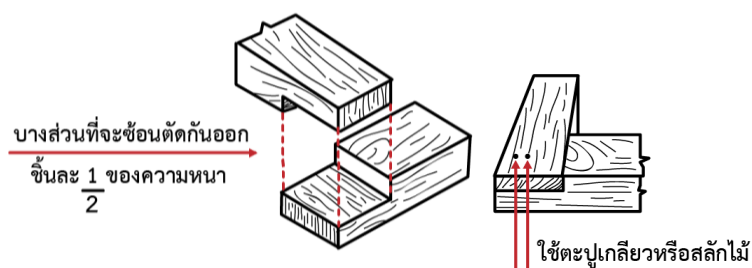
ภาพที่ 2.31 การเข้าปากชนที่ต่างจากมุม 90 องศา หรือมุมเฉ  
ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

### 2.7.2 การเข้าบาก

เป็นการเข้าปากไม้อีกลักษณะหนึ่งที่ใช้ในงานเครื่องไม้ ได้แก่ การนำไม้อย่างน้อย 2 ชิ้น เข้าเชื่อมติดกัน โดยปากไม้ชิ้นใดชิ้นหนึ่งหรือทั้ง 2 ชิ้น ออกบางส่วน ที่เหลือเข้าชนหรือซ้อนทับกันแล้วยึดตรึงด้วยตะปูหรือสลักอย่างใดอย่างหนึ่ง โดยใช้กาวเป็นตัวเชื่อม เพื่อให้ปากไม้ที่ประกบเข้าด้วยกันนั้นมีความแข็งแรงในการใช้งาน

#### (1) การเข้าบากปากไม้ซ้อนทับกัน (มุมเดียว)

เป็นการเข้าบากโดยวิธีบากส่วนที่ซ้อนทับกันออกขึ้นละครึ่งของความหนา แล้วนำส่วนที่เหลือเท่ากันนั้นมาวางซ้อนแล้วยึดเหนี่ยวด้วยตะปูเกลียว หรือ สลัก การบากไม้ส่วนหนึ่งคือตัดครึ่งของความหนาทิ้ง เพื่อต้องการให้ไม้ส่วนที่ซ้อนทับกันนั้นเรียบ ระดับผิวไม้เสมอกันหรือเท่ากันทำให้เกิดความประณีตและปากไม้ของแต่ละชิ้นจะเป็นส่วนบังคับให้ไม้ทั้ง 2 ชิ้น ไม้ให้โยกคลอนได้ส่วนหนึ่งด้วย

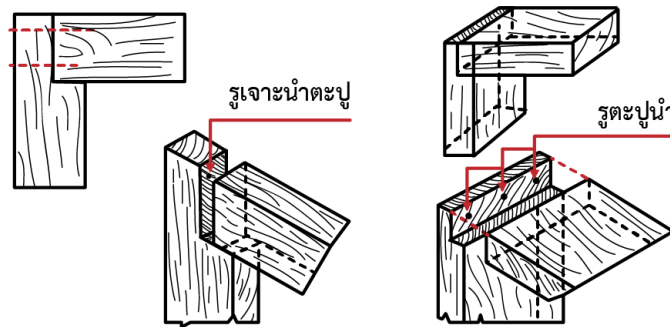


ภาพที่ 2.32 การเข้าบากปากไม้ซ้อนทับกัน (มุมเดียว)

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## (2) การเข้าบากปากชนบังใบหรือเข้าป่า

การเข้าปากไม้ชนิดเข้าชนและมีป่ารับ เป็นการเข้าปากไม้โดยไม้ชิ้นหนึ่งที่จะถูกบากส่วนหนึ่งที่ปลายไม้ส่วนที่จะประกบกันออกเสียส่วนหนึ่ง แล้วนำปลายของไม้อีกชิ้นหนึ่งเข้าชนกับข้างไม้ส่วนที่เหลือจากการบากทั้ง ด้านในหรือด้านล่างของไม้ที่เข้าชนจะวางแนบบนปากไม้ของไม้ชิ้นที่ถูกเลื่อยบากออกไป การเข้าไม้วิธีนี้ ทำให้มีความมั่นคงแข็งแรงกว่าการนำไม้เข้าชนโดยไม้บาก เพราะทำให้ยึดเหนี่ยวระดมขึ้น

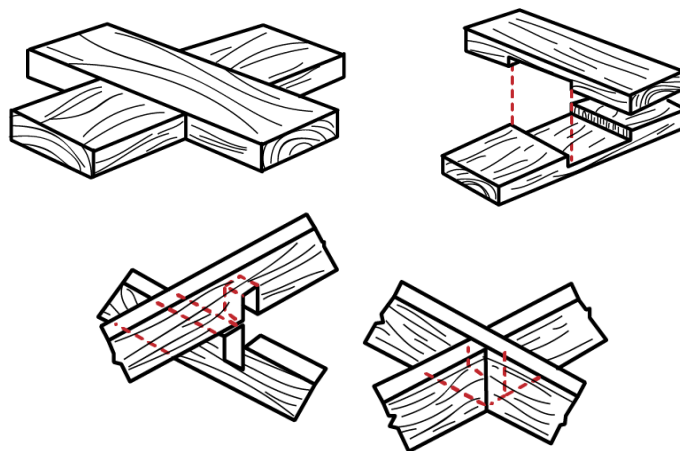


ภาพที่ 2.33 การเข้าบากปากชนบังใบหรือเข้าป่า

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## (3) การเข้าบากปากกากบาท

เป็นการเข้าบากไม้ที่มีไม้ 2 ชิ้น วางพาดผ่านกัน โดยส่วนที่พาดผ่านกันนั้นไม้จะไม่ปลายสุดของไม้ ซึ่งส่วนที่พาดผ่านกันนั้น จะต้องบากออกขึ้นละครึ่งของความหนาหรือความกว้างของไม้ทั้ง 2 ชิ้น ซึ่งมีลักษณะตามที่แสดงไว้ในภาพที่ 2.34

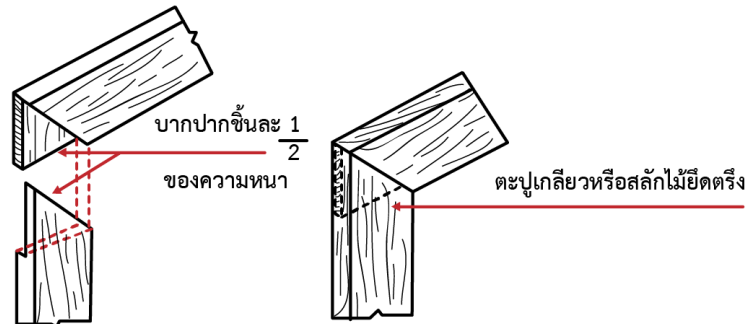


ภาพที่ 2.34 การเข้าบากปากกากบาท

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## (4) การเข้าบากปากชนปาก 45 องศา หรือปากกบ

การนำไม้ 2 ชิ้น มาประกอบกันทำให้เกิดมุมฉาก การยึดเหนี่ยวระหว่างไม้ทั้ง 2 ชิ้นนี้ ใช้วิธีบากไม้บางส่วนของความหนาและตัดปากไม้ทั้ง 2 ชิ้นเป็นมุม 45 องศา แล้วนำมาประกบกันแทนการตัดปากไม้เป็นมุมฉากหรือมุม 45 องศาแล้วนำมาชนตามวิธีการเข้าปากชนดังกล่าวข้างต้น

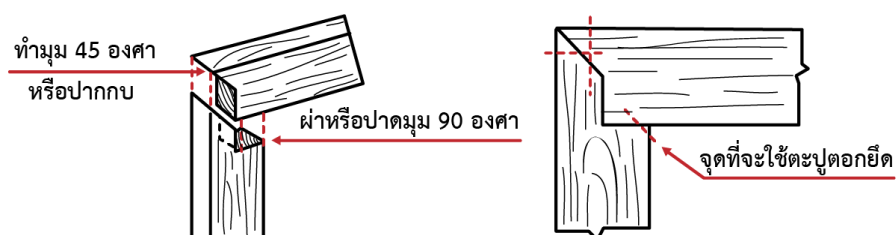


ภาพที่ 2.35 การเข้าบากปากชนปาก 45 องศา หรือปากกบ

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## (5) การเข้าบากปากบังใบและเข้าปากกบ (มุมเดียว)

เป็นการนำเอาวิธีบากปากชนมารวมกับการเข้าปากกบหรือปาก 45 องศา มาใช้ในจุดเดียวกัน มีความประสงค์เพื่อต้องการให้เกิดความแข็งแรงมีความประณีตเพิ่มขึ้น การบาก ฝ่า หรือตัดปากไม้ทั้ง 2 ชิ้น หน้าไม้จะต้องได้ระดับและประกบกันสนิท มิฉะนั้นจะทำให้การยึดเหนี่ยวกันไม่แข็งแรงและทำให้รอยต่อไม่เรียบร้อยอีกด้วย

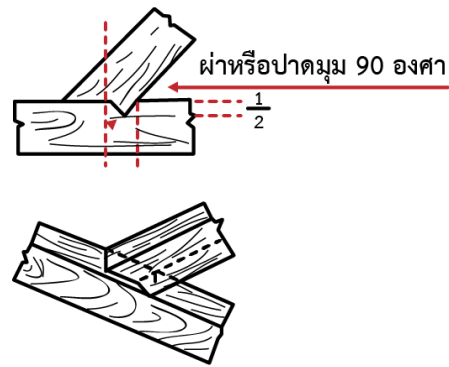


ภาพที่ 2.36 การเข้าบากปากบังใบและเข้าปากกบ (มุมเดียว)

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## (6) การเข้าบากปากชนมุมเฉ 45 องศา (มุมเดียว)

เป็นวิธีการเข้าปากไม้โดยไม้ชิ้นที่วางเฉรับน้ำหนักด ซึ่งปากไม้มีปาร์บจะทำหน้าที่ยื่นไม้ให้ไม้ชิ้นที่เข้าชนเลื่อนไหลหรือเคลื่อนตัวไปจากตำแหน่งที่กำหนดไว้ สำหรับวิธีการและขั้นตอนในการปฏิบัติเช่นเดียวกับการเข้าปากไม้วิธีต่างๆ ดังกล่าวแล้วข้างต้น

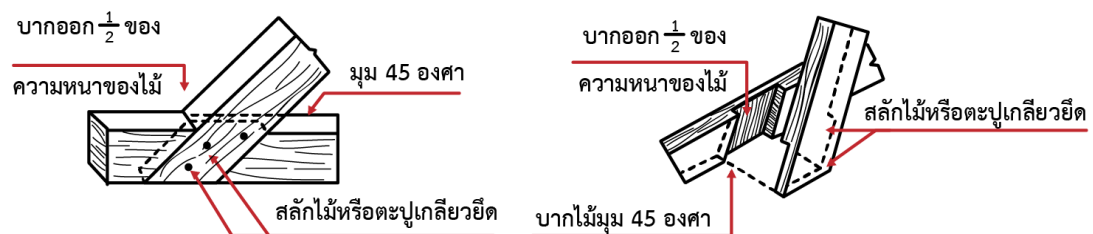


ภาพที่ 2.37 การเข้าบากปากชนมุมเฉ 45 องศา (มุมเดียว)

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

(7) การเข้าบากปากทาบ (ซ้อนทับกัน) มุมเฉ 45 องศา

การเข้าบากไม้โดยไม้ 2 ชั้นประกบกันแล้วมุมของไม้ต่างไปจากมุม 90 องศาหรือมุมฉาก วิธีการประกอบปฏิบัติเช่นเดียวกับการเข้าบากปาก 90 องศา หรือปากมุมฉากจะต่างกันเฉพาะลักษณะของไม้ที่ทำมุมเฉียงหรือมุมเฉไปจากมุมฉากเท่านั้น การเข้าบากปากทาบ(ซ้อนทับกัน) มุมเฉ 45 องศา หมายถึง ไม้ชั้นที่ปลายไม้เข้าประกบกับไม้ข้างไม้อีกชั้นหนึ่ง มุม 45 องศา ซึ่งความจริงแล้วจะเข้ามุมก็องศาก็ได้ การกำหนดเอามุม 45 องศามาเป็นตัวอย่าง เพื่อสะดวกต่อการปฏิบัติและเพื่อความเข้าใจง่ายขึ้นเท่านั้น



ภาพที่ 2.38 การเข้าบากปากทาบ (ซ้อนทับกัน) มุมเฉ 45 องศา

ที่มา : กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลป์ไทย กรมศิลปากร. 2553

## 2.8 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค

การวิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค เป็นการศึกษาว่ากลุ่มผู้บริโภคมีพฤติกรรมอย่างไรในการดำเนินชีวิตรวมถึงการตัดสินใจซื้อและใช้สินค้าและบริการอย่างไร ซึ่งหลักการที่มีประสิทธิภาพในการ

วิเคราะห์พฤติกรรมผู้บริโภค คือ หลัก 6Ws 1H ที่ต้องพิจารณาหลักการต่างๆเกี่ยวกับตลาด เพื่อให้ได้คำตอบที่ต้องการทราบ ตามหลัก 7Os ดังต่อไปนี้ (กนกกร นิลวรรณจะณกุล. 2555 : 10-17)

(1) ใครคือตลาดเป้าหมาย (Who is Target Market?) เป็นวัตถุประสงค์แรกของการศึกษาพฤติกรรมของผู้บริโภค เพื่อหากลุ่มที่ใช้สินค้าหรือบริการ ซึ่งช่วยให้ทราบถึงลักษณะกลุ่มเป้าหมายที่แท้จริงของผลิตภัณฑ์ ซึ่งเป็นลักษณะกลุ่มเป้าหมายทางด้านประชากรศาสตร์ ภูมิศาสตร์ จิตวิทยา และ พฤติกรรมศาสตร์ รวมถึงพฤติกรรมของการซื้อ การใช้ของกลุ่มเป้าหมายนั้น

(2) ผู้บริโภคซื้ออะไร (What does the consumer buy?) เป็นคำถามเพื่อทราบความต้องการที่แท้จริงที่ผู้บริโภคต้องการจากผลิตภัณฑ์หรือองค์การ (Objects) เช่น คุณสมบัติหรือองค์ประกอบของผลิตภัณฑ์และบริการ

(3) ทำไมผู้บริโภคจึงซื้อ (Why does the consumer buy?) เป็นคำถามเพื่อทราบถึงวัตถุประสงค์หรือเหตุผลที่แท้จริงในการซื้อ (Objectives) ของผู้บริโภค ซึ่งจะต้องศึกษาปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ คือ ปัจจัยทางจิตวิทยา ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยทางวัฒนธรรม และปัจจัยเฉพาะบุคคล

(4) ใครมีส่วนร่วมในการซื้อ (Who participates in the buying?) เป็นคำถามเพื่อให้ทราบถึงบทบาทของกลุ่มต่างๆ (Organization) ที่มีอิทธิพลในการซื้อ

(5) ซื้อเมื่อใด (When does the consumer buy?) ซึ่งจะทำให้ทราบถึงโอกาสในการซื้อ (Occasions) ของผู้บริโภค เช่น ช่วงใดของวัน ช่วงเดือนใดของปี ฤดูกาลใดที่ซื้อ เทศกาลหรือวันหยุดพิเศษใดที่นิยมซื้อ เป็นต้น

(6) ซื้อที่ไหน (Where does the consumer buy?) เพื่อทราบถึงแหล่งที่ผู้บริโภคนิยมหรือสะดวกที่จะไปซื้อ (Outlets) ซึ่งนักการตลาดจะต้องศึกษาเพื่อบริหารจัดการช่องทางการจัดจำหน่ายที่เหมาะสมต่อผู้บริโภคที่ไปทำการซื้อ เช่น ห้างสรรพสินค้า ร้านสะดวกซื้อ อินเทอร์เน็ต เป็นต้น

(7) ซื้ออย่างไร (How does the consumer buy?) เพื่อทราบถึงกระบวนการซื้อของลูกค้า (Operation) ซึ่งประกอบไปด้วย การรับรู้ปัญหา การค้นหาข้อมูล การประเมินผล การตัดสินใจซื้อ และความรู้สึกภายหลังการซื้อ

### 2.8.1 รูปแบบพฤติกรรมผู้ซื้อ

พฤติกรรมของผู้ซื้อจะเริ่มต้นจากการมีสิ่งเร้า (Stimulus) ที่มากระตุ้น (Stimulate) ความรู้สึกของผู้ซื้อทำให้รู้สึกถึงความต้องการ จนต้องทำการหาข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่จะสามารถตอบสนองความต้องการของเขา เพื่อทำการตัดสินใจซื้อและเกิดเป็นพฤติกรรมการซื้อ

(1) **สิ่งเร้า** คือ สิ่งที่เข้ามากระทบและกระตุ้นผู้ซื้อ ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้จากสิ่งเร้าจากภายใน (Inside Stimulus) ที่ร่างกายเกิดความไม่สมดุลทางกายภาพหรือทางจิตใจ ก่อให้เกิดความต้องการที่จะรักษาสมดุลนั้น หรือจากสิ่งเร้าจากภายนอก (Outside Stimulus) ซึ่งแบ่งออกเป็น

1.1 สิ่งเร้าทางการตลาด (Marketing Stimulus) เป็นสิ่งเร้าที่เกี่ยวข้องกับส่วนประสมทางการตลาด (Marketing Mix) ที่นักการตลาดต้องพัฒนาขึ้นมา และนำมาใช้ในการกระตุ้นให้ผู้ซื้อเกิดการตระหนักถึงความไม่สมดุล เกิดความต้องการ และเกิดความต้องการซื้อ ได้แก่ ด้านผลิตภัณฑ์ (Product) เช่น ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สวยงามเพื่อกระตุ้นความต้องการ , ด้านราคา (Price) เช่น การกำหนดราคาสินค้าให้เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาจากค่าเป้าหมายเป็นสำคัญ , ด้านการจัดช่องทางจำหน่าย (Distribution/Place) เช่น การจัดจำหน่ายผลิตภัณฑ์ให้ทั่วถึง เพื่อให้ความสะดวกแก่ผู้บริโภค ถือว่าเป็นการกระตุ้นความต้องการซื้อ , ด้านการส่งเสริมการตลาด (Promotion) เช่น การโฆษณาอย่างสม่ำเสมอ การใช้ความพยายามของพนักงานขาย การลดแลกแจกแถม การสร้างความสัมพันธ์อันดีกับบุคคลทั่วไป เหล่านี้ถือว่าเป็นสิ่งกระตุ้นความต้องการซื้อ

1.2 สิ่งเร้าอื่นๆ (Other Stimulus) เป็นสิ่งแวดล้อมที่อยู่หรือความควบคุมขององค์กรที่ส่งผลต่อการตัดสินใจ ทำให้เกิดการซื้อได้ ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจ (Economy) เช่น ภาวะเศรษฐกิจที่กำหนดรายได้ของผู้บริโภคนั้นมีอิทธิพลต่อความต้องการของแต่ละบุคคล , เทคโนโลยี (Technology) เช่น เทคโนโลยีใหม่ด้านฝาก-ถอนเงิน อัตโนมัติสามารถกระตุ้นความต้องการให้ใช้บริการของธนาคารมากขึ้น , กฎหมายและนโยบายการเมือง (Law and Politics) เช่น กฎหมายเพิ่มหรือลดภาษีสินค้าใดสินค้าหนึ่งจะมีอิทธิพลต่อการเพิ่มหรือลดความต้องการของผู้ซื้อ , วัฒนธรรม (Culture) เช่น ขนบธรรมเนียมประเพณีของไทยในเทศกาลต่างๆ จะมีผลกระตุ้นให้ผู้บริโภคเกิดความต้องการซื้อสินค้าในเทศกาลนั้นๆ

(2) **กล่องดำ** เป็นระบบของความรู้สึก ความต้องการ และกระบวนการตัดสินใจที่เกิดขึ้นจากความคิด และจิตใจของผู้ซื้อ อันเป็นสิ่งที่ยากแก่การเข้าใจ เปรียบเสมือนกล่องดำของเครื่องบินที่เก็บข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับลูกแก้วไว้ใน จึงต้องศึกษาปัจจัยต่างๆ ที่มีผลต่อพฤติกรรมและการตัดสินใจของผู้ซื้อ รวมถึงขั้นตอนของกิจกรรมในการตัดสินใจซื้อของผู้ซื้อด้วย

(3) **การตอบสนอง** เป็นกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการตัดสินใจซื้อผลิตภัณฑ์อันเป็นการตอบสนองต่อสิ่งเร้า โดยสามารถแบ่งการตัดสินใจของผู้ซื้อออกเป็นขั้นๆ เริ่มต้นจากการตัดสินใจเกี่ยวกับชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น เลือกซื้อโทรศัพท์มือถือรุ่นใด เมื่อตัดสินใจว่าจะเลือกซื้อโทรศัพท์มือถือรุ่นที่สามารถเล่นอินเทอร์เน็ตได้ จากนั้นจึงเลือกตราผลิตภัณฑ์ ถ้าหากเป็นสินค้าที่มีราคาแพง มีความซับซ้อน ผู้ซื้ออาจจะพิจารณาเลือกผู้ขายก่อนจะตัดสินใจซื้อ แต่ถ้าหากสินค้าหรือบริการนั้นๆ ไม่มีความซับซ้อน หรือราคาไม่แพงมากนัก ผู้ซื้อก็อาจจะไม่คอยให้ความสำคัญกับการเลือกผู้ขายมากนัก แต่จะพิจารณาจากความพึงพอใจในการบริการเป็นหลัก จากนั้นจะพิจารณาถึงช่วงเวลาที่จะซื้อ โดยอาจจะเลือกซื้อเมื่อสินค้าเต็มหมด เมื่อต้องการใช้บริการในขณะนั้น หรือวางแผนการซื้อล่วงหน้าไว้ก่อนที่จะต้องใช้ในครั้งต่อไป หรือก่อนที่ของเดิมจะหมด หรือซื้อเมื่อมีการมอบข้อเสนอพิเศษ ซึ่งอาจจะส่งผลถึงการตัดสินใจในปริมาณที่จะซื้อด้วย

(4) **กระบวนการตัดสินใจซื้อ** ถึงแม้ผู้ซื้อจะมีลักษณะการซื้อ เหตุผล หรือความชอบที่แตกต่างกัน แต่ผู้ซื้อจะมีขั้นตอนในการตัดสินใจที่เหมือนกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 การรับรู้ถึงความต้องการ ผู้บริโภคแต่ละคนจะตระหนักถึงความต้องการในสิ่งที่ตนเองรู้สึกว่ายังขาดหายไป และจะมองหาผลิตภัณฑ์ที่สามารถมาเติมเต็มให้กับความต้องการนั้น เช่น ต้องการซื้อคอมพิวเตอร์ เพื่อที่จะสามารถทำรายงาน สืบค้นข้อมูล และติดต่อกับผู้อื่นผ่านอินเทอร์เน็ต ได้สะดวกมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 การค้นหาข้อมูล ในขั้นนี้ผู้บริโภคจะแสวงหาข้อมูลเพื่อตัดสินใจ ในขั้นแรกจะค้นหาข้อมูลจากแหล่งภายในก่อน เพื่อนำมาใช้ในการประเมินทางเลือก หากยังได้ข้อมูลไม่เพียงพอก็ต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมจากแหล่งภายนอก เช่น การหารายละเอียดเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ที่ต้องการจะซื้อ โดยสอบถามข้อมูลต่างๆจากร้านค้า เพื่อน ผู้รู้ เพื่อให้ได้ข้อมูลคอมพิวเตอร์ที่คาดว่าจะเหมาะสมกับตัวเอง

ขั้นตอนที่ 3 การประเมินทางเลือก ผู้บริโภคจะนำข้อมูลทั้งหมดที่ได้มาทำการเปรียบเทียบเพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุด และเหมาะสมกับตนเองที่สุด เช่น เมื่อผู้บริโภคต้องการซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลที่ต้องการมาหมดแล้ว ก็จะทำเปรียบเทียบถึงคุณสมบัติ ยี่ห้อ ราคา รูปแบบ เพื่อหาทางเลือกที่ดีที่สุดและเหมาะสมที่สุดในการใช้งานและความสามารถที่จะจ่ายได้ของผู้บริโภค โดยเปรียบเทียบระหว่างตราผลิตภัณฑ์ว่ามีความแตกต่างกันอย่างไร มีข้อโดดเด่นและข้อเสียแตกต่างกันอย่างไร โดยให้คะแนนในแต่ละคุณสมบัติ เมื่อรวมคะแนนทั้งหมดแล้วสินค้าตัวใดมีคะแนนสูงกว่า ก็เลือกตัดสินใจซื้อสินค้าตัวนั้น เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 4 การตัดสินใจ เป็นการตัดสินใจซื้อจริง ซึ่งผู้ซื้อจะตัดสินใจเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ ตราผลิตภัณฑ์ ผู้ขาย เวลาในการซื้อ และปริมาณการซื้อ เช่น เลือกคุณสมบัติ เลือกยี่ห้อ เลือกร้านค้าที่จะซื้อ เลือกช่วงเวลาที่จะซื้อ (โอกาสในการซื้อ รอช่วงเวลาที่มีการส่งเสริมการตลาด ซื้อช่วงปลายเดือนหรือรอซื้อพร้อมเพื่อน) และจำนวนที่เหมาะสมที่จะซื้อ สินค้าบางอย่างมีระยะเวลาในการใช้งานไม่มากนัก หากพิจารณาซื้อในปริมาณที่มากขึ้นอาจได้รับส่วนลด พิจารณาจากระยะเวลาในการใช้งาน และระยะเวลาที่จะต้องซื้อในครั้งต่อไป เป็นต้น

ขั้นตอนที่ 5 พฤติกรรมภายหลังการซื้อการใช้ ผู้ซื้ออาจจะมีพฤติกรรมในการตอบสนองที่แตกต่างกันจากการซื้อการใช้สินค้า ซึ่งข้อมูลหลังการซื้อการใช้จะกลายเป็นข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ที่สำคัญสำหรับลูกค้าในการพิจารณาการตัดสินใจซื้อครั้งต่อไปกล่าวคือ เมื่อพึงพอใจ ก็ จะทำการซื้อซ้ำ และอาจกลายเป็นลูกค้าที่มีความภักดีและบอกต่อไปยังบุคคลอื่นๆที่ใกล้ชิดอีกด้วย เมื่อไม่พึงพอใจ ก็จะเลิกใช้และบอกต่อบุคคลอื่นต่อไป หรือเรียกร้องให้ผู้ขายรับผิดชอบ

## 2.8.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อ

ปัจจัยทางวัฒนธรรม ปัจจัยทางสังคม ปัจจัยส่วนบุคคล และลักษณะทางจิตวิทยา มีอิทธิพลต่อการซื้อของผู้บริโภค โดยที่นักการตลาดไม่สามารถควบคุมได้ จึงต้องมีการศึกษาถึงปัจจัยเหล่านี้

### (1) ปัจจัยทางวัฒนธรรม (Cultural Factors)

1.1 วัฒนธรรมพื้นฐาน (Culture) เป็นปัจจัยพื้นฐานที่กำหนดพฤติกรรมความต้องการของกลุ่มชนในสังคมนั้นๆ ความต้องการถูกกำหนดด้วยสัญชาตญาณ เช่น เมื่อหิว ก็ออกไปทานอาหาร

เมื่อเหนือยก็ต้องการเวลาในการพักผ่อน แต่ในสังคมที่มีลำดับชั้นของการเรียนรู้และมีการศึกษา วัฒนธรรม ตลอดจนธรรมเนียมจะเป็นเสมือนกรอบแห่งพฤติกรรมที่จะคอยควบคุมไม่ให้คนใน วัฒนธรรมนั้นๆ ดำเนินชีวิตหลุดนอกรอบ

1.2 วัฒนธรรมย่อย (Subcultures) นอกจากวัฒนธรรมของชนส่วนใหญ่แล้วยังมี วัฒนธรรมของชนกลุ่มย่อย ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีกรอบกำหนดอันส่งผลถึงวิถีการดำเนินชีวิตด้วย

1.3 ชนชั้นทางสังคม (Social Classes) เป็นอีกวัฒนธรรมที่ปรากฏอยู่ในทุกสังคม สามารถกำหนดชนชั้นทางสังคมได้จาก ชชาติตระกูล การศึกษา อาชีพ รายได้ ความมั่งคั่ง ตลอดจน ทักษะคติในการดำเนินชีวิต ชนชั้นทางสังคมได้แบ่งออกกว้างๆ ได้ 3 ระดับ คือ ชนชั้นสูง ชนชั้นกลาง และชนชั้นต่ำ

## (2) ปัจจัยทางสังคม (Social Factors)

2.1 ครอบครัว (Family) เป็นหน่วยสังคมที่เล็กที่สุด แต่มีอิทธิพลต่อการกำหนด พฤติกรรมและการตัดสินใจซื่อมากที่สุด การเกิดพฤติกรรมเลียนแบบหรือคล้ายตามก็เริ่มได้ง่ายที่สุด จากครอบครัว

2.2 กลุ่มอ้างอิง (Reference Groups) หมายถึง กลุ่มชนที่มีอิทธิพลต่อทัศนคติ ความ คิดเห็นและการกำหนดพฤติกรรม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ระดับ คือ ระดับกลุ่มทุติยภูมิ (Primary Groups) ได้แก่ ครอบครัว ญาติ เพื่อนสนิท เป็นต้น , ระดับกลุ่มปฐมภูมิ (Secondary Groups) ได้แก่ กลุ่มบุคคลชั้นนำในสังคม เพื่อนร่วมอาชีพและร่วมสถาบัน บุคคลต่างๆในสังคม กลุ่มอ้างอิงจะมี อิทธิพลต่อบุคคลในกลุ่มทางด้านการเลือกพฤติกรรมการดำเนินชีวิต รวมทั้งทัศนคติและแนวคิดส่วนบุคคล เนื่องจากบุคคลต้องการให้เป็นที่ยอมรับของกลุ่ม จึงต้องปฏิบัติตามและยอมรับความคิดเห็น ต่างๆ จากกลุ่มอิทธิพล

2.3 บทบาทสถานภาพ (Roles and Status) เมื่อมนุษย์มีชีวิตที่เกี่ยวข้องอยู่ในสังคม เดียวกันจึงส่งผลให้แต่ละคนต้องมีบทบาทดำรงไว้อย่างน้อย 1 บทบาท ส่วนสถานภาพเป็นเรื่อง เกี่ยวกับตำแหน่งหน้าที่การงานและอาชีพ ดังนั้น บทบาทของผู้ใดก็ต้องวางสถานภาพให้สอดคล้องกัน

## (3) ปัจจัยส่วนบุคคล (Personal Factors) ทำให้การตัดสินใจซื่อแตกต่างกัน ได้แก่

3.1 อายุ (Age) จะเป็นตัวกำหนดความต้องการในสินค้านั้นๆ เช่น สินค้าประเภทนม เมื่อเป็นเด็กทารกต้องดื่มนมผงขละลาย พอเข้าวัยเรียนก็เปลี่ยนมาเป็นดื่มนมกล่อง (U.H.T.) พอ มาถึงวัยทำงานก็มาดื่มนมเปรี้ยว ดังนั้นจะเห็นว่า สินค้าชนิดหนึ่งที่เหมาะกับผู้บริโภควัยหนึ่ง ไม่ได้ หมายความว่า จะเหมาะกับผู้บริโภควัยอื่นด้วย

3.2 วัฏจักรของผู้บริโภค (Life Cycle Stage) วัฏจักรแต่ละช่วงชีวิตจะหมุนเวียน เปลี่ยนไปตามอายุและบทบาทที่ดำรงอยู่ ซึ่งแต่ละช่วงจังหวะชีวิตจะเป็นตัวกำหนดความต้องการที่ แตกต่างกันไป

3.3 อาชีพ (Occupation) หากผู้บริโภคเป็นผู้ใช้แรงงานก็อาจไม่จำเป็นต้องสนใจวิถี ความเป็นอยู่ นอกจากเรื่องปัจจัย 4 แต่หากผู้บริโภคเป็นพนักงานของบริษัทเอกชนอาจมีความ

จำเป็นต้องแต่งกายให้ดูดีสมสถานการณ์ ละหากผู้บริโภคอยู่ในสถานการณ์ที่สูงขึ้นไปอีกสัญลักษณ์ของความสำเร็จทั้งหลายก็จะมีค่ามากขึ้น อาชีพจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานเบื้องต้นที่สุดที่สามารถนำมาวิเคราะห์เพื่อคาดการณ์ถึงความต้องการได้ อาชีพของแต่ละบุคคลจะนำไปสู่ความจำเป็นและความต้องการสินค้าและบริการที่แตกต่างกัน เพราะอาชีพจะบ่งบอกถึงสถานภาพการยอมรับจากสังคมและรายได้ เป็นต้น

3.4 การศึกษา (Education) ผู้ที่มีการศึกษาสูงกว่ามีแนวโน้มจะบริโภคผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีมากกว่าผู้ที่มีการศึกษาน้อยกว่า

3.5 สถานะการเงิน (Economic Circumstances) นอกจากเงินเดือนที่ได้จากการทำงานแล้ว ยังรวมถึงรายได้อื่นๆ เช่น เงินค่าจ้างพิเศษ เงินโบนัส เงินออม เงินที่ได้จากการให้เช่าทรัพย์สิน บุคคลที่มีภาวะทางการเงินมั่นคงย่อมมีโอกาสเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ได้มากกว่าผู้ที่มีสถานะทางการเงินไม่มั่นคง

3.6 รูปแบบการดำเนินชีวิต (Lifestyle) มีอิทธิพลทำให้เกิดความต้องการผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน รูปแบบการดำเนินชีวิตของคนรับราชการย่อมแตกต่างอย่างสิ้นเชิงกับรูปแบบการดำเนินชีวิตของคนทำงานบริษัทเอกชน

3.7 บุคลิกภาพ (Personality) หมายถึง ปัจจัยทางด้านอุปนิสัย ซึ่งมีผลต่อการตัดสินใจซื้อ เช่น เป็นคนมีความเชื่อมั่นในตนเอง เป็นคนที่ถูกชักจูงหรือโน้มน้าวใจได้ง่าย เป็นต้น

#### (4) ปัจจัยทางจิตวิทยา (Psychology Factors)

4.1 แรงกระตุ้น (Motivation) เป็นตัวสร้างความต้องการให้เกิดขึ้นกับบุคคล ดังทฤษฎีลำดับขั้นความต้องการของอับราฮัม มาสโลว์ ซึ่งระบุว่าความต้องการของแต่ละบุคคลจะแตกต่างกันในแต่ละลำดับขั้น ดังนั้นความต้องการต่างกันการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆจึงแตกต่างกันด้วย

4.2 การรับรู้และเรียนรู้ (Perception and Learning) การรับรู้ หมายถึง ข้อมูลความรู้ จักคุ้นเคยของบุคคลที่มีต่อผลิตภัณฑ์ก่อนหน้าที่จะมีการใช้ผลิตภัณฑ์นั้น เช่น ผู้บริโภคได้รับรู้จากสื่อโฆษณาทางโทรทัศน์ว่าน้ำยาปรับผ้านุ่มหอมนานถึง 5 วัน เป็นต้น ส่วนการเรียนรู้เป็นประสบการณ์เดิมที่เกิดขึ้นภายหลังจากที่ผู้บริโภคได้ทดลองใช้ผลิตภัณฑ์และทราบว่าผลิตภัณฑ์นั้นเป็นอย่างไร ดีหรือไม่ เหมาะสมหรือไม่ สอดคล้องกับที่รับรู้มาก่อนการใช้ผลิตภัณฑ์หรือไม่ เช่น น้ำยาปรับผ้านุ่มหอมนานถึง 5 วันหรือไม่ เป็นต้น

4.3 ความเชื่อและทัศนคติ (Belief and Attitude) ความเชื่อดังกล่าวมีทั้งที่มีเหตุผลสนับสนุนหรือปราศจากเหตุผลสนับสนุนก็ได้ เช่น ผงซักฟอกที่ดีต้องมีฟองเยอะๆ และมีจุดสีๆใส่ลงไปเพื่อให้ผ้าสะอาดยิ่งขึ้นทั้งๆที่ผู้เชี่ยวชาญผงซักฟอกเคยยืนยันว่าฟองเยอะๆไม่ได้ช่วยให้ผ้าสะอาดขึ้นเลย มีหน้าซ้ำยังล้างน้ำออกยาก ทำให้เปลืองน้ำและเป็นมลภาวะทางน้ำเพิ่มขึ้น ความเชื่อนี้คงยากที่จะเปลี่ยนแปลงได้ แต่ผู้ผลิตเองก็ยังใส่สารเพิ่มฟองต่อไป เป็นต้น ความเชื่อที่ยึดมั่นดังกล่าว ส่งผลให้ผู้บริโภคมีทัศนคติหรือความรู้สึกต่อผลิตภัณฑ์แตกต่างกันไป ทั้งในแง่บวกและแง่ลบ

## 2.9 ข้อมูลเกี่ยวกับหลักการออกแบบ

### 2.9.1 ความหมายของการออกแบบ

การออกแบบคือการใช้ความคิดในการเลือกใช้วัสดุเพื่อสร้างสรรค์งานศิลปะให้มีหน้าที่ใช้สอยตามความต้องการทั้งในด้านอัตตะประโยชน์และความงามในรูปร่างลักษณะตลอดทั้งรูปทรง ในทางศิลปะให้คำจำกัดความการออกแบบว่า “การรวมมูลฐานของทางศิลปะทั้งหลายเข้าด้วยกันด้วยการเลือกหรือจัดไม่ว่าจะจัดด้วยวัสดุอะไรผู้ออกแบบจะต้องนำเอาสิ่งนั้นไปใช้คือเส้นรูปร่างรูปทรงสีช่องว่างและความงามของพื้นผิว”

### 2.9.2 ความจำเป็นที่ต้องมีในการออกแบบ

- (1) เป็นเครื่องช่วยในการถ่ายทอดทางความคิดและความรู้สึกของตนให้ผู้อื่นทราบและเข้าใจ โดยการใช้เส้นสีรูปร่างนำมาประกอบกันให้เป็นรูปร่างโดยให้ผู้อื่นมีความเข้าใจในสิ่งนั้นด้วย
- (2) เป็นการช่วยในการวางรูปหรือโครงสร้างนั้นๆให้เหมาะสมกับหน้าที่และการใช้สอย
- (3) ช่วยให้ผู้พบเห็นเกิดความรู้สึกคล้อยตามในด้านความงามและคุณค่า
- (4) เป็นส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้เกิดการค้นคว้าทดลองทั้งในด้านวัสดุและวิธีการใหม่ๆ

### 2.9.3 คุณสมบัติของผู้ออกแบบที่ดี

- (1) ต้องเป็นผู้ที่มีประสบการณ์มากมายและหลักการต่างๆที่จะนำมาใช้นั้นควรตั้งอยู่บนประสบการณ์ที่ได้พบเห็นมาในชีวิต
- (2) ศึกษาความต้องการของคนเพราะการออกแบบที่ดีนั้นต้องมาจากความเป็นจริงและสามารถสนองความต้องการของคนในขณะนั้นได้
- (3) มีความคิดริเริ่มและสร้างสรรค์สามารถที่จะสร้างสรรค์งานออกมาด้วยความสามารถของตน
- (4) สามารถถ่ายทอดความคิดของตนออกมาให้ผู้อื่นเข้าใจได้โดยการเขียนเป็นรูปร่างหรือหุ่นจำลอง
- (5) มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องวัสดุต่างๆและกระบวนการทำงานเป็นอย่างดี

### 2.9.4 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบ

งานออกแบบเป็นผลรวมขั้นสุดท้ายจากกระบวนการของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องรวมกันพัฒนาแบบ ดังนั้น งานออกแบบที่ดีจึงเกิดขึ้นจากการทำงานประสานกันอย่างรอบคอบในการรวบรวมข้อมูล การแยกแยะ และการจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนความสามารถในการเชื่อมโยง องค์ประกอบต่างๆในงานออกแบบเข้าด้วยกันเป็นอย่างดี จนทำให้เหลือปัญหาตกค้างอยู่น้อยที่สุด

### 2.9.5 ประโยชน์ใช้สอย

ประโยชน์ใช้สอยเป็นศูนย์กลางของการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงถึงประการแรก เพราะถ้าการออกแบบที่นำมาพิจารณาขาดความเหมาะสมทางการใช้สอย ตลอดจนไม่ให้ความสะดวกสบายและความปลอดภัย ก็นับว่าเป็นความสิ้นเปลืองและความสูญเปล่า ประโยชน์ใช้สอยมีผลต่อการเลือกใช้ ลักษณะรูปทรง วัสดุและกรรมวิธีการผลิต งานออกแบบที่ดีอย่างแท้จริงจึงเป็นงานที่มีประโยชน์ครอบคลุมตั้งแต่ก่อนการใช้งาน ขณะการใช้งานและภายหลังการใช้งานเสร็จแล้ว ลักษณะถูกต้องสอดคล้องกับสรีระส่วนที่ใช้งาน จึงไม่ก่อให้เกิดการเมื่อยล้า อันเป็นการบั่นทอนประสิทธิภาพในการทำงาน

### 2.9.6 ความงาม

ความงามมักเกิดขึ้นจากลักษณะโดยรวมของรูปทรงตลอดจนการตกแต่งหน้าตาของงานออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าด้านประโยชน์ใช้สอยลักษณะความงามของงานออกแบบควรพิจารณาตามประเภทหรือธรรมชาติเฉพาะอย่าง และทำขึ้นให้เหมาะสมกับผู้ใช้งานเฉพาะกลุ่ม ดังนั้นลักษณะของหน้าตาที่ปรากฏจึงควรสามารถสื่อถึงลักษณะการใช้งานและอยู่ในแนวทางที่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน จึงเรียกได้ว่าเป็นงานออกแบบ ที่มีความสวยงามอย่างถูกต้อง นอกจากนี้มีลักษณะหน้าตาที่สื่อได้เหมาะสมดังกล่าวแล้ว งานออกแบบที่ดียังต้องมีลักษณะเฉพาะซึ่งสามารถสร้างความสนใจต่อผู้พบเห็นมีความใหม่และมีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานออกแบบที่มีอยู่ทั่วไป

### 2.9.7 การเลือกใช้วัสดุและคุณภาพการผลิต

ในปัจจุบันนักออกแบบมีทางเลือกอย่างกว้างขวาง สำหรับการนำวัสดุต่างๆ ตลอดจนเทคโนโลยี ทางการผลิตที่มีความก้าวหน้ามาใช้กับงานออกแบบ ลักษณะของการออกแบบที่ดีควรมีการเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอย ในด้านความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ผลิตได้ง่าย ไม่ก่อให้เกิดความสูญเสียระหว่างการผลิต และเป็นกรรมวิธีที่ทำให้งานออกแบบมีความประณีตเรียบร้อยปราศจากตำหนิ แม้ในส่วนรายละเอียดให้สังเกตเห็นได้ ลักษณะโดยรวมที่เกิดจากการรู้จักเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตอย่างถูกต้องช่วยให้งานออกแบบมีคุณภาพดี อันเป็นคุณค่าที่สำคัญสำหรับงานออกแบบในปัจจุบัน ซึ่งผู้บริโภคมีมาตรฐานการดำรงชีวิตที่ดีขึ้นและต้องการงานออกแบบที่มีคุณภาพสูงและมีความต้องการของตลาด ดังนั้นในการกำหนดกฎเกณฑ์ การทำประเมินผลมักมาจาก หัวข้อหลักๆ ดังกล่าว โดยมีรายละเอียดโดยเน้นความสำคัญแตกต่างกันไปตามลักษณะเฉพาะของงานออกแบบแต่ละประเภท ดังนั้นเพื่อเป็นแนวทางการพิจารณาการสร้างหลักเกณฑ์การประเมินผลสำหรับงานออกแบบ ในที่นี้จึงได้รวบรวมหลักเกณฑ์ที่ใช้ทั่วไป ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อหลักๆ ดังต่อไปนี้

**(1) หลักเกณฑ์ทางการออกแบบ (Design Aspect)****1.1 ประโยชน์ใช้สอยทางกายภาพ (Practical Function)**

ความสะดวกง่ายต่อการใช้งาน

ความเหมาะสมถูกต้องตามสรีระของผู้ใช้

ความปลอดภัย

การบำรุงรักษา

ความแข็งแรงทนทาน

**1.2 ความงาม (Aesthetic Function)**

ความงามจากการจัดองค์ประกอบ

ความงามอย่างเหมาะสมกับประเภทของงานออกแบบ

ความมีคุณค่า มีราคา

ความมีเอกลักษณ์ที่น่าสนใจ

**(2) หลักเกณฑ์ทางการผลิต (Production Aspect)**

การเลือกใช้วัสดุที่มีราคาที่เหมาะสม

การเลือกใช้วัสดุที่มีในท้องตลาด

การเลือกใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติเหมาะสมกับการใช้งานและการผลิต

**(3) หลักเกณฑ์ทางการตลาด (Marketing Aspect)**

ราคาและลักษณะตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

การสื่อให้เกิดความมั่นใจในตัวสินค้า

การแสดงผลภาพพจน์และความน่าเชื่อถือของผู้ผลิต

การคำนึงถึงปัญหาต่อสภาพแวดล้อม

**2.10 กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์**

นักออกแบบผลิตภัณฑ์สามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ถูกต้องตามความต้องการของตลาด โดยพิจารณาตามหัวข้อดังต่อไปนี้

(1) ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ของผลิตภัณฑ์นั้นๆ มีมาอย่างไรบ้าง มีการปรับปรุงหรือพัฒนาไปได้ไกลเพียงใด

(2) หน้าที่ใช้สอยผลิตภัณฑ์ชนิดเดียวกันกับที่จะทำการออกแบบใหม่นั้นมีมาอย่างไรบ้าง และควรจะปรับปรุงส่วนใดบ้าง เพื่อให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอย

(3) ความสะดวกสบายในการใช้ คือ ผลิตภัณฑ์นั้นมีความสัมพันธ์กันกับผู้ใช้อย่างเหมาะสมหรือไม่เพียงใด

- (4) ความปลอดภัย ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงความปลอดภัยอย่างไรบ้าง เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในบ้าน
- (5) ความสะอาดของผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรจะทำอย่างไรจึงจะช่วยรักษาความสะอาดได้ง่าย
- (6) การเก็บรักษา ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรจะทำอย่างไร จึงจะช่วยประหยัดเนื้อที่ในการเก็บรักษา เช่น สามารถพับได้วางซ้อนกันได้เมื่อยังไม่มีการนำมาใช้
- (7) รูปร่าง ผลิตภัณฑ์ควรมีรูปร่างที่สวยงามและเหมาะสมกับการใช้งาน
- (8) สี ควรใช้สีอย่างไร จึงเหมาะสมกับชนิดของผลิตภัณฑ์นั้นๆและสัณนิษของลูกค้ำเป็นอย่างไร
- (9) โครงสร้างผลิตภัณฑ์ควรมีโครงสร้างเป็นอย่างไรต้องการความแข็งแรงมากน้อยแค่ไหน การกำหนดอายุการใช้งาน
- (10) วัสดุออกแบบควรเลือกหาวัสดุใหม่ๆที่เหมาะสมกับการใช้งานให้มากที่สุด เช่น ผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวกับความร้อนความเย็นควรมีความแตกต่างกันอย่างไรจึงจะเหมาะสมและประหยัด
- (11) กรรมวิธีการผลิตผลิตภัณฑ์ควรมีเทคนิคในการผลิตอย่างไร จึงจะสะดวกรวดเร็วที่สุด
- (12) ความประณีตของผลิตภัณฑ์บางชนิดต้องการความปราณีต
- (13) การบรรจุ ผลิตภัณฑ์ควรมีการบรรจุอย่างไรจึงจะปลอดภัยไม่เกิดการเสียหายได้ง่าย ตั้งแต่เริ่มส่งออกจากโรงงานไปยังตลาดจนถึงผู้บริโภค
- (14) รายละเอียดผลิตภัณฑ์มีแบบอย่างไรบ้างควรจะทำให้ครบถ้วนเพื่อประกอบการวิจัย และตัดสินใจในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชนิดใหม่
- (15) ผลิตภัณฑ์นี้บริษัทเป็นผู้ผลิตโดยใช้สัญลักษณ์หรืออะไรช้อย่างไรให้เกิดความสัมพันธ์กัน
- (16) ราคา นักออกแบบควรคำนึงถึงราคาของผลิตภัณฑ์ประกอบการพิจารณาในการออกแบบด้วยเพื่อให้ได้ทราบว่าควรเพิ่มเข้าไปหรืออะไรควรตัดออกเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสม
- (17) ความทนทานของผลิตภัณฑ์ควรทนทานและเหมาะสมกับระยะเวลาการใช้งานและ คุ่มค้ำกับจำนวนเงินที่ลูกค้าลงทุนซื้อไปใช้ (มานะ อินพรมมี. 2555 : 29-30)

## 2.11 หลักการ 3Rs

การจัดการของเสียตามหลัก 3Rs หมายถึง การจัดการของเสียที่ให้ความสำคัญในการลดการเกิดของเสียให้เหลือน้อยที่สุดเป็นลำดับแรก โดยมุ่งเน้นการใช้วัตถุดิบหรือทรัพยากรการผลิตอย่างมีประสิทธิภาพ ต่อมาเมื่อเกิดของเสียแล้วต้องพยายามหาแนวทางการนำกลับไปใช้ซ้ำหรือใช้ใหม่ให้ได้มากที่สุด โดยพิจารณาถึงศักยภาพการใช้ประโยชน์ของของเสียแต่ละประเภทและกฎหมายที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เหลือของเสียที่จะต้องบำบัดและกำจัดในปริมาณน้อยที่สุด โดยเลือกใช้วิธีการกำจัดของเสียเป็นวิธีสุดท้าย ซึ่ง หลักการ 3Rs ประกอบไปด้วย

- (1) การลดหรือใช้น้อยเท่าที่จำเป็น (Reduce)
- (2) การใช้ซ้ำ (Reuse)
- (3) การแปรรูปมาใช้ใหม่ (Recycle)

### 2.11.1 ขั้นตอนการประยุกต์ใช้หลัก 3Rs

โรงงานอุตสาหกรรมที่จะนำหลัก 3Rs ไปประยุกต์ใช้จัดการของเสียภายในโรงงานนั้น จะต้องเริ่มจากการที่ผู้บริหารมีความมุ่งมั่นและให้ความสำคัญ มีการกำหนดแนวทางและผู้รับผิดชอบอย่างชัดเจน ดำเนินงานอย่างเป็นระบบ และมีการติดตามตรวจสอบอย่างต่อเนื่อง ดังนี้

#### (1) มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงาน

องค์กรจะต้องตระหนักถึงความสำคัญในการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs โดยผู้บริหารให้การสนับสนุนและกำหนดผู้รับผิดชอบที่ทำหน้าที่ดูแลกิจกรรมด้านการจัดการของเสียภายในโรงงาน รวมถึงกำหนดนโยบายและเป้าหมายที่ชัดเจนในการลดปริมาณของเสียที่ต้องกำจัดให้เหลือน้อยที่สุด

#### (2) กำหนดแนวทางและเป้าหมายที่ชัดเจน

องค์กรจะต้องมีการวิเคราะห์การเกิดของเสียที่ครอบคลุมในทุกขั้นตอนการผลิต และทุกกิจกรรมภายในโรงงาน พร้อมทั้งวิเคราะห์และคัดเลือกแนวทางที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการจัดการของเสียรวมถึงจัดลำดับความสำคัญหรือความเร่งด่วนของแนวทางที่คัดเลือกและจัดทำแผนงานการจัดการของเสียภายในโรงงานเพื่อให้บรรลุตามเป้าหมาย

#### (3) มีการดำเนินงานอย่างเป็นระบบ

องค์กรจะต้องกำหนดและนำมาตราฐานมาใช้สำหรับวิธีการปฏิบัติงานที่เกี่ยวข้องกับการจัดการของเสีย รวมถึง พัฒนาและส่งเสริมให้พนักงานทุกระดับมีการดำเนินการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs เพื่อให้เกิดการพัฒนาการด้านการจัดการของเสียอย่างต่อเนื่อง

#### (4) มีการติดตามตรวจสอบ

องค์กรจะต้องประเมินประสิทธิภาพการจัดการของเสียในโรงงาน และวิเคราะห์สาเหตุหรือข้อบกพร่องต่างๆ ที่ทำให้การจัดการของเสียของโรงงานยังไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่บรรลุตามเป้าหมาย รวมทั้งมีการปรับปรุงและพัฒนากิจกรรมด้านการจัดการของเสียภายในโรงงานตามหลัก 3Rs อย่างต่อเนื่อง

### 2.11.2 แนวทางการคัดเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs

การเลือกวิธีการจัดการของเสียตามหลัก 3Rs ที่สอดคล้องกับประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม เรื่อง การกำจัดปฏิภูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้ว พ.ศ.2548 ทั้ง 5 วิธี ดังนี้

### (1) การคัดแยกประเภทเพื่อจำหน่ายต่อ (Sorting)

ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตราย เช่น เศษไม้ เศษกระดาษ เศษพลาสติกหรือยางสังเคราะห์ เศษผ้า เศษโลหะต่างๆ ที่ไม่อยู่ในรูปของเกลือโลหะ

### (2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (Reuse)

#### 2.1 การใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน

โดยส่วนใหญ่เป็นการนำกลับเข้ากระบวนการผลิตใหม่ (Re-process) ภายในโรงงาน เช่น การนำพลาสติกมาบดและหลอมซ้ำภายในโรงงาน

#### 2.2 การส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ

ใช้เฉพาะกับการส่งภาชนะบรรจุคืนโรงงานผู้ผลิตเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ เช่น การส่งถังบรรจุกรด-ด่าง คืนสู่โรงงานผู้ผลิต หรือ ผู้แบ่งบรรจุ การส่งถังน้ำมันหล่อลื่นคืนโรงงานผู้ผลิต เป็นต้น

### (3) การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก (Recycle)

#### 3.1 การใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน

เป็นการนำของเสียที่มีค่าความร้อนและมีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์ เช่น น้ำมันเครื่อง หรือน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้ว เศษผ้าปนเปื้อนน้ำมัน

#### 3.2 การใช้เป็นเชื้อเพลิงผสม

เป็นการนำของเสียมาผ่านกระบวนการปรับคุณภาพ หรือ ผสมกันเพื่อให้เป็นเชื้อเพลิงผสม เช่น กระดาษหรือผ้าปนเปื้อนสี หรือน้ำมัน หรือตัวทำลาย กากตะกอนน้ำมัน น้ำที่ปนเปื้อนน้ำมัน

#### 3.3 เผาเพื่อเอาพลังงาน

เป็นการนำของเสียที่มีสภาพเหมาะสมไปเป็นเชื้อเพลิง เช่น กะลาและเส้นใยปาล์ม นำมาเป็นเชื้อเพลิงในหม้อไอน้ำ

#### 3.4 เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์

ใช้เฉพาะกับของเสียที่มีองค์ประกอบของวัตถุดิบหลักที่ใช้ในการผลิตปูนซีเมนต์ ได้แก่ แคลเซียม อะลูมินา เหล็ก หรือซิลิกา เช่น ทรายขัดผิวที่ใช้แล้ว ฝุ่นเหล็ก ผงเหล็กจากการขัด หรือการเจียร

#### 3.5 การนำกลับไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีอื่นๆ

เป็นการนำของเสียไปใช้ประโยชน์ด้วยวิธีอื่นๆ นอกเหนือจากที่กล่าวมา เช่น การส่งน้ำมันเครื่องหรือน้ำมันหล่อลื่นใช้แล้วให้โรงงานผลิตสีทาบ้านหรือสีน้ำมัน การส่งยางรถยนต์หมดสภาพให้โรงงานสกัดน้ำมันดีเซล การนำเศษผ้าหรือเศษด้ายหรือเศษฟองน้ำไปใช้ทำพรมเช็ดเท้า ยัดตุ๊กตาหรือที่นอน

#### (4) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recovery)

##### 4.1 การนำเข้ากระบวนการนำสารตัวทำละลายกลับมาใหม่

เป็นการนำของเสียประเภทสารตัวทำละลายส่งให้โรงงาน เพื่อกลั่นและนำกลับมาใช้ใหม่ เช่น โทลูอีน ไซลีน เมธิลีนคลอไรด์ ไตรคลอโรเอทธิลีน อะซิโตน

##### 4.2 การนำเข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่

เป็นการนำของเสียที่มีองค์ประกอบของโลหะส่งให้โรงงาน เพื่อนำไปผ่านกระบวนการสกัดหรือนำโลหะกลับมาใหม่ เช่น การสกัดเงินจากน้ำยาล้างฟิล์ม การสกัดแยกโลหะชนิดต่างๆ

##### 4.3 การนำเข้ากระบวนการคืนสภาพกรดต่าง

เป็นการนำของเสียประเภทกรดต่าง เช่น กรดซัลฟูริก ส่งให้โรงงาน เพื่อนำไปผ่านกระบวนการปรับคุณภาพเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

#### (5) การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ

##### 5.1 การนำไปถมที่

ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตราย ซึ่งมีองค์ประกอบของดิน หิน ปูน ทราย

##### 5.2 การหมักทำปุ๋ยหรือสารปรับปรุงดิน

ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตราย เช่น เศษชิ้นส่วนพืช จำพวกทะเลสาบปาล์ม เปลือกมันสำปะหลัง เศษชิ้นส่วนสัตว์

##### 5.3 การทำอาหารสัตว์

ใช้เฉพาะกับของเสียที่ไม่เป็นอันตราย มี 2 ลักษณะ 1.การนำไปใช้เป็นอาหารเลี้ยงสัตว์ ได้แก่ เศษแป้ง หรือเส้นหมี่จากข้าว เปลือกและแกนข้าวโพด 2.การนำไปผลิตหรือผสมอาหารสัตว์ ได้แก่ ก้างปลา เศษปลา หัวกุ้ง เปลือกกุ้ง

#### 2.11.3 แนวปฏิบัติที่ดีสำหรับการจัดการของเสียแบบผสมผสานตามหลัก 3Rs

การจัดการของเสียแบบผสมผสาน (Integrated Waste Management) หมายถึง การดำเนินการจัดการของเสียที่เหมาะสมกับลักษณะสมบัติของของเสีย ด้วยการคำนึงถึงการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติและพลังงาน รวมทั้งการป้องกันรักษาสิ่งแวดล้อมให้มีคุณภาพที่ดีอย่างยั่งยืน

การจัดการของเสียแบบผสมผสานนี้จะต้องประกอบด้วยแนวคิดการจัดการที่เริ่มตั้งแต่การลดการเกิดของเสียที่แหล่งหรือกระบวนการที่ก่อให้เกิดของเสีย (Source Reduction) การใช้ซ้ำของเสียหรือวัสดุที่ยังใช้งานได้ (Reuse) การหมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) ในรูปแบบต่างๆ ก่อนที่จะนำส่วนที่ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ใดๆ ได้อีกไปบำบัด (Treatment) และการกำจัดของเสีย (Disposal) อย่างปลอดภัย (สำนักบริหารจัดการกากอุตสาหกรรม กรมโรงงานอุตสาหกรรม 2555. : 15-22)

#### 2.11.4 แนวทางการพัฒนาสู่สังคม 3Rs

(1) ในขั้นตอนการออกแบบและการผลิต เน้นการประหยัดวัตถุดิบ (ซึ่งรวมถึงลดเศษวัสดุต่างๆในกระบวนการผลิต) โดยคำนึงถึงความคงทนของวัสดุและผลิตภัณฑ์ทั้งที่ยังออกแบบเพื่อการถอดประกอบปรับเปลี่ยนชิ้นส่วน เพื่อลดการทิ้งผลิตภัณฑ์ทั้งชิ้นเมื่อชำรุด และทำบัญชีวัสดุของแต่ละผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้บริโภคนำข้อมูลไปใช้ในการคัดแยกหรือนำไปใช้ในการรีไซเคิลได้

(2) ภาครัฐใช้นโยบายจัดซื้อจัดจ้างงานบริการและผลิตภัณฑ์หรือวัตถุดิบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Procurement) และเป็นผู้นำในการปฏิบัติ เพื่อเป็นการกระตุ้นให้สังคมเกิดการผลิตและการบริโภคที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (Green Manufacturing & Consumption)

(3) การจัดการวัสดุและการนำกลับมาใช้ เป็นขั้นตอนที่สำคัญ โดยผู้บริโภควรมีข้อมูลการทิ้งสิ่งของใช้แล้วหรือสิ่งของที่ไม่ต้องการ รวมทั้งมีข้อมูลด้านพื้นที่ที่เก็บรวบรวมของเหลือใช้เหล่านี้ เพื่อนำกลับมาสู่กระบวนการรีไซเคิล ตัวอย่าง เช่น โครงการ “คืนเงิน” หรือ “ซื้อคืน” (Buy-back Program) ช่วยให้ผู้บริโภคใส่ใจต่อของเหลือทิ้งและส่งเสริมการกำจัดอย่างมีประสิทธิภาพ ดังจะเห็นได้จากความสำเร็จของตู้รับคืนเงินค่ากระป๋องอลูมิเนียมบรรจุน้ำอัดลม

(4) การกำจัดขยะขั้นสุดท้าย (หลังขั้นตอนรีไซเคิลแล้ว) คือการนำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงและฝังกลบ ซึ่งเพื่อป้องกันมลภาวะและการแพร่กระจายของสารต้องห้ามอย่างเหมาะสม (สิงห์ อินทรชูโต. 2556 : 30)

### 2.12 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาปัญหาและคุณสมบัติเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

ชลธิชา หอละเอียต และ มนชญา ดุสยากร. (2549) ศึกษาวิจัยเรื่อง **การเวียนใช้ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต** เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยกระบวนการหล่อ จัดเป็นขยะอุตสาหกรรมที่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและราคาต้นทุนการผลิต โครงการวิจัยนี้เป็นโครงการวิจัยที่นำเสนอทางเลือกใหม่ที่สามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตและขยะเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เกิดขึ้นจากกระบวนการผลิต โดยการนำเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาใช้ร่วมกับวัตถุดิบเริ่มต้น ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยกระบวนการหล่อ ได้แก่ปริมาณเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต และปริมาณตัวริเริ่มปฏิกิริยาการทดสอบสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่เตรียมได้จากการผสมเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผลการศึกษาแสดงให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตร่วมกับวัตถุดิบเริ่มต้นในการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต ท้ายสุดของงานวิจัยยังได้มีการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยอาศัยข้อมูลวัฏจักรชีวิตที่เกี่ยวข้องกับสิ่งแวดล้อมและสมบัติของวัสดุ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการลดลงของผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจากการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการนำเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตกลับมาใช้ใหม่โดยใช้วิธีการผลิตแผ่นขึ้นรูปร่วมกับวัตถุดิบเริ่มต้นเพื่อลดปริมาณการใช้หน้ายา MMA

อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. (2549) ศึกษาวิจัยเรื่อง การวิเคราะห์การใช้พลังงานในกระบวนการ **ต้มแผ่นอะคริลิก** การศึกษาการใช้พลังงานของโรงงานผลิตแผ่นอะคริลิก เพื่อวิเคราะห์การใช้พลังงาน และหาแนวทางการปรับปรุงการใช้พลังงานในกระบวนการผลิตแผ่นอะคริลิก โรงงานผลิตแผ่นอะคริลิก มีกำลังการผลิตประมาณ 4,200 ตัน/ปี มีค่าการใช้พลังงานรวมจำเพาะเฉลี่ย 13,546 เมกะจูล/ตันผลผลิต แบ่งเป็นพลังงานไฟฟ้า 10 เปอร์เซ็นต์ และพลังงานความร้อนจากถ่านหินบิทูมินัส 90 เปอร์เซ็นต์ เพื่อผลิตไอน้ำจ่ายให้กระบวนการผลิตในอัตรา 2.14 ตัน/ชั่วโมง ที่ความดัน 6.5 บาร์ โดยไอน้ำ ร้อยละ 52 ของไอน้ำที่ผลิตจะถูกฉีดเข้าไปในบ่อความร้อนเพื่อให้ความร้อนกับน้ำยาอะคริลิกที่อยู่ในแม่พิมพ์ซึ่งกระบวนการนี้เรียกว่า “กระบวนการต้ม” และควบคุมอุณหภูมิไว้ที่ 63.5 องศาเซลเซียส โดยมีบ่อต้มทั้งหมด 7 บ่อ ทำงานเป็นงวด ดังนั้นในการวิเคราะห์การใช้พลังงานจึงเน้นไปในส่วนของการวิเคราะห์การใช้พลังงานความร้อนในกระบวนการต้ม

ผลการวิเคราะห์กระบวนการผลิตแผ่นอะคริลิกพบว่า การใช้พลังงานจำเพาะเฉลี่ยสำหรับกระบวนการทั้งหมดอยู่ในช่วง 9,226 ถึง 13,674 เมกะจูล/ตันผลผลิต ซึ่งขึ้นอยู่กับจำนวนของผลิตภัณฑ์ในช่วง 675 ถึง 334 ตัน/เดือน ตามลำดับ ในขณะที่การใช้งานจำเพาะของกระบวนการต้มอยู่ในช่วง 3,741 ถึง 6,383 เมกะจูล/ตันผลผลิตที่อัตราการผลิตของบ่อต้มอยู่ในช่วง 19.24 ถึง 11.37 ตัน/วัน ตามลำดับ จากการวิเคราะห์พบว่า มีการสูญเสียความร้อน มวลน้ำและไอน้ำ จากการที่ฉีดไอน้ำเข้าไปในบ่อต้ม ดังนั้นจึงได้เสนอแนวทางที่จะปรับปรุงการใช้พลังงานเป็น 3 วิธี โดยวิธีแรก คือ การจัดการด้านพลังงาน พบว่า ถ้าบ่อต้มสามารถผลิตแผ่นอะคริลิกในปริมาณที่มากกว่า 17.58 ตัน/วัน ขึ้นไป จะทำให้ค่าพลังงานความร้อนจำเพาะต่ำกว่า 4,210 เมกะจูล/ตันผลผลิต วิธีที่ 2 คือ การลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานโดยการติดตั้งอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อนในกระบวนการต้ม ซึ่งให้ความร้อนแก่บ่อต้มโดยฉีดไอน้ำผ่านท่อทองแดงที่ติดตั้งในบ่อต้ม โดยจะได้คอนเดนเสทกลับไปอุ่นน้ำป้อนหม้อไอน้ำและต้องเติมน้ำดิบเข้าบ่อต้มเพื่อรักษาระดับน้ำในบ่อต้ม จากการวิเคราะห์ พบว่า เมื่อเติมน้ำดิบแทนไอน้ำในอัตรา 1.1147 ตัน/ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับปริมาณไอน้ำในระบบก่อนปรับปรุง จะสามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 136,474 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 1.80 ปี แต่จากการตรวจสอบระดับน้ำในบ่อต้มพบว่า มีระดับน้ำในบ่อต้มสูงเกินความจำเป็นประมาณ 20 เซนติเมตร ดังนั้นจึงทำการปรับลดระดับน้ำลง 50 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 335,122 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.65 ปี ถ้าปรับระดับน้ำลง 75 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 444,123 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.48 ปี และถ้าปรับลดระดับน้ำลง 100 เปอร์เซ็นต์ สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานได้ 548,848 บาท/ปี ระยะเวลาคืนทุน 0.39 ปี และวิธีที่ 3 คือการนำคอนเดนเสทจากกระบวนการอื่นมาใช้แทนไอน้ำบางส่วนในกระบวนการต้มซึ่งพบว่า แนวทางดังกล่าวไม่สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงานลงได้

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการวิเคราะห์การใช้พลังงานในการต้มแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อให้ทราบว่าการผลิตแผ่นใหม่แต่ละครั้งนั้นต้องใช้พลังงานเป็นปริมาณเท่าใดและทำการค้นหาวิธีลดการใช้พลังงานในการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต

สิริลักษณ์ ภัทรชัยสกุล และ สุวิภา รักรัษวงศ์ตระกูล. (2551) ศึกษาวิจัยเรื่อง **การเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปรในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหิน** การศึกษาการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปรในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหิน โดยเทคนิคการขึ้นรูปแบบหล่อผ่านกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบบัลค์ ตัวริเริ่มปฏิกิริยาที่ใช้ ได้แก่ เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (BPO) และเอโซบิส -2,4 - ไดเมทิลวาเลโรไนท์ (ABVN) ปัจจัยที่ศึกษา ได้แก่ ปริมาณสารเชื่อมขวาง (EGDM) ที่ใช้ในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปร ศึกษาคุณสมบัติเชิงกล คือ สมบัติความแข็งและศึกษาสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ สมบัติการต้านทานรังสีอัลตราไวโอเลต สมบัติการต้านความร้อนและสมบัติความทนต่อสารละลายกรด-ด่าง จากการศึกษาพบว่า ปริมาณ EGDM ที่ใช้ในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปรในอัตราส่วนร้อยละ 0.01 0.03 และ 0.05 โดยน้ำหนักไม่มีผลต่อการขึ้นรูปของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหิน ในด้านสมบัติเชิงกลและกายภาพของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินที่เตรียมได้ พบว่า สมบัติความแข็ง Shore D อยู่ในช่วง 87.65 – 87.80 สมบัติการต้านทานรังสีอัลตราไวโอเลตมีค่าการเปลี่ยนเฉดสีที่ 1.03-1.04 สมบัติการต้านทานความร้อนมีค่าการเปลี่ยนแปลงเฉดสีที่ 1.34 – 1.37 สมบัติความทนต่อการดัดขึ้น 1 โมลาร์ มีเปอร์เซ็นต์ของน้ำหนักที่หายไปอยู่ในช่วง 0.04 – 0.05 ที่ 30 นาที , 0.07 – 0.09 ที่ 60 นาที และ 0.07 – 0.13 ที่ 24 ชั่วโมง และสมบัติความทนต่อต่างเข้มข้น 1 โมลาร์ มี % ของน้ำหนักที่หายไปอยู่ในช่วง 0.13 – 0.15 ที่ 30 นาที , 0.15 – 0.17 ที่ 60 นาที และ 0.28 – 0.31 ที่ 24 ชั่วโมง นอกจากนี้ยังได้ทำการศึกษาถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยอาศัยข้อมูลวัฏจักรชีวิตของกระบวนการผลิตแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งผลที่ได้จากการศึกษาพบว่า แผ่นขึ้นงานที่มีการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปรจะสามารถลดผลกระทบที่เกิดขึ้นกับสิ่งแวดล้อมได้ดังนี้ ลดการใช้เมทิลเมทาคริเลตมอนอเมอร์ 342,880 กิโลกรัม/ปี ถ่านหิน 161,312.80 กิโลกรัม/ปี และน้ำมันเชื้อเพลิง 3,346.12 ลิตร/ปี นอกจากนี้ยังลดการปลดปล่อยก๊าซเรือนกระจกออกสู่บรรยากาศได้ คือ CO 626.70 กิโลกรัม/ปี CO<sub>2</sub> 431.72 กิโลกรัม/ปี N<sub>2</sub>O 5.92 กิโลกรัม/ปี NO<sub>x</sub> 1,278.30 กิโลกรัม/ปี และ CH<sub>4</sub> 41.98 กิโลกรัม/ปี

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการนำเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตกลับมาใช้ใหม่โดยการผสมลงกับวัตถุดิบเริ่มต้นโดยทำให้เกิดลวดลายที่มีลักษณะคล้ายหิน

ณัฐสินี สุขสุเสียง และ สาธิณี น้อย่าง. (2552) ศึกษาวิจัยเรื่อง **การเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อนจากการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต** ได้ทำการศึกษาทางเลือกใหม่ในการนำเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาแปรใช้ใหม่ในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อน ด้วยเทคนิคการขึ้นรูปด้วยกระบวนการหล่อ ผ่านกระบวนการพอลิเมอไรเซชันแบบ

มวบรวม โดยใช้ตัวริเริ่มปฏิกิริยา ได้แก่ เบนโซอิลเปอร์ออกไซด์ (BPO) ร้อยละ 0.01 โดยน้ำหนัก และ เอโซบิส -2,4- ไดเมทิลวาเลโรไนท์ (ABVN) ร้อยละ 0.03 โดยน้ำหนักจากการศึกษาพบว่า สารละลายที่มีการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต 4% สำหรับสีขาว และสารละลายที่มีการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตร้อยละ 3 สำหรับสีดำ และอัตราส่วนระหว่างสีขาวยกกับสีดำที่เหมาะสม คือ อัตราส่วนสีขาว : สีดำ เท่ากับ 90 : 10 จะทำให้แผ่นชิ้นงานที่ได้มีลวดลายคล้ายหินอ่อนธรรมชาติมากที่สุด การทดสอบสมบัติเชิงกล ได้แก่ ค่าความแข็ง ค่าการทนต่อแรงกระแทก ค่าการทนต่อแรงยึดดึง และการทดสอบสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ การทดสอบการทนต่อความเป็นกรด-ด่างและสารเคมี และการทดสอบการทนต่อการขีดถู พบว่า เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตไม่มีผลต่อสมบัติเชิงกลและสมบัติทางกายภาพของแผ่นชิ้นงาน และจากการศึกษาประสิทธิภาพเชิงนิเวศ เศรษฐกิจเปรียบเทียบระหว่างแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตธรรมดา แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อน และ แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อนที่มีการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต พบว่า แผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อนที่มีการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้ แนวโน้มความมีประสิทธิภาพเชิงนิเวศเศรษฐกิจสูงสุด ทั้งในมิติของสิ่งแวดล้อมและเศรษฐกิจ

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการนำเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตกลับมาใช้ใหม่โดยการผสมลงกับวัตถุดิบเริ่มต้นโดยทำให้เกิดลวดลายที่มีลักษณะคล้ายหินอ่อน

สมิง ออบมา. (2554) ศึกษาวิจัยเรื่อง **การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดพอลิเมทิลเมทาคริเลต** ศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวและความสึกหรอของคมตัด ในการกัดพลาสติกพอลิเมทิลเมทาคริเลต และใช้มีดกัด ชนิด 4 คมตัด ปัจจัยที่ใช้ศึกษาประกอบด้วย ความเร็วตัด อัตราป้อน และ ทิศทางตัด ผลการวิจัยพบว่าปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักต่อความเรียบผิวของงานกัดผิวด้านหน้า คือ อัตราป้อน และ ทิศทางตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสูงขึ้นคุณภาพผิวงานลดลงและทิศทางตัดทวนให้คุณภาพผิวงานดีกว่าทิศทางตัดตาม ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักต่อความเรียบผิวของงานกัดผิวด้านข้าง คือ อัตราป้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และ ความเร็วตัด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เมื่อเพิ่มอัตราป้อนสูงขึ้นคุณภาพผิวงานลดลง เมื่อความเร็วตัดสูงขึ้นจะทำให้คุณภาพผิวงานดีขึ้น ปัจจัยที่เป็นอิทธิพลร่วมที่มีต่อความเรียบของผิวของงานกัดผิวด้านข้าง คือ ทิศทางตัด กับ ความเร็วตัด และความเร็วตัด กับ อัตราป้อน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ปัจจัยที่มีอิทธิพลหลักต่อความสึกหรอคมตัดของมีดกัด คือ อัตราป้อนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยเมื่อเพิ่มอัตราป้อนให้สูงขึ้นค่าความสึกหรอของคมตัดเพิ่มมากขึ้น

จากงานวิจัยข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่าเป็นการทดลองหาผลลัพธ์ของคุณภาพผิวและการสึกหรอของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยผู้วิจัยทดลองในเรื่องของความเร็วในการตัด อัตราป้อน และ ทิศทางของการตัด เพื่อค้นหาค่าความเหมาะสมในการตัดแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตให้มีคุณภาพผิวงานที่ดี

## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินงานวิจัยเรื่อง การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ดังนี้

- 3.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 3.2 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 3.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
- 3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

โดยวิธีการวิจัยมีส่วนประกอบ ดังนี้

- (1) ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- (2) เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย
  - 2.1 ลักษณะของเครื่องมือ
  - 2.2 การสร้างเครื่องมือ
- (3) การเก็บรวบรวมข้อมูล
- (4) การวิเคราะห์ข้อมูล

#### 3.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

การศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีวิธีดำเนินการ ดังนี้

##### 3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 บริษัท โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informant) ที่มีความรู้เกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่ถูกตัดทิ้ง เพื่อนำมาวิเคราะห์และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์ จำนวน 3 บริษัท ได้แก่

1. คุณจักรพงศ์ สิทธิจิตวัฒน์ (ผจก.บริษัท นวนครพลาสติก จำกัด)
2. คุณอรณิชา ปูนบัณฑิตย์กุล (ผจก.บริษัท ศิลป์ฟ้าอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด)
3. คุณธัญลักษณ์ ธรรมธนวรรณ (ผจก.บริษัท เมืองใหม่พลาสติก จำกัด)

### 3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์ (Interview) โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Interview Guide) เป็นเครื่องมือที่ใช้สัมภาษณ์กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต เป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดปลายเปิด (Open ended question)

2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ มีวิธีการ ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลด้านวัสดุของพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตเพื่อสรุปประเด็นที่จะใช้ในการสัมภาษณ์ภายใต้กรอบแนวคิด กระบวนการออกแบบจากเศษวัสดุ ของ (สิงห์ อินทรชูโต. 2556 : 47-51) จำนวนทั้งหมด 9 ด้าน ผู้วิจัยได้พิจารณานำมาใช้จำนวน 3 ด้าน ได้แก่

- (1) ศึกษาวัสดุ
- (2) คัดแยกเศษวัสดุ
- (3) วิธีการผลิต

2.2 นำประเด็นคำถามที่จะนำไปใช้ในการสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวความคิดในการวิจัย IOC (Index Of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีเกณฑ์ในการตรวจสอบและพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

+1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
-1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ถ้าข้อคำถามใดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่ามีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ได้

โดยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาค่า IOC เพื่อหาความเที่ยงตรงในการประเมินข้อคำถามในเรื่องสภาพปัญหาและคุณสมบัติ มีดังนี้

1. รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง (อาจารย์ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)
2. รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

3. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

### 3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) ในขั้นตอนการศึกษาและรวบรวมข้อมูล ด้านปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลตโดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

### 3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ นำข้อมูลที่ได้มารวบรวมและวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบความเรียง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหา (Content Analysis) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

## 3.2 เพื่อศึกษาระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ศึกษาระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต โดยการลงพื้นที่ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลตในจังหวัดกรุงเทพมหานคร และปริมณฑล

### 3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลตของโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก จำนวน 3 คน โดยผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา ซึ่งเป็นผู้ให้ข้อมูลสำคัญ (Key informant) ที่มีความรู้เกี่ยวกับการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต เพื่อนำมาวิเคราะห์และนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต ได้แก่

1. คุณสุชาติ พวงมะลิ (ประสบการณ์ทำงาน 18 ปี)
2. คุณมานัส เมืองชัย (ประสบการณ์ทำงาน 23 ปี)
3. คุณปิยะกิตติ์ ฐิตะทรงทรัพย์ (ประสบการณ์ทำงาน 10 ปี)

### 3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. ผู้วิจัยได้ใช้แบบสัมภาษณ์ (Interview) โดยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้าง (Interview Guide) เป็นเครื่องมือที่ใช้สัมภาษณ์กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต เป็นแบบสัมภาษณ์ชนิดปลายเปิด (Open ended question)

## 2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการประเมินผลงานมีวิธีการ ดังนี้

2.1 ทำการทดลองหากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน เททาคริเลต ตามกรอบแนวความคิดในวัตถุประสงค์ข้อที่ 2 โดยใช้แนวคิดด้านเทคนิคการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุของ (สิงห์ อินทรชูโต. 2556) ดังนี้

- (1) การบด (Grind)
- (2) การตัด (Cut)
- (3) การอัด (Press)
- (4) การอัดเรียบ (Laminate)
- (5) การร้อย (Thread)
- (6) การมัด/ผูก (Tie/Knot)
- (7) การเชื่อม (Weld)
- (8) การสาน (Weave)
- (9) การหล่อ (Cast)
- (10) การดัด/บิด (Bend/Twist)
- (11) การหลอม (Melt)
- (12) การเจาะ (Drill)
- (13) การม้วน (Roll)
- (14) การเหลา/กลึง/ฝน (Milling)
- (15) การพับ (Fold/Crease)
- (16) การเย็บ (Sewing)

2.2 นำประเด็นคำถามที่จะนำไปใช้ในแบบสัมภาษณ์เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวความคิดในการวิจัย IOC (Index Of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีเกณฑ์ในการตรวจสอบและพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

+1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
-1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ถ้าข้อคำถามใดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่ามีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ได้

โดยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาค่า IOC เพื่อหาความเที่ยงตรงในการประเมินข้อคำถามในการหากระบวนการใช้ประโยชน์ มีดังนี้

1. รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง (อาจารย์ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)

2. รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

3. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

2.3 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบ (IOC) แล้ว ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างข้างต้น

### 3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล (Data collection) ในขั้นตอนการศึกษาและรวบรวม ข้อมูลลักษณะของรูปแบบ ขนาด และปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทาคริเลต ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกโดยผู้วิจัยเป็นผู้เก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง

### 3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทาคริเลต จากการสังเกตและการสัมภาษณ์ นำข้อมูลที่ได้มารวบรวมและวิเคราะห์ออกมาในรูปแบบความ เรียง โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลจากเนื้อหา (Content Analysis) ที่ได้จากการสัมภาษณ์ เพื่อเป็น แนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิ เมทาคริเลต

## 3.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภท พอลิเมทาคริเลต

### 3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ กลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน โดย ผู้วิจัยทำการเจาะจงจำนวนประชากรและกลุ่มตัวอย่างเป็นกรณีศึกษา ซึ่งได้แก่

1. คุณอรญา ไตรศิริณ ( ดีไซน์เนอร์ นิตยสาร My Home)
2. คุณนภสร ศรีทอง (สถาปัตย์และการตกแต่ง นิตยสาร My Home)
3. คุณรวรัตน์ ตูลทิพย์ (สไตลิสต์ นิตยสาร My Home)

### 3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน ผลงานจากการศึกษาปัญหาและ คุณสมบัติและกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทาคริเลต ทำการ

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) ซึ่งมีค่าตามอัตราส่วน ดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

นอกจากนี้ยังใช้แบบสอบถาม (Questionnaire) แบบปลายเปิด (Open Form) ในส่วนของข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

## 2. การสร้างเครื่องมือแบบประเมินผลงานมีวิธีการ ดังนี้

2.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่เกี่ยวกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุต่างๆ มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยผู้วิจัยได้ออกแบบร่าง เพื่อหารูปแบบในการสร้างผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

2.2 นำแบบร่างผลิตภัณฑ์มาสร้างเป็นแบบสอบถามความคิดเห็นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาและตรวจสอบหาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาโดยหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดในการวิจัย IOC (Index Of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีเกณฑ์ในการตรวจสอบและพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

+1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
-1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ถ้าข้อคำถามใดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่ามีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ได้

โดยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาค่า IOC เพื่อหาความเที่ยงตรงในการประเมินแบบร่างผลิตภัณฑ์ มีดังนี้

1. รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง (อาจารย์ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)

2. รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

3. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

### 3.3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนนี้ผู้วิจัยได้รวบรวมข้อมูลในการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย ดังนี้

1. ผู้วิจัยทำการออกแบบภาพร่างผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนตามข้อมูลที่ได้ทำการศึกษาและสัมภาษณ์ โดยคำนึงถึงคุณสมบัติของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
2. นำภาพร่างผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนมาผลิตที่ได้ออกแบบไว้ไปเสนอต่อกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน เพื่อหาความเหมาะสมในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน

### 3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติได้แก่ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เพื่อการสรุปผล ดังนี้

4.51 - 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51 - 4.50	หมายถึง	มาก
2.51 - 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 - 2.50	หมายถึง	น้อย
1.00 - 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด

## 3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน

### 3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยทำการแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มที่ 1 กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีน จำนวน 3 คน ได้แก่

1. คุณจักรพงศ์ สิทธิจิตวัฒน์ (ผจก.บริษัท นวนครพลาสติก จำกัด)
2. คุณอรณิชา ปูนบัณฑิตย์กุล (ผจก.บริษัท ศิลป์ฟ้าอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด)
3. คุณธัญลักษณ์ ธรรมธนวรรณ (ผจก.บริษัท เมืองใหม่พลาสติก จำกัด)

กลุ่มที่ 2 กลุ่มผู้บริโภคและผู้ที่สนใจในสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านภายใน ศูนย์แสดงสินค้าและจัดจำหน่าย บิ๊กแอนด์บิท (BIG+BIH) จำนวน 100 คน โดยผู้วิจัยใช้การสุ่มตัวอย่าง แบบเจาะจง (Purposive sampling)

### 3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ประกอบการและกลุ่มผู้บริโภค ใช้ประเมินความพึงพอใจในวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ประกอบการและกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) ใช้อ่านค่าตามอัตราส่วน ดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง	มีความพึงพอใจมากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจมาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

2. การสร้างเครื่องมือแบบประเมินความพึงพอใจมีวิธีการ ดังนี้

2.1 สร้างเครื่องมือเพื่อใช้ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ประกอบการและกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวความคิดของ (อุตมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10) ดังนี้

- (1) ความสวยงาม
- (2) หน้าที่ใช้สอย
- (3) ความปลอดภัย
- (4) ความแข็งแรงทนทาน

2.2 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สมบูรณ์แล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเที่ยงตรง IOC (Index Of Item Objective Congruence) ซึ่งจะมีเกณฑ์ในการตรวจสอบและพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

+1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
0 คะแนน	หมายถึง	ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ตรงตามวัตถุประสงค์
-1 คะแนน	หมายถึง	แน่ใจว่าข้อคำถามนี้วัดได้ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์

ถ้าข้อคำถามใดที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50-1.00 ถือว่ามีค่าความเที่ยงตรงสามารถนำไปใช้ในการสัมภาษณ์ได้

โดยผู้เชี่ยวชาญในการตรวจหาค่า IOC เพื่อหาความเที่ยงตรงในการประเมินความพึงพอใจต่อผลิตภัณฑ์ มีดังนี้

1. รศ.ดร.ปานฉัตร อินทร์คง (อาจารย์ภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี)

2. รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

3. ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)

2.3 นำแบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบ (IOC) แล้ว ไปดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล จากกลุ่มตัวอย่างข้างต้น

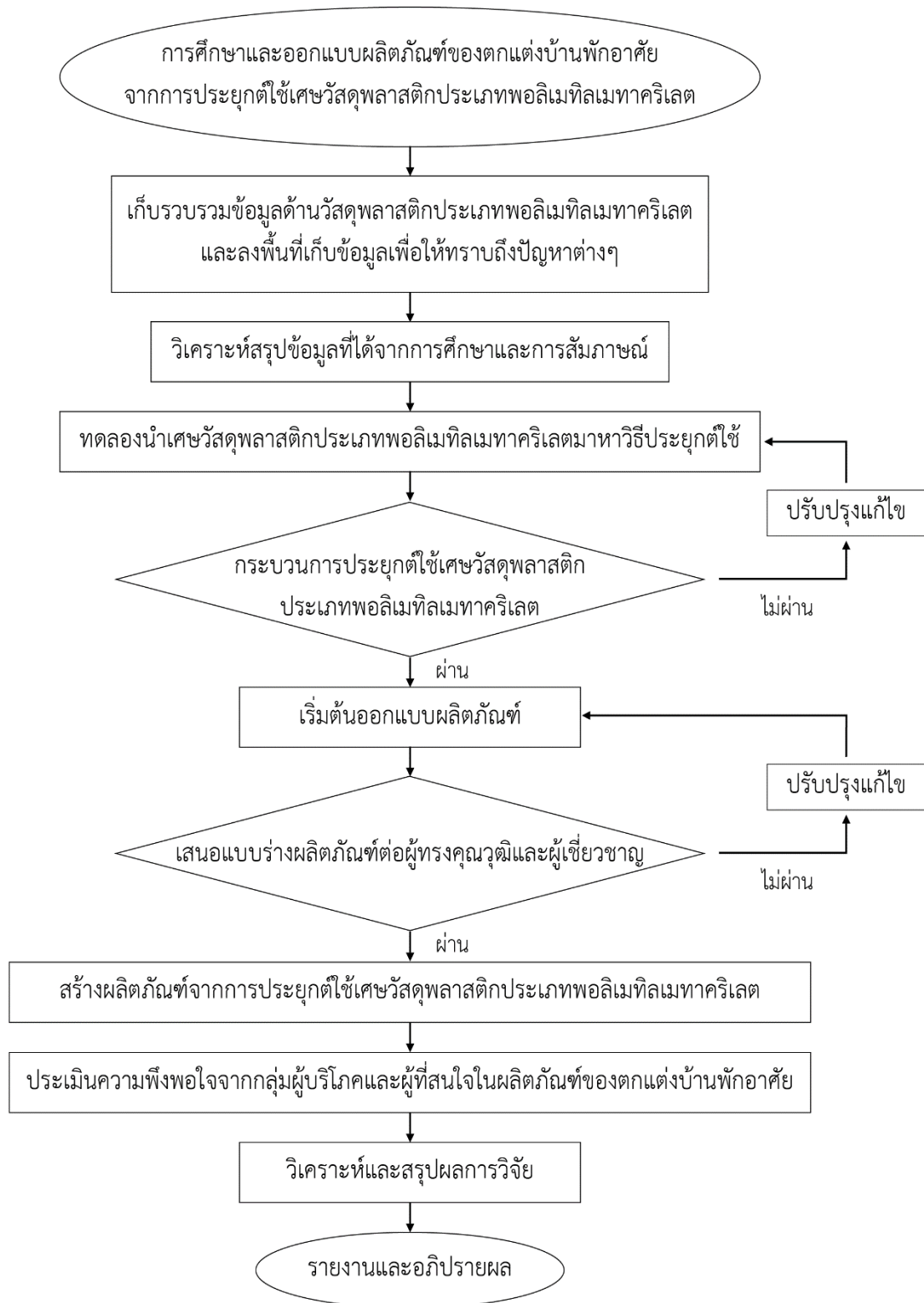
### 3.4.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

นำแบบประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มาสรุปผลในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ

### 3.4.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบประเมินความพึงพอใจและความคิดเห็นที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติได้แก่ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ( $\bar{X}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เพื่อการสรุปผล ดังนี้

4.51 – 5.00	หมายถึง	มากที่สุด
3.51 – 4.50	หมายถึง	มาก
2.51 – 3.50	หมายถึง	ปานกลาง
1.51 – 2.50	หมายถึง	น้อย
1.00 – 1.50	หมายถึง	น้อยที่สุด



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ที่มา : ธีรวิศิษฐ์ จิตร์งาม. 2559

## บทที่ 4

# ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยตามขั้นตอนที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ดังนี้

4.1 เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

4.2 เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

4.3 เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

4.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

### 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

#### 4.1.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านคุณสมบัติของวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ทางด้านคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า พลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต (Polymethyl Methacrylate) มีความหนาแน่นประมาณ 1.15-1.19 กรัม/ลูกบาศก์เซนติเมตร มีจุดหลอมเหลวที่อุณหภูมิ 130-140 องศาเซลเซียส และจุดเดือดที่อุณหภูมิ 200 องศาเซลเซียส มีความทนทานต่อแรงกระแทก (Impact Strength) สูงกว่าแก้วและพอลิสไตรีน มีเนื้ออ่อนจึงถูกรอยขีดขูดได้ง่าย แสงสว่างสามารถส่องผ่านเนื้อพลาสติกได้ถึงร้อยละ 92 และมีการสะท้อนกลับที่ผิวประมาณร้อยละ 4

#### 4.1.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้านสภาพปัญหาด้วยเครื่องมือการสังเกตและการสัมภาษณ์

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสังเกตและการสัมภาษณ์โดยการลงพื้นที่ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวนทั้งหมด 3 บริษัท ซึ่งมีผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

**ตารางที่ 4.1** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต

บริษัทที่	วิธีการจัดการ เศษวัสดุพลาสติก		ปริมาณการทิ้ง/เดือน
	ทิ้ง	ไม่ทิ้ง	
1	/		2,000 กิโลกรัมต่อเดือน
2	/		1,500 กิโลกรัมต่อเดือน
3	/		800 กิโลกรัมต่อเดือน

จากตารางที่ 4.1 สรุปได้ว่า ทั้ง 3 บริษัทมีการจัดการกับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตคือ การทิ้ง โดยใช้วิธีการขายต่อให้กับผู้รับซื้อแบบเดือนต่อเดือน เนื่องจากภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้นมีพื้นที่จำกัดไม่เพียงพอต่อการเก็บเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตไว้ ซึ่ง บริษัทที่ 1 มีปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตอยู่ที่ 2,000 กิโลกรัมต่อเดือน บริษัทที่ 2 มีปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตอยู่ที่ 1,500 กิโลกรัมต่อเดือน และ บริษัทที่ 3 มีปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตอยู่ที่ 800 กิโลกรัมต่อเดือน

จากการวิเคราะห์ข้อมูลข้างต้น พบว่า ปริมาณของเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตนั้นมีอยู่ในปริมาณมาก ผู้วิจัยจึงเล็งเห็นถึงปัญหาและนำไปหาวิธีการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตในขั้นตอนต่อไป

**ตารางที่ 4.2** ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับประเภทของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต

ลำดับที่	ประเภทของเศษพลาสติก
1	เศษขนาดใหญ่ (30 ซม. ขึ้นไป)
2	เศษขนาดกลาง ( 16 - 30 ซม. )
3	เศษขนาดเล็ก ( 1-15 ซม. )
4	เศษที่มีลักษณะเหมือนกัน
5	ผงพลาสติก

จากตารางที่ 4.2 ผลจากการวิเคราะห์เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก สามารถแบ่งได้ 5 ประเภท ดังนี้

ตารางที่ 4.3 ผลจากการวิเคราะห์เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงาน  
อุตสาหกรรมพลาสติก

ลำดับ	ประเภทของเศษพลาสติก	ขนาดของเศษพลาสติก
1	<p>เศษขนาดใหญ่ (30 ซม. ขึ้นไป)</p> <p>เศษวัสดุพลาสติกประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดจากพื้นผิวที่มีตำหนิวัสดุไม่ได้คุณภาพเกิดการผิดพลาดจากการผลิตหรือเหลือทิ้งจากการผลิตในกระบวนการผลิตนั้นๆซึ่งส่วนใหญ่แล้วเศษพลาสติกขนาดใหญ่สามารถเก็บไว้ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อื่นได้ โดยต้องคำนวณพื้นที่ของเศษพลาสติกที่ยังสามารถใช้งานได้ เพื่อหลีกเลี่ยงในส่วนของพื้นผิวที่มีตำหนิหรือในจุดที่มีข้อผิดพลาด</p>	 <p>30 ซม. ขึ้นไป</p>
2	<p>เศษขนาดกลาง ( 16 - 30 ซม. )</p> <p>เศษวัสดุประเภทนี้ส่วนใหญ่เกิดจากการผิดพลาดในการผลิตหรือวัสดุไม่ได้คุณภาพพื้นผิวมีตำหนิซึ่งเศษพลาสติกขนาดกลางนั้นสามารถเก็บไว้เพื่อผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กๆได้ แต่จะถูกจำกัดในเรื่องของลักษณะรูปร่างที่ไม่สอดคล้องกับกระบวนการผลิต ซึ่งเศษพลาสติกขนาดกลางบางชิ้นอาจจะสามารถนำมาใช้ผลิตใหม่ได้ แค่ 1 ส่วน</p>	 <p>16 - 30 ซม.</p>
3	<p>เศษขนาดเล็ก ( 1-15 ซม. )</p> <p>เศษวัสดุประเภทนี้ส่วนใหญ่จะเกิดจากกระบวนการผลิตที่ต้องใช้รายละเอียดในการผลิตค่อนข้างมาก หรือต้องการชิ้นงานที่มีรายละเอียดบนพื้นผิว เช่น การเจาะทะลุ การสร้างลวดลายบนชิ้นงาน ซึ่ง เศษประเภทนี้มีขนาดที่ค่อนข้างเล็กการนำมาประยุกต์ใช้จะถูกจำกัดด้วยพื้นที่ของเศษวัสดุที่เหลืออยู่</p>	 <p>1 - 15 ซม.</p>

ตารางที่ 4.3 (ต่อ) ผลจากการวิเคราะห์เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายใน  
โรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก

ลำดับ	ประเภทของเศษพลาสติก	ขนาดของเศษพลาสติก
4	<p>เศษที่มีลักษณะเหมือนกัน</p> <p>เศษวัสดุพลาสติกประเภทนี้เกิดจากกระบวนการผลิตชิ้นงานที่มีความต้องการในปริมาณที่มาก ซึ่งรูปร่างและลักษณะของชิ้นงานจะมีรูปแบบที่เหมือนกันทำให้เกิดเศษวัสดุพลาสติกในรูปแบบเดียวกัน ซึ่งส่วนใหญ่จะเกิดจากความต้องการในรายละเอียดบนตัวผลิตภัณฑ์ เช่น การเจาะเป็นวงกลม , การเจาะทะลุช่อง</p>	 <p>ขึ้นอยู่กับการผลิต</p>
5	<p>ผงพลาสติก</p> <p>เศษวัสดุพลาสติกประเภทนี้เกิดจากกระบวนการผลิตในทุกขั้นตอน เช่น การตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ , การเจาะด้วยเครื่องเจาะ , การกลึงด้วยเครื่องกลึง</p>	

จากการวิเคราะห์ประเภทของเศษพลาสติกทั้งหมดแล้วพบว่าประเภทของเศษพลาสติกที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาหากระบวนการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ เศษพลาสติกประเภทที่ 4 คือ เศษที่มีลักษณะเหมือนกัน เนื่องจากเศษวัสดุประเภทนี้มีลักษณะที่เหมือนกันทำให้ง่ายต่อการนำมาหากระบวนการใช้ประโยชน์และสามารถลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้มากกว่าเศษพลาสติกประเภทอื่นๆ

ตารางที่ 4.4 ผลการสอบถามเกี่ยวกับสีของเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายใน  
โรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

บริษัทที่	สีของเศษพลาสติก (คิดเป็นร้อยละ)			
	สีเบจ(ใส)	สีขาว	สีดำ	อื่นๆ
1	30	25	25	20
2	30	20	20	30
3	35	20	20	25

จากตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่า บริษัทที่ 1 สีของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีปริมาณมากที่สุด คือ สีเบจ ร้อยละ 30 รองลงมาคือ สีขาวและสีดำ ร้อยละ 25

บริษัทที่ 2 สีของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีปริมาณมากที่สุด คือ สีเบจและสีอื่นๆ ร้อยละ 30 รองลงมาคือ สีขาวและสีดำ ร้อยละ 20

บริษัทที่ 3 สีของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีปริมาณมากที่สุด คือ สีเบจ ร้อยละ 35 รองลงมาคือ สีอื่นๆ ร้อยละ 25

จากการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับสีของเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ทำการเลือกสีของเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีอยู่ในปริมาณมาก มาใช้เป็นสีหลักในการนำมาประยุกต์ใช้โดยคำนึงถึงความสวยงามและความเหมาะสมเป็นหลัก

**ตารางที่ 4.5** ผลการสอบถามเกี่ยวกับเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

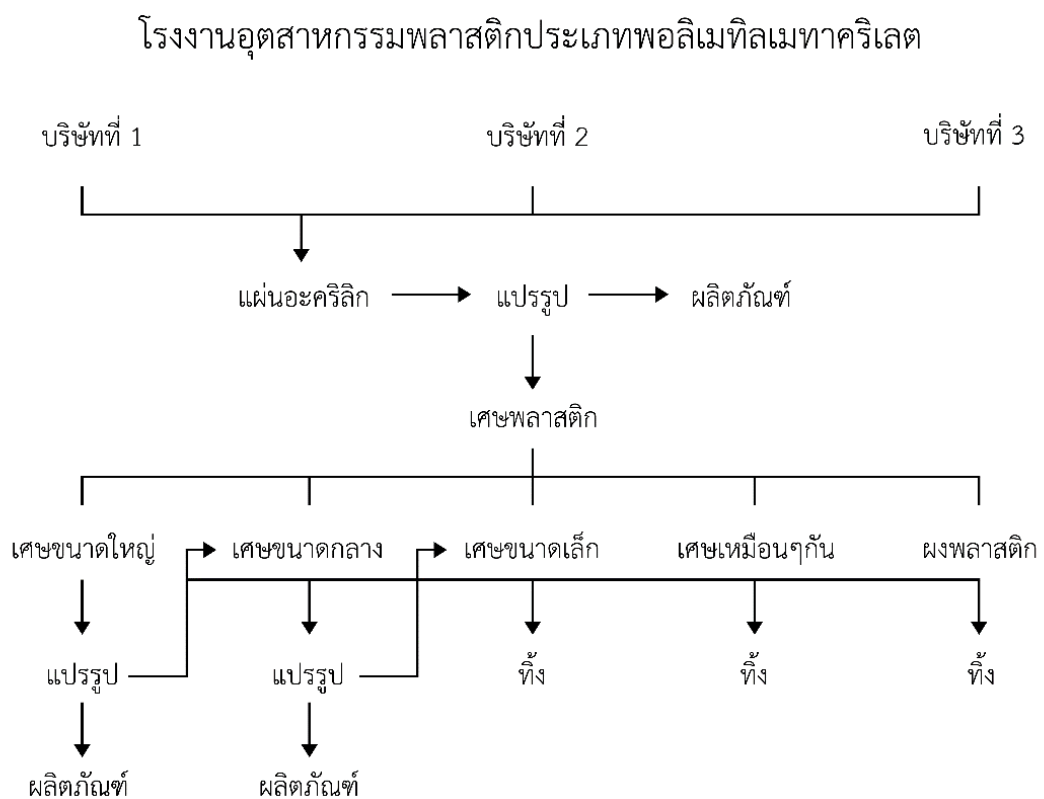
ลำดับที่	เครื่องจักร	มี	ไม่มี
1	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	
2	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	
3	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	

จากตารางที่ 4.5 สรุปได้ว่า บริษัทอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตทั้ง 3 บริษัท นั้นมีเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตเหมือนกัน ซึ่งประกอบไปด้วย เครื่องตัดเลเซอร์(Laser Machine) , เครื่องเจาะ(CNC Router Machine) , เครื่องกลึง(Lathe Machine) และ เครื่องดัด (Bending Machine)

ผู้วิจัยจึงนำข้อมูลที่ได้อภิเคราะห์หาความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตโดยใช้เครื่องจักรอุตสาหกรรมที่มีอยู่แล้วภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต

#### 4.1.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลวงจรการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง และ ข้อมูลจากการลงพื้นที่โดยใช้การสังเกตและการสัมภาษณ์ เพื่อนำมาวิเคราะห์ข้อมูลวงจรการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก ดังนี้



ภาพที่ 4.1 วงจรการใช้ประโยชน์ของพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต

ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559

จากภาพที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าวงจรการใช้ประโยชน์ของทั้ง 3 บริษัท มีแนวทางในการใช้ประโยชน์ที่เหมือนกัน เศษพลาสติกขนาดใหญ่จะถูกเก็บไว้ใช้ในการผลิตครั้งต่อไปซึ่งจะทำให้เกิดเศษพลาสติกขนาดกลาง เศษพลาสติกขนาดเล็กและผงพลาสติก เศษพลาสติกขนาดกลางเมื่อได้รับการแปรรูปแล้วจะทำให้เกิดเศษพลาสติกขนาดเล็กและผงพลาสติก ส่วนเศษพลาสติกขนาดเล็ก เศษ

พลาสติกที่มีลักษณะเหมือนกันและผงพลาสติก จะถูกนำไปทิ้งเนื่องจากเศษพลาสติกขนาดเล็กมีพื้นที่ของวัสดุเหลืออยู่น้อยยากต่อการนำมาแปรรูปซ้ำ

#### 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง และ ข้อมูลจากการลงพื้นที่โดยใช้การสังเกตและการสัมภาษณ์เพื่อที่จะนำมาวิเคราะห์ภายใต้กรอบแนวความคิดด้านการทดลองเทคนิคต่างๆกับวัสดุของ (สิงห์ อินทรชูโต. 2554 : 51) ดังนี้

##### 4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยเครื่องมือการสัมภาษณ์

จากการศึกษารวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและรวบรวมข้อมูลโดยวิธีการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลได้ ดังนี้

**ตารางที่ 4.6** ผลการรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความเป็นไปได้และความเหมาะสมของเครื่องจักรที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต (ตัวเลข 1-4 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย)

ลำดับที่	เครื่องจักร	ความเป็นไปได้	ความเหมาะสม
1	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	1
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	3
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	2
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	4
2	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	1
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	2
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	3
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	4
3	เครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine)	/	1
	เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)	/	2
	เครื่องกลึง (Lathe Machine)	/	3
	เครื่องดัด (Bending Machine)	/	4

จากตารางที่ 4.6 พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต คนที่ 1 ให้เครื่องตัดเลเซอร์(Laser Machine) มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องกลึง (Lathe Machine)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต คนที่ 2 ให้เครื่องตัดเลเซอร์(Laser Machine) มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)

ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต คนที่ 3 ให้เครื่องตัดเลเซอร์(Laser Machine) มีความเหมาะสมในการประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุด รองลงมาคือ เครื่องเจาะ (CNC Router Machine)

ผลที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตทั้ง 3 คน พบว่าวิธีการตัดด้วยเครื่องตัด(Laser Machine) มีความเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุด เนื่องจากมีความแม่นยำ และมีโอกาสเกิดความเสียหายน้อยกว่าการทดลองประเภทอื่น

#### 4.2.2 การทดลองเทคนิคต่างๆกับวัสดุ

ผู้วิจัยได้ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง และ ข้อมูลจากการลงพื้นที่โดยใช้การสังเกตและการสัมภาษณ์เพื่อเป็นแนวทางในการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต โดยนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทดลองกับเครื่องจักรที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตซึ่งสรุปการทดลองได้ 5 วิธี ดังนี้

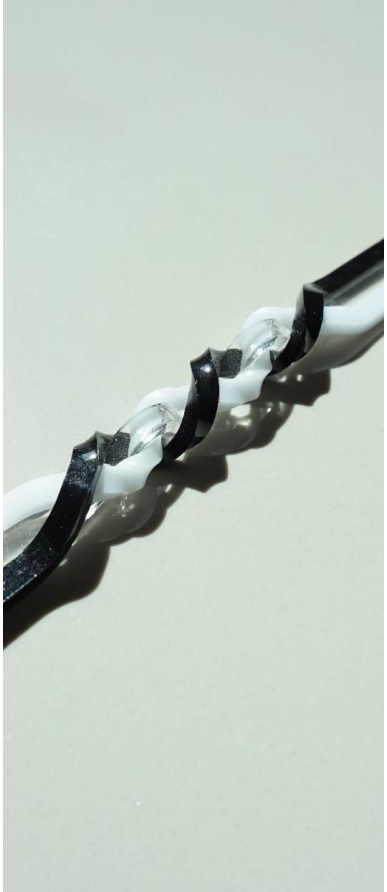
**ตารางที่ 4.7** ผลการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทดลองกับเครื่องจักรที่มีอยู่ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

รูปแบบที่	วิธีการดำเนินการทดลอง	ผลการทดลอง
1	<p>เทคนิคการอัด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คัดเลือกเศษพลาสติกที่มีขนาดใกล้เคียงกัน</li> <li>2. นำเอาเศษพลาสติกมาประสานติดกันโดยใช้น้ำยาประสานพลาสติก ไดโคโรมีเทน (dichloromethane)</li> <li>3. นำชิ้นงานเข้าเครื่องตัดให้มีขนาดที่เท่ากัน โดยใช้เครื่องตัดวงเตี้น (Table Saw)</li> <li>4. นำชิ้นงานเข้าเครื่องกลึง (Lathe Machine) เพื่อขึ้นรูปตามต้องการ</li> <li>5.ขัดเงาเพื่อเก็บรายละเอียด</li> </ol>	 <p>การทดลองรูปแบบที่ 1 (การอัด)</p>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทดลองกับเครื่องจักรที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

รูปแบบที่	วิธีการดำเนินการทดลอง	ผลการทดลอง
2	<p>เทคนิคการซ้อน</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คัดเลือกเศษพลาสติกตามขนาดที่ต้องการตามขนาดของชิ้นงานที่จะผลิต</li> <li>2. นำเศษพลาสติกเข้าเครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine) ตัดตามแบบที่ต้องการ จำนวน 2 ชุด</li> <li>3. นำชิ้นงานที่ได้ทั้ง 2 ชุด มาเรียงซ้อนแบบสลับ1ต่อ1และสร้างตัวล็อคพลาสติกโดยคำนวณขนาดชิ้นงานตามรูปแบบที่สร้างขึ้น</li> <li>4. นำชิ้นงานที่ได้ทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกัน</li> </ol>	 <p>การทดลองรูปแบบที่ 2 (การซ้อน)</p>
3	<p>เทคนิคการตัด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. คัดเลือกเศษพลาสติกที่ต้องการตามขนาดของชิ้นงานที่จะผลิต</li> <li>2. นำเศษพลาสติกมาคำนวณพื้นที่จัดวางและนำเข้าเครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine) ตัดตามแบบที่ต้องการ ซึ่งในรูปแบบที่ 3 นี้จะสร้างรูปแบบที่มีลักษณะเป็นร่องซัดกันได้ระหว่างตัวพลาสติก</li> <li>3. นำชิ้นงานทั้งหมดมาซัดประสานกันให้เกิดเป็นผลิตภัณฑ์ตามรูปแบบที่ต้องการ</li> <li>4. ถ้าต้องการความแข็งแรงให้ใช้น้ำยาประสานพลาสติกไดคลอโรมีเทน (Dichloromethane) ทาระหว่างข้อต่อของพลาสติก</li> </ol>	 <p>การทดลองรูปแบบที่ 3 (การตัด)</p>

ตารางที่ 4.7 (ต่อ) ผลการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทดลองกับเครื่องจักร  
ที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

รูปแบบที่	วิธีการดำเนินการทดลอง	ผลการทดลอง
4	<p>เทคนิคการหลอม</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นำผงพลาสติกมาผสมกับกาวลาเท็กซ์โดยผสมในอัตราส่วน 1ต่อ1 เติมน้ำยาประสานพลาสติกไดโครมีเทน (Dichloromethane) ลงไปเพียงเล็กน้อยเพื่อให้พลาสติกเกิดการละลายเป็นเนื้อเดียวกัน</li> <li>นำส่วนผสมที่ได้เทลงในแม่แบบที่เตรียมไว้และปล่อยให้แข็ง ซึ่งระยะเวลาในการแข็งตัวขึ้นอยู่กับอุณหภูมิทางอากาศและขนาดของชิ้นงาน</li> <li>แกะชิ้นงานออกจาก Mold ต้นแบบ</li> <li>นำไปตกแต่งผิวและเก็บรายละเอียด</li> </ol>	 <p>การทดลองรูปแบบที่ 4 (การหลอม)</p>
5	<p>เทคนิคการตัด</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>คัดเลือกเศษพลาสติกที่มีพื้นที่ความยาวหรือเป็นเส้นตรง</li> <li>นำเศษพลาสติกมาตัดด้วยเครื่องตัดเลเซอร์ (Laser Machine) หรือโต๊ะเลื่อยวงเดือน (Table Saw) ให้มีขนาดเท่ากันตามรูปแบบและขนาดที่ต้องการ</li> <li>นำชิ้นงานที่ได้เข้าเครื่องอบความร้อนประมาณ 2-3 นาที สังเกตชิ้นงานจะมีความอ่อนตัว ซึ่งถ้าอบนานเกินไปจะทำให้เกิดฟองอากาศเนื่องจากการให้ความร้อนที่มากเกินไป</li> <li>นำออกมาสานด้วยความรวดเร็วเนื่องจากพลาสติกจะกลับคืนสู่สภาพเดิมภายในระยะเวลา 30 วินาที โดยประมาณ มีข้อเสนอแนะว่าให้นำพลาสติกมาลดความร้อนในจุดที่ต้องการที่ละชิ้น และทำการสานสลับกันไปมาจะได้ชิ้นงานที่มีคุณภาพมากกว่า</li> <li>นำชิ้นงานที่ได้มาประกอบขึ้นเป็นผลิตภัณฑ์</li> </ol>	 <p>การทดลองรูปแบบที่ 5 (การตัด)</p>

ตารางที่ 4.8 การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และ อุปสรรคของการทดลองหากระบวนการใช้ประโยชน์ จากเครื่องจักรที่มีอยู่แล้วภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเทอร์พอสแตติก

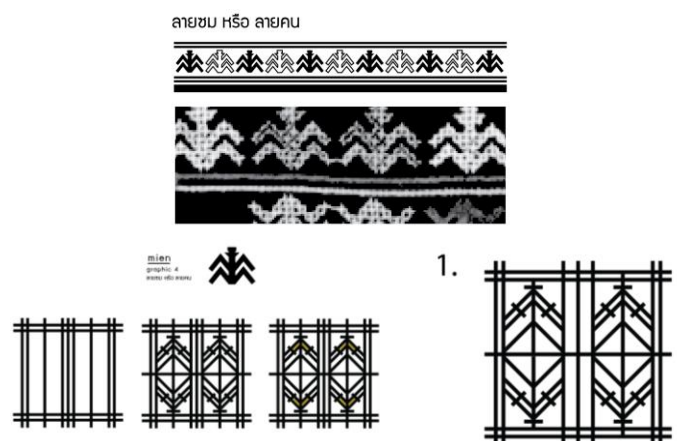
การทดลอง	จุดแข็ง	จุดอ่อน	โอกาส	อุปสรรค
<b>การทดลองที่ 1</b> (การอัด) 	1. มีความแข็งแรง 2. หนาแน่น 3. ขึ้นรูปได้ หลากหลาย	1. มีน้ำหนักค่อนข้างมากถ้าเป็นพลาสติกใสจะมองเห็นคราบน้ำยา	1. ใช้วัสดุได้คุ้มค่า 2. ขั้นตอนไม่ซับซ้อน 3. แสดงคุณสมบัติของพลาสติกได้ดี	1. ถ้าวิธีการประสานไม่ดี อาจทำให้พลาสติกแยกออกจากกันได้
<b>การทดลองที่ 2</b> (การซ้อน) 	1. มีความแข็งแรง 2. หนาแน่น 3. ขึ้นรูปได้ หลากหลาย	1. มีการผลิตที่ซับซ้อน 2. ใช้เวลาผลิตมาก 3. ใช้เวลาในการคำนวณพื้นที่	1. ใช้วัสดุได้คุ้มค่า 2. ประยุกต์ใช้กับรูปทรงอื่นๆได้	1. ถ้าวิธีการล๊อคของพลาสติกไม่ดีจะทำให้พลาสติกหักหรือแยกออกจากกันได้
<b>การทดลองที่ 3</b> (การตัด) 	1. มีความแข็งแรง 2. มีความแม่นยำ 3. ขึ้นรูปได้ หลากหลาย	1. รูปแบบจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเศษพลาสติก	1. ประยุกต์ใช้กับรูปทรงอื่นๆได้ 2. สามารถถอดประกอบได้	1. ถ้าขึ้นรูปด้วยความร้อนโดยใช้แม่แบบจะทำให้การล๊อคเกิดข้อผิดพลาด
<b>การทดลองที่ 4</b> (การหลอม) 	1. ขึ้นรูปทรงได้อิสระ	1. ต้องใช้แม่แบบในการขึ้นรูป 2. ใช้เวลาผลิตมาก 3. ไม่แข็งแรง	1. ได้รูปแบบใหม่ๆ	1. กำหนดความแน่นอนของผลลัพธ์ไม่ได้
<b>การทดลองที่ 5</b> (การตัด) 	1. มีความแข็งแรง	1. ใช้เวลาผลิตมาก 2. มีการผลิตที่ซับซ้อน	1. ได้รูปแบบใหม่ๆ 2. นำไปใช้ทดแทนวัสดุอื่นๆ	1. ขึ้นรูปโดยใช้ความร้อนทำได้ยาก 2. กำหนดความแน่นอนไม่ได้

จากตารางที่ 4.8 สรุปได้ว่า การทดลองที่ 3 (การตัด) มีความเป็นไปได้และมีความเหมาะสมในการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุดเนื่องจากมีกระบวนการผลิตที่ง่ายและมีความแม่นยำในการผลิตสูงกว่าการทดลองอื่นๆ ซึ่งผลที่ได้มีความสอดคล้องกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทาคริเลต

### 4.3 ผลการวิเคราะห์การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

#### 4.3.1 ผลการวิเคราะห์ด้านลวดลายที่นำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

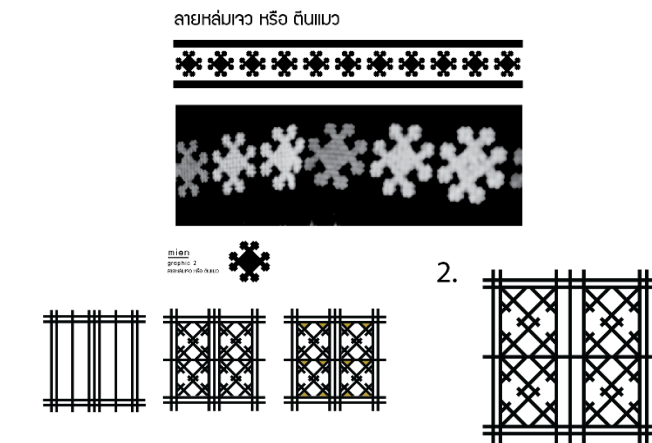
จากการศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อนำมาออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้เลือกลวดลายปักผ้าของชาวชนเผ่าอ้าวเมียนมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ เนื่องจากลวดลายปักผ้าของชาวชนเผ่าอ้าวเมียนนั้นมีความสวยงามเป็นเส้นตรงเรียบง่ายไม่ซับซ้อน และมีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้เลือกลวดลายที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ซึ่งสามารถสรุปออกมาได้ 3 รูปแบบ คือ 1.ลวดลายชมหรือลายคน 2.ลวดลายหล่มเจวหรือลายตีนแมว 3.ลวดลายรอยเท้าเสือ นำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านลวดลาย จำนวน 3 คน โดยผลลัพธ์ที่ได้จากการนำลวดลายปักผ้าของชาวชนเผ่าอ้าวเมียนมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตทั้ง 3 รูปแบบ มีดังนี้



ภาพที่ 4.2 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 1

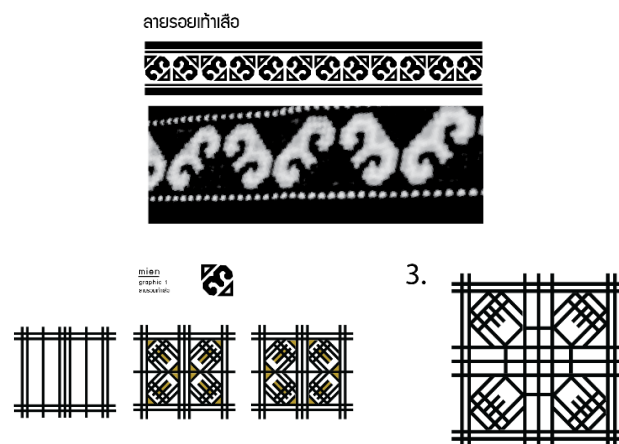
ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

จากภาพที่ 4.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ลวดลายชมหรือลายคน คือ การนำเรื่องราวของเส้นตรงมาใช้ในการออกแบบให้ออกมาในลักษณะคล้ายคนกำลังนั่งยองๆ เปรียบเสมือนการนั่งคุยกันของคนภายในหมู่บ้านเพื่อสานความสัมพันธ์ระหว่างกันและกัน โดยผู้วิจัยได้นำลวดลายมาวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต



ภาพที่ 4.3 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 2  
ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

จากภาพที่ 4.3 สรุปผลจากการวิเคราะห์ลวดลายหล่มจาวหรือลายตีนแมว คือ การนำเรื่องราวของสัตว์มาใช้กับเทคนิคการปักผ้าโดยใช้วิธีการไขว้กันของเส้น ซึ่งการไขว้กันของเส้นนั้นเปรียบเสมือนความสามัคคีของคนในหมู่บ้าน การร่วมแรงร่วมใจ และการรวมเป็นหนึ่งเดียวกัน โดยผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต



ภาพที่ 4.4 ภาพร่างการประยุกต์ลวดลายกับเศษวัสดุพลาสติกที่ 3  
ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

จากภาพที่ 4.4 สรุปผลจากการวิเคราะห์ลวดลายรอยเท้าเสือ คือ การนำเรื่องราวของรอยเท้าของเสือมาใช้กับเทคนิคการปักผ้าโดยใช้วิธีการผสมผสานของเส้นให้ออกมามีลวดลายของรอยเท้าของเสือ ซึ่งเสือเป็นสัตว์ใหญ่ เปรียบเสมือนการแสดงสัญลักษณ์ของพลังอำนาจ โดยผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์หาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ตารางที่ 4.9 แสดงค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของการออกแบบลวดลาย

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	n = 3					
		รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	ความสวยงาม	3.33	0.58	4.33	1.15	3.33	0.58
2	สอดคล้องกับลวดลายดั้งเดิม	2.33	0.58	2.67	1.15	2.33	0.58
3	ความเหมาะสม	4.00	1.00	4.00	0.00	4.00	0.00
ค่าเฉลี่ยรวม		3.22	0.24	3.67	0.67	3.22	0.33
ระดับความเหมาะสม		ปานกลาง		มาก		ปานกลาง	

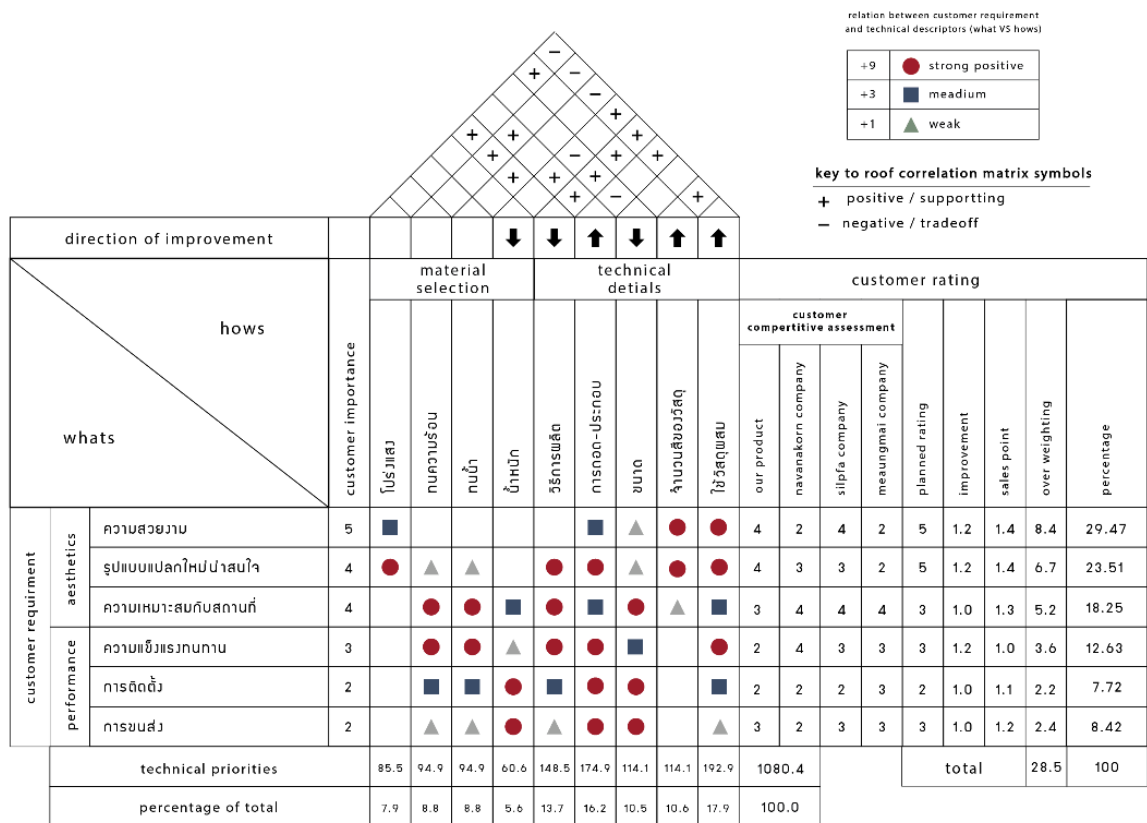
จากตารางที่ 4.9 พบว่า จากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านลวดลายจำนวน 3 คน ผลสรุปที่ได้คือ ลวดลายที่ 2 มีความเหมาะสมที่จะนำมาประยุกต์ใช้กับผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 3.22$ , S.D.=0.24)

#### 4.3.2 ผลการวิเคราะห์ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน โดยประเมินตามรูปแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) เพื่อกำหนดแนวทางความเป็นไปได้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย

1. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติ (Quality Function Deployment : QFD)

ตารางที่ 4.10 หลักการเชิงคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติ (QFD)



จากตารางที่ 4.10 สรุปได้ว่า ความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย ได้แก่ ความสวยงาม รูปแบบที่แปลกใหม่ที่น่าสนใจ ความเหมาะสมกับสถานที่ ความแข็งแรงทนทาน การติดตั้งและการขนส่ง ตามลำดับ

2. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม (Theory of Inventive Problem Solving : TRIZ)

ตารางที่ 4.11 ตารางสรุปความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยและข้อกำหนดทางเทคนิค(TRIZ)

ความต้องการของลูกค้า		ข้อกำหนดทางเทคนิค				
		วิธีการผลิต	การถอด-ประกอบ	ขนาด	จำนวนสีของวัสดุ	วัสดุผสม
Aesthetics ปัจจัยทางด้าน สุนทรียภาพ	1.ความสวยงาม	○	●		●	●
	2.รูปแบบแปลกใหม่น่าสนใจ	●	●		○	○
	3.ความเหมาะสมกับสถานที่		○	●		○
Performance ปัจจัยทางด้าน ประสิทธิภาพ	4.ความแข็งแรงทนทาน			○		●
	5.การติดตั้ง		○			○
	6.การขนส่ง		●			○

จากตารางที่ 4.11 พบว่าข้อกำหนดทางเทคนิคที่มีความสอดคล้องกับความต้องการของผู้บริโภคที่มีต่อการเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย มากที่สุด คือ การถอด-ประกอบ รองลงมาคือ วัสดุผสม

ตารางที่ 4.12 ผลการวิเคราะห์ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้ง

ตารางแมทริกซ์ความขัดแย้ง				การแก้ปัญหา TRIZ			
12.รูปร่าง	ความขัดแย้งทางเทคนิค	14,29,32	←	30	32	40	-
14.ความแข็งแรง		32	←	3	10	11	32
29.ความแม่นยำของการผลิต		36,28	←	2	18	26	-
32.ความสามารถในการผลิต		12,36	←	1	27	-	-

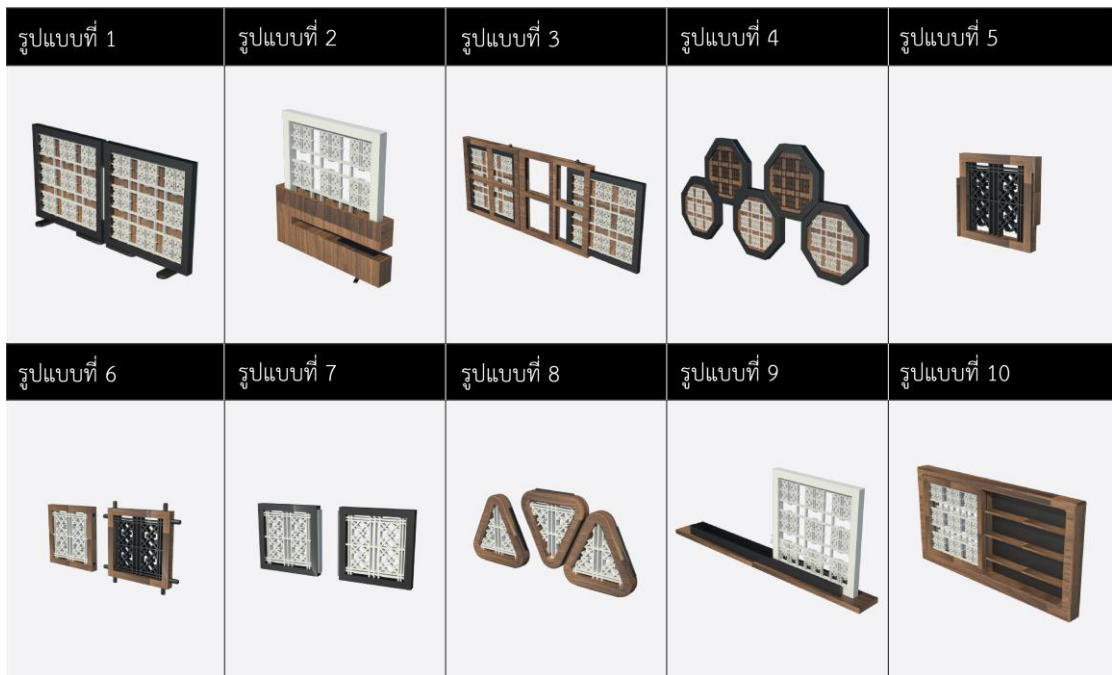
จากตารางที่ 4.12 พบว่าหลักการที่สัมพันธ์กับการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ได้แก่ รูปร่าง ความแข็งแรง ความแม่นยำของการผลิต และ ความสามารถในการผลิต ซึ่งหลักการในเชิงการประดิษฐ์คิดค้นที่ได้จากทฤษฎี TRIZ คือ (2) การสกัดออก แยกออก (32) การเปลี่ยนสี (40) วัสดุผสม

### 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอย

ผู้วิจัยได้ใช้นำทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอยของ (มณฑลีสาศสนันนันทน์. 2550 : 71) มาสร้างตารางและหลักเกณฑ์การออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยนำมาใช้วิเคราะห์หารูปแบบในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตโดยการสร้างแบบร่าง(Idea Sketch) โดยผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดด้านกระบวนการทางศิลปะของ (โฆเซิตา บุตรรัตน์. 2549 : 26-29) และ แนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีของ(จอร์จ ไตเตอร์. 2543 อังไฉ ศิริพรณ์ ปีเตอร์. 2548 : 21-19) ทำการออกแบบโดยได้รับแรงบันดาลใจจากชาวชนเผ่าอิวเมียน โดยคำนึงถึงคุณลักษณะสำคัญต่างๆ ถิ่นฐาน ภูมิประเทศดั้งเดิม เครื่องแต่งกาย เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกให้ออกมาเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยนำมาตัดทอนด้วยเกณฑ์การพิจารณาค่าน้ำหนักคะแนนและผลลัพธ์ที่ได้จากการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติรวมถึงผลลัพธ์จากการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรมมาเป็นหลักเกณฑ์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อค้นหาค่าคะแนนที่อยู่ในระดับที่สูงนำมาสร้างรูปแบบการนำเสนอ (Sketch Design) และสร้างแบบสอบถามเพื่อนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน



ภาพที่ 4.5 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์  
ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560



ภาพที่ 4.6 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง  
ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตเรียงาม. 2560



ภาพที่ 4.7 ภาพร่างแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย  
ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตเรียงาม. 2560

ผลิตภัณฑ์ประเภทเฟอร์นิเจอร์

ลำดับค่าคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	5	4	6	6	7	7	7	6	
9	คุณภาพ	5	5	6	6	7	5	7	5	7	5	
8	ความสวยงาม	6	4	5	5	6	7	8	5	6	5	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	8	8	7	6	7	8	8	7	7	5	
ผลรวม		24	21	24	23	27	27	30	23	27	21	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		174	153	173	166	195	192	232	164	195	150	290

ภาพที่ 4.8 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์  
ที่มา : ณิชูพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

ผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งผนัง

ลำดับค่าคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	5	5	6	7	8	8	8	8	
9	คุณภาพ	5	6	4	6	5	8	7	7	5	6	
8	ความสวยงาม	6	6	5	7	7	7	7	8	5	5	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	7	6	7	7	7	7	7	7	6	6	
ผลรวม		23	23	22	27	27	30	29	30	22	23	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		167	169	155	194	190	217	208	216	157	166	290

ภาพที่ 4.9 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง  
ที่มา : ณิชูพิสิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

ผลิตภัณฑ์ประเภทของขวัญของชำร่วย

ลำดับค่าคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	6	6	5	6	7	6	6	5	5
9	คุณภาพ	5	5	5	7	4	7	5	5	6	6	
8	ความสวยงาม	6	6	5	5	6	6	5	5	5	6	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	6	6	6	6	6	7	5	7	6	6	
ผลรวม		23	23	21	24	23	26	21	22	22	23	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		165	165	152	175	161	190	150	159	161	169	290

ภาพที่ 4.10 การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย  
ที่มา : ญัฐพิสิษฐ์ จิตรังาม. 2560

จากการใช้การวิเคราะห์เชิงการออกแบบผลิตภัณฑ์เข้ากับหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทำการวิเคราะห์แบบร่างผลิตภัณฑ์ 3 ประเภท ประเภทละ 10 รูปแบบ โดยวิเคราะห์ตามค่าคะแนน ซึ่งได้แก่ ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ รูปแบบที่ 7,9 มีค่าคะแนนมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง รูปแบบที่ 5,6,8 มีค่าคะแนนมากที่สุด ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญและของชำร่วยรูปแบบที่ 1,2,6 มีค่าคะแนนมากที่สุด โดยผู้วิจัยจะทำการเลือกผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยในแต่ละประเภทออกมาเพียง 1 รูปแบบ

ซึ่งสรุปได้ว่า ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ รูปแบบที่ 7 ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง ได้แก่ รูปแบบที่ 6 และ ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญและของชำร่วย ได้แก่ รูปแบบที่ 6 มาดำเนินการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

ผู้วิจัยได้นำรูปแบบไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตกแต่งบ้านเพื่อคัดเลือกแบบที่เหมาะสมจำนวน 3 รูปแบบ ดังนี้

# SKETCH DESIGN.

## FURNITURE CHAIR

dimension.

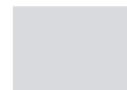


top view

material.

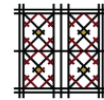


wood



acrylic

mien  
graphic 2  
ลายเส้นขาว หรือ สีแดง



Unit of mm.

scale 1:1



front view



side view

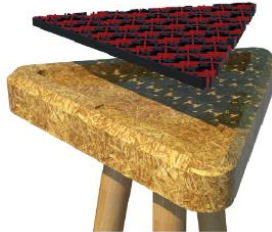
ภาพที่ 4.11 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ 1  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2560

# SKETCH DESIGN.

## FURNITURE CHAIR

detail.

ภาพแสดงการถอด-ประกอบ  
ของลวดลายทกอดออกได้  
เพื่อให้สามารถเปลี่ยน  
ลวดลายได้ตามต้องการ

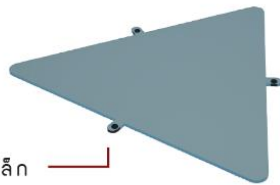


inspiration.



detail.

ภาพแสดงฝาปิดร่องนั่งแผ่น  
พลาสติกอะคริลิกใส



แม่เหล็ก

material.

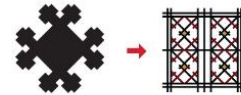


wood



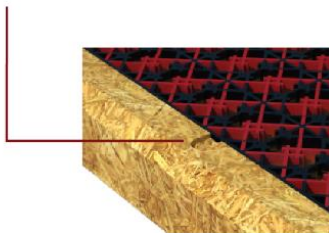
acrylic

mien  
graphic 2  
ลายหม้อหวด หรือ ดินเผา



detail.

ภาพแสดงการเจาะไม้เป็นร่องเพื่อ  
ใส่แม่เหล็กลงไปสำหรับยึดแผ่น  
พลาสติกอะคริลิกใส

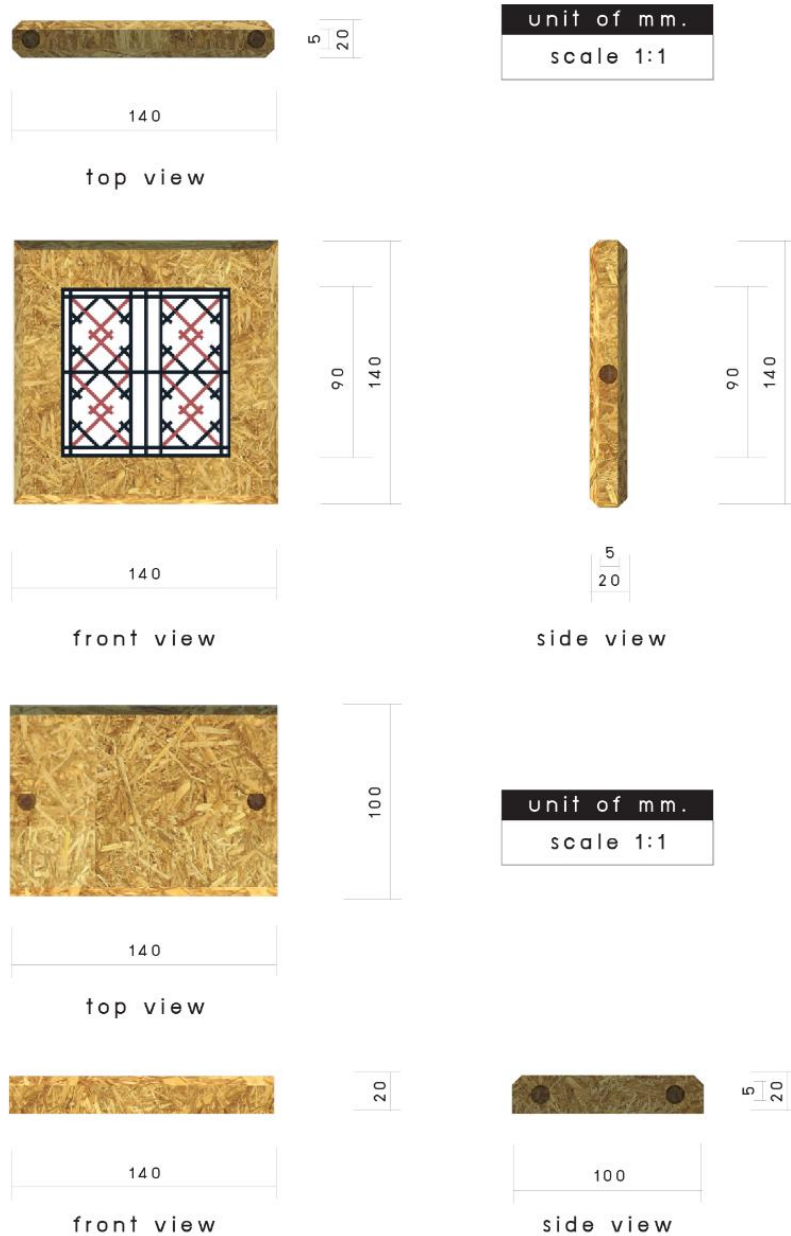


ภาพที่ 4.12 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ 2  
ที่มา : ธีรวิศิษฐ์ จิตรีงาม. 2560

# SKETCH DESIGN.

## DECORATION WALL DECORATION

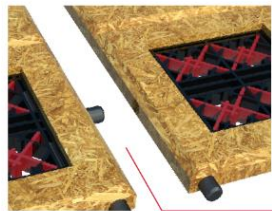
dimension.



ภาพที่ 4.13 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง 1  
ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตเรียงม. 2560

# SKETCH DESIGN.

## DECORATION WALL DECORATION



detail.  
ภาพแสดงข้อต่อการถอด-ประกอบแต่ละชิ้นเข้าด้วยกันโดยใช้เดือยเป็นตัวยึดในทุกๆด้าน

inspiration.



mien.



detail.  
ภาพแสดงข้อต่อของฐานที่กำขึ้นเพื่อให้สามารถตั้งบนวัสดุผิวเรียบได้ โดยใช้เดือยเป็นข้อต่อในการยึดเข้าด้วยกัน

material.

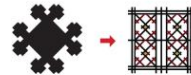


wood

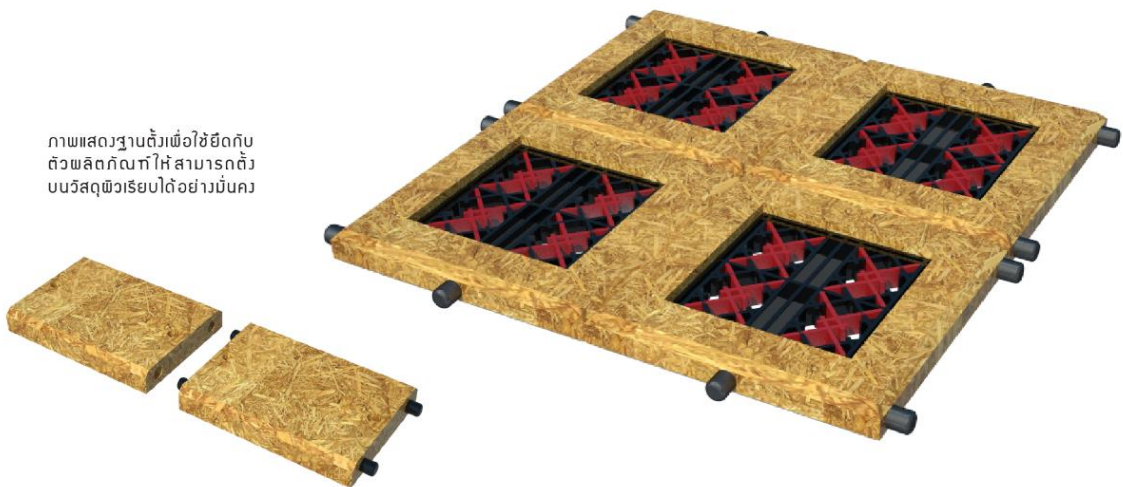


acrylic

mien  
graphic 2  
ศิลปะภาค หรือ ศิลปกรรม



ภาพแสดงฐานตั้งเพื่อใช้ยึดกับตัวผลิตกันทำให้สามารถตั้งบนวัสดุผิวเรียบได้อย่างมั่นคง



ภาพที่ 4.14 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง 2  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตเรียงม. 2560

# SKETCH DESIGN.

## SOUVENIR TISSUE BOX

dimension.



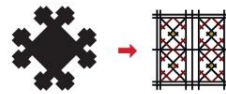
top view



material.



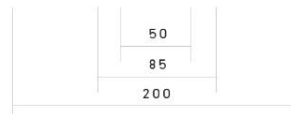
mien  
graphic 2  
ลายหมี่ขาว หรือ สีแดง



unit of mm.  
scale 1:1



front view



side view



ภาพที่ 4.15 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของขวัญ 1  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตเรียงาม. 2560

# SKETCH DESIGN.

## SOUVENIR TISSUE BOX

### detail.

ภาพแสดงพลาสติกอะคริลิก  
ด้านข้างเพื่อใช้เป็นหูจับใน  
การเคลื่อนย้ายเพื่อเพิ่ม  
ความสะดวกมากยิ่งขึ้น



### inspiration.

mien.



### detail.

ภาพแสดงขอบของชั้นวาง  
ที่กำกั้นลึกลงไว้เพื่อยึดติด  
กับตัวฟาได้อย่างสนิทลด  
ความเสียหายในการหลุดออก  
ขณะเคลื่อนย้าย



### material.

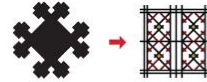


wood



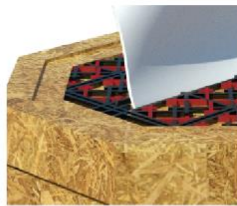
acrylic

mien  
graphic 2  
ลายเส้นวง หรือ เส้นทแยง



### detail.

ภาพแสดงช่องด้านบนของ  
ตัวชั้นวางเพื่อให้สามารถ  
ดึงที่ช่อกออกมาได้ในกรณี  
ที่ต้องการใช้งาน



ภาพที่ 4.16 ภาพ Sketch Design ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของขวัญของชำร่วย 2  
ที่มา : ธีรวิสิทธิ์ จิตรีงาม. 2560

ผลการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยทั้ง 3 ประเภท ซึ่งได้แก่ 1.ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทเฟอร์นิเจอร์ 2.ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของตกแต่งผนัง และ 3.ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยประเภทของขวัญของชำร่วย ทำการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน ซึ่งสรุปได้ ดังนี้

ตารางที่ 4.13 แสดงค่าความเหมาะสมในการพิจารณาเลือกแบบของผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	n = 3					
		รูปแบบที่ 1		รูปแบบที่ 2		รูปแบบที่ 3	
		$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.	$\bar{x}$	S.D.
1	ลวดลายที่นำมาใช้มีความเหมาะสมสวยงาม	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
2	แนวความคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
3	ใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
4	การผลิตและเทคนิคที่ใช้มีความเหมาะสม	4.33	0.58	4.33	0.58	4.33	0.58
5	การขนส่ง - ติดตั้งผลิตภัณฑ์	4.00	1.00	5.00	0.00	4.00	1.00
6	ใช้งานได้สะดวก	4.33	0.58	4.00	1.00	4.00	0.00
7	สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย	4.33	0.58	2.67	0.58	4.67	0.58
8	มีขนาดที่เหมาะสม	5.00	0.00	3.67	0.58	4.00	1.00
9	มีความสวยงามน่าสนใจ	4.33	0.58	4.67	0.58	4.33	0.58
10	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	5.00	0.00	5.00	0.00	5.00	0.00
11	เหมาะสมกับสถานที่	3.67	0.58	3.67	0.58	4.00	0.00
ค่าเฉลี่ยรวม		4.42	0.32	4.24	0.32	4.36	0.39
ระดับความเหมาะสม		มาก		มาก		มาก	

จากตารางที่ 4.13 พบว่า ผลการวิเคราะห์ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้านที่มีต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลิต ทั้ง 3 รูปแบบ พบว่า รูปแบบที่มีความเหมาะสมมากที่สุดได้แก่รูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.32) รองลงมาคือ รูปแบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.36$ , S.D. = 0.39) และลำดับสุดท้าย คือ รูปแบบที่ 2 มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.24$ , S.D. = 0.32)

#### 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินระดับความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ผลการนำไปประเมินความพึงพอใจโดยผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลตจำนวน 3 บริษัท และกลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจในสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน จำนวน 100 คน

ตารางที่ 4.14 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	n = 3	
		รูปแบบที่ 1	
		$\bar{x}$	S.D.
	<b>ความสวยงาม</b>		
1	มีความน่าสนใจแปลกใหม่	4.67	0.58
2	ลวดลายที่นำมาใช้มีความสวยงาม	4.67	0.58
3	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	3.67	0.58
	<b>หน้าที่ใช้สอย</b>		
4	ใช้งานได้สะดวก	3.67	0.58
5	มีขนาดที่เหมาะสม	4.33	0.58
6	ทำความสะอาดได้ง่าย	2.33	0.58
	<b>ความปลอดภัย</b>		
7	ง่ายต่อการติดตั้ง-เคลื่อนย้าย	4.33	0.58
8	เศษวัสดุพลาสติกมีความแข็งแรงคงทน	3.67	0.58
9	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม	4.00	0.00
	<b>ความแข็งแรงทนทาน</b>		
10	ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน	4.67	0.58
11	วัสดุที่นำมาใช้ร่วมมีความเหมาะสมแข็งแรง	4.67	0.58
12	มีวิธีการประกอบที่เหมาะสม	4.00	0.00
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	4.06	0.22
	<b>ระดับความเหมาะสม</b>	มาก	

จากตารางที่ 4.14 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ในรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.06$ , S.D. = 0.22) เมื่อพิจารณาจากรายด้านแล้วพบว่า ด้านความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = 0.54) ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.53) ด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.50) และ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.07$ , S.D. = 0.56)

ตารางที่ 4.15 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคและผู้สนใจสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้าน

ลำดับ	เกณฑ์การพิจารณา	n = 100	
		รูปแบบที่ 1	
		$\bar{x}$	S.D.
	<b>ความสวยงาม</b>		
1	มีความน่าสนใจแปลกใหม่	4.57	0.52
2	ลวดลายที่นำมาใช้มีความสวยงาม	4.54	0.50
3	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม	4.16	0.58
	<b>หน้าที่ใช้สอย</b>		
4	ใช้งานได้สะดวก	4.21	0.67
5	มีขนาดที่เหมาะสม	4.47	0.52
6	ทำความสะอาดได้ง่าย	3.53	0.50
	<b>ความปลอดภัย</b>		
7	ง่ายต่อการติดตั้ง-เคลื่อนย้าย	4.66	0.48
8	เศษวัสดุพลาสติกมีความแข็งแรงคงทน	3.69	0.53
9	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม	4.44	0.50
	<b>ความแข็งแรงทนทาน</b>		
10	ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน	4.38	0.62
11	วัสดุที่นำมาใช้ร่วมมีความเหมาะสมแข็งแรง	4.71	0.46
12	มีวิธีการประกอบที่เหมาะสม	4.41	0.55
	<b>ค่าเฉลี่ยรวม</b>	4.31	0.06
	<b>ระดับความเหมาะสม</b>	มาก	

จากตารางที่ 4.15 ผลการวิเคราะห์ระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคและผู้ที่สนใจสินค้าประเภทผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ในรูปแบบที่ 1 มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D. = 0.06) เมื่อพิจารณาจากรายด้านแล้วพบว่า ด้านความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.45$ , S.D. = 0.39) ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.34$ , S.D. = 0.58) ด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.39) และ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ปานกลาง ( $\bar{X} = 3.44$ , S.D. = 0.58)

## บทที่ 5

### สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ ดังนี้

#### 5.1 สรุปผลการวิจัย

##### 5.1.1 สรุปผลการศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

สรุปสภาพปัญหาได้ว่าเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้นมีปริมาณมาก การนำเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตไปหลอมขึ้นใหม่จะทำให้เกิดการสิ้นเปลืองพลังงานและทรัพยากรเป็นจำนวนมากซึ่งจะก่อให้เกิดมลพิษต่อสภาพแวดล้อม การจัดการกับเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้นคือการทิ้ง หรือ ขายให้กับผู้รับซื้อ เศษของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตสามารถจำแนกออกได้ 5 ประเภท คือ 1) เศษขนาดใหญ่ 2) เศษขนาดกลาง 3) เศษขนาดเล็ก 4) เศษที่มีลักษณะเหมือนกัน 5) ผงพลาสติก จากการวิเคราะห์ประเภทของเศษพลาสติกทั้งหมดแล้วพบว่าประเภทของเศษพลาสติกที่มีความเหมาะสมที่จะนำมาหากระบวนการใช้ประโยชน์มากที่สุดคือ เศษพลาสติกประเภทที่ 4 เนื่องจากเศษวัสดุประเภทนี้มีลักษณะที่เหมือนกันทำให้ง่ายต่อการนำมาหากระบวนการใช้ประโยชน์และสามารถลดขั้นตอนในกระบวนการผลิตได้มากกว่าเศษพลาสติกประเภทอื่นๆ ซึ่งสอดคล้องกับแนวความคิด กระบวนการออกแบบจากเศษวัสดุ ของ สิ่ง อินทรชูโต

สีของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกนั้น สีที่มีการใช้อยู่ในระดับมากที่สุดคือ สีเบจ รองลงมาคือ สีขาวและสีดำ

เครื่องจักรพื้นฐานในการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีอยู่ภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตนั้น ประกอบไปด้วย 1) เครื่องตัด(Laser Machine) 2) เครื่องกลึง(Lathe Machine) 3) เครื่องเจาะ(CNC Router Machine) และ 4) เครื่องดัด(Bending Machine)

คุณสมบัติของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตนั้นเป็นพลาสติกโปร่งใสไม่มีสี มีอุณหภูมิคล้ายแก้วสูง ทนต่อแรงอัดและสภาพแวดล้อมได้ดี เศษของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตนั้นมีขนาดของความหนาที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ พื้นผิวของวัสดุสามารถนำเข้าสู่กระบวนการผลิตกับเครื่องจักรได้ไม่ต่างจากวัสดุประเภทไม้

### 5.1.2 สรุปผลการศึกษาระบบการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

จากการศึกษาระบบการใช้ประโยชน์โดยใช้เครื่องจักรที่มีอยู่แล้วภายในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาทำการทดลอง ตามแนวความคิดด้านการทดลองเทคนิคต่างๆกับวัสดุของ สิงห์ อินทรชูโต ได้ผลการทดลองออกมา 5 รูปแบบ ได้แก่ 1) การอัด 2) การซ้อน 3) การตัด 4) การหลอม 5) การตัด นำไปเข้าหลักการวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และอุปสรรค(SWOT) และนำไปประเมินหาความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผลที่ได้คือ การทดลองที่ 3 การตัด เป็นวิธีการที่สอดคล้องและมีความเหมาะสมมากที่สุด และผลที่ได้จากการสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต พบว่าการตัดด้วยเครื่องตัด(Laser Machine) มีความเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมากที่สุด เนื่องจากมีความแม่นยำและมีโอกาสเกิดความเสียหายน้อยกว่าการทดลองประเภทอื่น

### 5.1.3 สรุปผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

จากการค้นหาแนวความคิดตามกรอบแนวความคิดของ โฆษิตา บุตรรัตน์ ผู้วิจัยได้นำลวดลายการปักผ้าของชาวชนเผ่าอิวเมียนมาใช้ในงานวิจัยโดยเลือกลวดลายจากความเป็นไปได้ในการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตซึ่งประกอบไปด้วย 3 ลวดลาย คือ 1.ลวดลายชมหรือลายคน 2.ลวดลายหล่มเจวหรือลายตีนแมว 3.ลวดลายรอยเท้าเสือ นำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านลวดลาย ซึ่งลวดลายที่ 2 มีผลการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก ( $\bar{X} = 3.67$ , S.D. = 0.67) เนื่องจากลวดลายที่ 2 มีความเหมาะสม ไม่ซับซ้อน และมีความคล้ายคลึงกับลวดลายดั้งเดิมมากที่สุด

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยการแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพเป็นแนวทางปฏิบัติ (QFD) และการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐ์กรรม (TRIZ) ผลที่ได้คือ หลักการข้อที่ 2 การสกัดออกแยกออก หลักการที่ 32 การเปลี่ยนสี และหลักการข้อที่ 40 วัสดุผสม โดยผู้วิจัยนำผลที่ได้ไปดำเนินการออกแบบโดยคำนึงถึงเรื่องของความสวยงามแปลกใหม่ เน้นส่วนของการถอด-ประกอบ ให้สามารถขนย้ายหรือติดตั้งได้ง่ายและการใช้วัสดุผสมเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ ซึ่งแนวความคิดที่ถูกเลือกนำมาใช้ในการออกแบบ คือ วิถีชีวิต สถาปัตยกรรม เครื่องแต่งกายของชาวชนเผ่าอิวเมียน เพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีความสอดคล้องกับลวดลายที่ได้นำมาใช้

โดยผู้วิจัยได้นำผลที่ได้ทั้งหมดไปออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต นำไปประเมินแบบร่างโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน ซึ่งผลที่ได้คือ รูปแบบที่ 1 มีผลการประเมินอยู่ในระดับที่เหมาะสมมาก ( $\bar{X} =$

4.42, S.D. = 0.32) เนื่องจากรูปแบบที่ 1 สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม สวยงาม มีประโยชน์ใช้สอยและใช้งานได้สะดวก

#### 5.1.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มที่ 1 คือ กลุ่มผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต จำนวน 3 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ในรูปแบบที่ 1 มีผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ( $\bar{X} = 4.06$ , S.D. = 0.22) เมื่อพิจารณาจากรายด้านแล้วพบว่า ด้านความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.50$ , S.D. = 0.54) ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.42$ , S.D. = 0.53) ด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.26$ , S.D. = 0.50) และ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.07$ , S.D. = 0.56)

ผลการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มที่ 2 คือ กลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจของตกแต่งบ้านภายในศูนย์แสดงสินค้าและจัดจำหน่าย บิ๊กแอนด์บิท (BIG+BIH) จำนวน 100 คน พบว่า ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ในรูปแบบที่ 1 มีผลการประเมินอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ( $\bar{X} = 4.31$ , S.D. = 0.06) เมื่อพิจารณาจากรายด้านแล้วพบว่า ด้านความแข็งแรงทนทาน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.45$ , S.D. = 0.39) ด้านความสวยงาม มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.34$ , S.D. = 0.58) ด้านความปลอดภัย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก ( $\bar{X} = 4.00$ , S.D. = 0.39) และ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ ปานกลาง ( $\bar{X} = 3.44$ , S.D. = 0.58)

## 5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ ดังนี้

ผลการศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ตามกรอบแนวคิด คิดจากเศษ (สิงห์ อีทรชูโต) ด้านคุณสมบัติของวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีความสอดคล้องกับ นันทมล ลิมป์พิทักษ์พงศ์ และประภากร หุนทนทาน (2550) ที่ได้ศึกษา การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีการเวีย่นใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตในกระบวนการหล่อโดยใช้สารเชื่อมขวาง ในเรื่องของคุณสมบัติของพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

ผลการศึกษาระบบการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ตามกรอบแนวความคิด การทดลองเทคนิคต่างๆกับวัสดุ (สิงห์ อีทรชูโต) การตัดด้วยเครื่องตัด(Laser Machine) มีความเหมาะสมกับการนำมาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริ

เลตมากที่สุด เนื่องจากมีความแม่นยำและมีโอกาสเกิดความเสียหายน้อยกว่าการทดลองประเภทอื่น โดยได้นำวิธีการเข้าไม้มาประยุกต์ใช้ ซึ่งมีความสอดคล้องกับ การเข้าไม้แบบโบราณ กลุ่มวิชาการด้านช่างศิลปะไทย กรมศิลปากร (2553) ในเรื่องของการเพิ่มความกว้างให้กับวัสดุ

ผลการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต มีแนวความคิดในการออกแบบมาจากชาวชนเผ่าอิวเมียน ตามกรอบแนวความคิดของ โฆซิตา บุตรรัตน์ (2549) และ จอร์จ ไตเตอร์ (2543) ด้านการสร้างแนวความคิดและแรงบันดาลใจ ผู้วิจัยได้นำวัฒนธรรมพื้นบ้านวิถีชีวิตภายในประเทศไทยที่มีความน่าสนใจซึ่งได้แก่ชาวชนเผ่าอิวเมียน ด้านการใช้วัสดุหรือเทคนิค ได้นำเทคนิคการเข้าไม้มาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อสร้างให้เกิดเป็นลวดลายต่างๆ ด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ได้ออกแบบโดยใช้งานฝีมือ (Craft) มาเป็นส่วนหนึ่งในผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มีความน่าสนใจแปลกใหม่ ด้านคุณภาพการใช้งาน ผู้วิจัยได้นำ ไม้ มาประยุกต์ใช้กับเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับผลิตภัณฑ์ ด้านรูปลักษณ์สวยงามและการแสดงออกทางรูปทรงศิลปะ ผู้วิจัยได้นำสิ่งที่เกี่ยวข้องกับชาวชนเผ่าอิวเมียน ซึ่งประกอบด้วยลวดลายปักผ้า วิถีชีวิต สถาปัตยกรรม และเครื่องแต่งกายของชาวชนเผ่าอิวเมียน มาใช้ในการออกแบบ ด้านผลิตภัณฑ์เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยนำเอาเศษวัสดุต่างๆ มาหาวิธีประยุกต์ใช้ให้เกิดความคุ้มค่ามากที่สุด

ผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ตามกรอบแนวความคิดโดยใช้หลักการของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549 : 10) ผลจากการประเมินความพึงพอใจจากผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต พบว่า ทั้ง 4 ด้าน ซึ่งได้แก่ ด้านความสวยงาม ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความปลอดภัย ด้านความแข็งแรงทนทาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก และ ผลจากการประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้บริโภคและผู้สนใจของตกแต่งบ้าน พบว่า ด้านความแข็งแรงทนทาน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ด้านความสวยงาม มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก ด้านความปลอดภัย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ มาก และ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีความพึงพอใจอยู่ในระดับ ปานกลาง

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้และทำวิจัยในครั้งต่อไป ดังนี้

### 5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อนำผลการวิจัยไปใช้

1. ความหนาของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตนั้นมีหลายขนาดซึ่งในกระบวนการผลิตแผ่นพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต อาจจะมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ 0.1 มม. ทำให้เทคนิคที่ต้องการความแม่นยำสูงเกิดความผิดพลาดได้
2. ด้านคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต ในการเลือกใช้เทคนิค ถ้าเป็นเทคนิคที่มีรายละเอียดมากจะทำให้วัสดุเกิดการแตกหักได้ง่าย
3. ด้านการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตไปใช้งาน ควรหลีกเลี่ยงการใช้งานที่ต้องการความแข็งแรงมาก และหลีกเลี่ยงการใช้งานในสถานที่ที่มีอุณหภูมิร้อนจัด เนื่องจากจะทำให้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตเกิดผิดรูปได้
4. ผลการประเมินความพึงพอใจ แบ่งเป็น 2 กลุ่มผู้บริโภครวม คือ ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต และ ผู้บริโภคและผู้สนใจของตกแต่งบ้าน โดยในภาพรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ มาก จะแตกต่างกันในเรื่องของรสนิยมของผู้บริโภคในการเลือกซื้อสินค้า ซึ่งทางกลุ่มผู้ประกอบการจะคำนึงถึงเรื่องของกระบวนการผลิตและความคุ้มค่า

### 5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ศึกษาวิธีการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตประเภทอื่นๆให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้อย่างเหมาะสม
2. ศึกษาเทคนิคที่จะนำมาประยุกต์ใช้เพิ่มเติม ให้มีความแข็งแรง แปลกใหม่น่าสนใจและง่ายต่อการผลิต
3. ควรมีการสร้างบรรจุภัณฑ์ให้กับผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัย

## บรรณานุกรม

- กนกอร นิลวรรณจะณกุล. 2555. “ความรู้และทัศนคติที่มีอิทธิพลต่อพฤติกรรมการซื้อสินค้าที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.” บริหารธุรกิจมหาบัณฑิต. คณะบริหารศาสตร์, มหาวิทยาลัยอุบลราชธานี
- คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล. 2550-2551. “พลาสติกทนแรงกระแทกสูง.” **สิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์มหิดล. 2548**
- โฆษิตา บุตรรัตน์. 2549. “ปัจจัยที่ส่งผลให้เกิดแรงบันดาลใจในการสร้างสรรค์งานศิลปะของสรรพขันธ์ สีมธุ” ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษาและการแนะแนว, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- ชลธิชา หอละเอียต และมนชญา ดุลยากร. 2549. “การเวียนใช้ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต.” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล
- ช่างศิลป์ไทย. 2553. **งานช่างแกะสลักและช่างไม้ปราณีต.** สำนักช่างสิบหมู่, กรมศิลปากร
- ณัฐสินี สุขสุเสียง และสาธิตินี น้อยอ่าง. 2552. “การเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหินอ่อนจากการแปรใช้ใหม่ของเศษพอลิเมทิลเมทาคริเลต” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล
- ธีรชัย สุขสด. 2544. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.
- นิรันดร์ พงษ์ธัญญาการ. 2547. “การจัดการขยะมูลฝอยในนิคมอุตสาหกรรมบางปูโดยใช้กระบวนการสิ่งแวดล้อมศึกษา” สาขาสิ่งแวดล้อมศึกษา, มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร
- นิวัฒน์ วงษ์จำ, วินัย ฉิมพลี, สุนิศา กล่อมแก้ว, อนันตวิทย์ แก้วศรี และ อำพล กอสัมพันธ์. 2555. “การสร้างเครื่องตัดเลเซอร์ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์.” วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
- นันทมล ลิมป์พิทักษ์พงศ์ และประภากร หุนทนทาน. 2550. “การปรับปรุงสมบัติทางกายภาพและสมบัติเชิงกลของแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตที่มีการเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตในกระบวนการหล่อโดยใช้สารเชื่อมขวาง” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล
- พงศ์ธร จันทร์สุขจำเริญ. 2559. “การศึกษาปัจจัยของกระบวนการกลึง CNC.” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรม, มหาวิทยาลัยศิลปากร

## บรรณานุกรม (ต่อ)

- พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550. “วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์.” กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- มานะ อินพรมมี. 2555. “การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ของฝากของที่ระลึกกลุ่มผลิตภัณฑ์ชุมชนจังหวัดเพชรบูรณ์.” มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์
- วิมลศิริ พัวรัตนอรุณกร. 2553. “ปัจจัยที่มีผลต่อการตัดสินใจเลือกซื้อผลิตภัณฑ์ตกแต่งบ้านมีดีไซน์ที่ใช้ไม้เป็นวัสดุหลัก” ฐรภิจมหาบัณฑิต. คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี, มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์
- ศักดิ์ดีดา แสนนา. 2556. “ผลกระทบของวัสดุอะคริลิกจากการได้รับแสงเลเซอร์ที่ถูกตัดเป็นช่วง” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ศึกษา. คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- สิริลักษณ์ ภัทรชัยสกุล และสุวิภา รัชชวงค์ตระกูล. 2551. “การเวียนใช้เศษพอลิเมทิลเมทาคริเลตตัดแปรรูปในกระบวนการเตรียมแผ่นพอลิเมทิลเมทาคริเลตลายหิน.” วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสิ่งแวดล้อม. คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหิดล
- สิงห์ อินทรชูโต. 2556. **พัฒนาเศษวัสดุอย่างสร้างสรรค์.** ปทุมธานี : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สิงห์ อินทรชูโต. 2554. **เปลี่ยนขยะเป็นทอง.** กรุงเทพฯ : สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.
- สิงห์ อินทรชูโต. 2552. **ศิลปะการคืนชีวิตให้ขยะ.** กรุงเทพฯ : พาบุญมา.
- สมิง ออบมา. 2554. “การศึกษาปัจจัยที่มีผลต่อคุณภาพผิวและความสึกหรอของคมตัดในการกัดพอลิเมทิลเมทาคริเลต” วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม. คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
- อริสรา ทิพย์รัตน์. 2556. “ออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านแรงบันดาลใจจากลายถักลูกไม้” ศิลปมหาบัณฑิต สาขาวิชาเครื่องปั้นดินเผา, มหาวิทยาลัยศิลปากร
- อัมรินทร์ วงษ์พันธุ์. 2549. “การวิเคราะห์การใช้พลังงานในกระบวนการต้มแผ่นอะคริลิก.” วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการจัดการพลังงาน. คณะพลังงานสิ่งแวดล้อมและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

## บรรณานุกรม (ต่อ)

อรรคเจตต์ อภิขจรศิลป์ และปริญญา บุญกนิษฐ. 2550. การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจในงานอุตสาหกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : ฝ่ายสารสนเทศและวิชาการสถาบันไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์.

Yashpal Singh. 2011. "Acrylic Scrap Recycle." India : Uttar Pradesh.

## ภาคผนวก

- ภาคผนวก ก หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย
- ภาคผนวก ข แบบประเมินที่ใช้ในการวิจัย
- ภาคผนวก ค กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล
- ภาคผนวก ง ภาพถ่ายขั้นตอนการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในการวิจัย
- ภาคผนวก จ ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญ
- ภาคผนวก ฉ ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลด้านการออกแบบ
- ภาคผนวก ช ภาพถ่ายผลงานการออกแบบ
- ภาคผนวก ซ ประวัติผู้เขียน

## ภาคผนวก ก

### หนังสือราชการประกอบการดำเนินการวิจัย

หนังสือขอความอนุเคราะห์เพื่อขอข้อมูลเบื้องต้น

หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินเพื่อการวิจัย (IOC)

หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญในการทำวิจัย

รองรับพิจารณาบทความเพื่อตีพิมพ์และบทความที่ตีพิมพ์

ที่ ศธ 0524.04/ 0044



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๗ มกราคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณอรณิชา ปูนบัณฑิตกุล (ผู้จัดการ บริษัท ศิลป์ฟ้าอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด)

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภท  
อะคริลิกเพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากการประยุกต์ใช้เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ  
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.083-820-7255

ที่ ศธ 0524.04/ 0044



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๒ มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณธัญลักษณ์ ธรรมนวรรณ (บริษัท เมืองใหม่พาสติก จำกัด)

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภท  
อะคริลิกเพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากการประยุกต์ใช้เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ  
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติยงค์ มะโน)

คณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.083-820-7255



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 2936 วันที่ 15 กรกฎาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต” โดยมี ดร.สมชาย เศรษฐี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

Smt ๑๖

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม

30 ๑ ๑9



## บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692  
ที่ ศธ 0524.04 / 2936 วันที่ 15 กรกฎาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย


เรียน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต” โดยมี ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามเพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์



สมิต ศิริพันธ์

(ดร.ราตรี ศิริพันธ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ที่ ศร 0524.04/ 2936



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๑๕ กรกฎาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน อาจารย์ศรีศิลป์ โสภณสกุลวงศ์

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของ  
ตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต” โดยมี ดร.สมชาย  
ชะวีเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม  
มีความสมบูรณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร. 083-820-7255

ที่ ศธ 0524.04/ 2936



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

15 กรกฎาคม 2559

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน รศ.ดร.ปานฉัตต์ อินทร์คง

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของ  
ตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต” โดยมี ดร.สมชาย  
เชวะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับ  
เรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและ  
เหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม  
มีความสมบูรณ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและ  
ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

Smit at

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา  
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ  
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692  
โทรสาร. 02- 329-8436  
ติดต่อนักศึกษา โทร. 083-820-7255

ที่ ศธ 0524.04/ 0044



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

๗ มกราคม 2559

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณอรณิชา ปูนบัณฑิตกุล (ผู้จัดการ บริษัท ศิลป์ฟ้าอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด)

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภทอะคริลิกเพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากการประยุกต์ใช้เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.083-820-7255

ที่ ศธ 0524.04/ 0044



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

➤ มกราคม 2559

เรื่อง ขออนุมัติคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณธัญลักษณ์ ธรรมธนวรรณ (บริษัท เมืองใหม่พาสติก จำกัด)

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตริงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภท  
อะคริลิกเพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากการประยุกต์ใช้เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาครีเลต”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ  
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.083-820-7255

ที่ ศธ.0524.04/ 0044



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง  
กรุงเทพฯ 10520

7 มกราคม 2559

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน คุณจักรพงษ์ สิทธิจิตวัฒน์ (ผู้จัดการ บริษัท นวนครพาสติก จำกัด)

ด้วย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตตรีงาม นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ  
ทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและปริมาณของเศษวัสดุพลาสติกประเภท  
อะคริลิกเพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “โครงการศึกษาและออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านจากการประยุกต์ใช้เศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลิต”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ  
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)

คณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 329-8436

ติดต่อนักศึกษา โทร.083-820-7255



## บันทึกข้อความ

ส่วนการคลัง  
 สำนักงานอธิการบดี ส.ก. 2  
 วันที่ 11.5.61 วันที่ 23 ส.ก. 2  
 เวลา 9.00

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3720  
 ที่ ศธ 0524.04/ 0940 วันที่ 22 ส.ก. 2561  
 เรื่อง ขออนุมัติจัดประชุมวิชาการระดับชาติทางการศึกษา (ครั้งที่ 8) ประจำปีงบประมาณ 2561

เรียน อธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ด้วยคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ร่วมกับสภาคณบดี คณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์แห่งประเทศไทย ที่ประชุม 16 คณบดีคณะครุศาสตร์/ศึกษาศาสตร์ (กลุ่ม 16 คณบดี) Utha State University, University Putra Malaysia และ Wayne State University ได้กำหนดจัดประชุมวิชาการระดับชาติทางการศึกษาครั้งที่ 8 “การพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง : นวัตกรรมและเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน” ในวันที่ 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561 ณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยการจัดประชุมวิชาการดังกล่าว จะเป็นเวทีให้คณาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการทางการศึกษาได้นำเสนอผลงานวิจัยเพื่อแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ ได้ตีพิมพ์หรือเผยแพร่ผลงานวิชาการสู่สาธารณชนในระดับชาติ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มีความประสงค์ขออนุมัติดังนี้

1. อนุมัติจัดประชุมวิชาการระดับชาติทางการศึกษา (ครั้งที่ 8) ในวันที่ 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561
2. ขออนุมัติให้ข้าราชการ พนักงาน ลูกจ้างส่วนราชการต่าง ๆ /รัฐวิสาหกิจและเอกชน เข้าร่วมประชุมวิชาการระดับชาติทางการศึกษา (ครั้งที่ 8) ในวันที่ 31 พฤษภาคม - 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561 โดยไม่ถือเป็นวันลาและมีสิทธิ์เบิกค่าใช้จ่ายต่าง ๆ จากต้นสังกัดได้ตามระเบียบของราชการเมื่อได้รับอนุมัติจากผู้บังคับบัญชาแล้ว

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุมัติให้ด้วย จักขอบคุณยิ่ง

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)  
 คณบดี

กชพ



การประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ  
การพัฒนาประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง  
**08th** นวัตกรรมและเทคโนโลยี  
เพื่อการเรียนการสอน

## ใบประกาศนียบัตรการนำเสนอผลงานวิจัย

ณัฐพิสิษฐ์ จิตรงาม และ สมชาย เชะวิเศษ

นำเสนอความเรื่อง

ศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติก  
ประเภทพอลิเอทิลีนเทอริเลต

ณ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
วันศุกร์ที่ 1 มิถุนายน พ.ศ. 2561

(รองศาสตราจารย์ ดร. ศิวพร ระเบียบ)  
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี  
ประธานกรรมการระดับชาติทางวิชาการ ครั้งที่ 8



LEARNING

DEVELOPING

REAL-LIFE

EXPERIENCES

## ภาคผนวก ข

แบบประเมินเพื่อความเที่ยงตรงของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย IOC

แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์

แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์

แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านลวดลายปักผ้าของชาวชนเผ่าอ้าวเมี่ยน

แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตกแต่งบ้าน

แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการ ผู้บริโภคและผู้สนใจในของตกแต่งบ้านพักอาศัย

## แบบสัมภาษณ์เพื่อการวิจัย

(สำหรับผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต)

เรื่อง “สภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต”

ผู้วิจัย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรingham นักศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี  
ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า  
คุณทหารลาดกระบัง

### คำชี้แจง

แบบสัมภาษณ์มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติก  
ประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก  
โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้  
ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์  
ส่วนที่ 2 : แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นเกี่ยวกับสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติก  
ประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

### การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

**คำอธิบาย :** สำหรับผู้ทรงวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

**เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ :** การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็น  
ของผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

- +1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย
- 0 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถาม นั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัยหรือไม่
- 1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ -1 ในข้อความหรือข้อความ  
ใดขอความอนุเคราะห์แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสัมภาษณ์

ข้อ	ข้อความ				
1.	ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล..... ตำแหน่ง.....ชื่อบริษัท..... สถานที่สัมภาษณ์..... วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....				
	ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบ สัมภาษณ์	ผลการ พิจารณา			ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1	

ส่วนที่ 2 : แสดงข้อความ แบบสัมภาษณ์ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิ  
เอทิลีนเททาครีเลต ที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา		
		+1	0	-1
	ศึกษาวัสดุ			
1	ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกของท่านมีจำนวนเศษพลาสติก ประเภทพอลิเอทิลีนเททาครีเลตในปริมาณ ..... กิโลกรัม/เดือน			
2	ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการนำเศษพลาสติก ประเภทพอลิเอทิลีนเททาครีเลตมาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า			

คัดแยกประเภท				
1	ขนาดของเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตในโรงงานของท่านมีขนาดใดบ้าง			
2	ผลิตภัณฑ์ประเภทใดที่ถูกผลิตออกมามากที่สุด			
3	ในโรงงานของท่านพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตสีใดมีปริมาณมากที่สุด			
วิธีการผลิต				
1	ในโรงงานของท่านสามารถแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตได้ด้วยวิธีใดบ้าง			
2	วิธีการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตวิธีใดที่มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการผลิตได้มากที่สุด			
3	ปัจจุบันเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลตในโรงงานของท่านมีวิธีการจัดการอย่างไร			

.....  
 (.....)

ผู้ประเมิน

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก)

เรื่อง “กระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต”

ผู้วิจัย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์ นักศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

### คำชี้แจง

แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติก  
ประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

โดยแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 : แบบสอบถามความคิดเห็นที่มีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเม  
ทาคริเลต

### การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

**คำอธิบาย** : สำหรับผู้ทรงวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

**เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ** : การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็นของ  
ผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

0 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถาม นั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการ  
วิจัยหรือไม่

- 1 หมายถึง ข้อความหรือข้อคำถามนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการ  
วิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ -1 ในข้อความหรือข้อความ  
ใดข้อความอนุเคราะห์แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

### ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ข้อ	ข้อความ			
1.	ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล..... ตำแหน่ง.....ประสบการณ์ทำงาน.....ปี สถานที่สอบถาม..... วันที่สอบถาม.....เวลา.....			
	ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผลการพิจารณา		ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1

ส่วนที่ 2 : แสดงข้อความ แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิ  
เมทิลเมทาคริเลต ที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ใน  
การวิจัย

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา		
		+1	0	-1
1	ท่านคิดว่าเทคนิคต่อไปนี้มี <u>ความเป็นไปได้</u> หรือไม่ ในการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาผลิต เป็นผลิตภัณฑ์			
2	ท่านคิดว่าเทคนิคต่อไปนี้มี <u>ความเหมาะสม</u> มาก-น้อย เพียงใด ในการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาผลิต เป็นผลิตภัณฑ์			

3	ท่านคิดว่าเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนทากาคริลิตมีความเหมาะสมที่จะนำมาทำเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใดมากที่สุด			
4	ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการนำงานฝีมือ(craft)เข้ามาใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนทากาคริลิต			

.....  
 (.....)

ผู้ประเมิน

## แบบสอบถามเพื่อการวิจัย

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน)

เรื่อง “การออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภท  
พอลิเมทิลเมทาคริเลต”

ผู้วิจัย นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์ นักศึกษาปริญญาครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบ  
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร  
ลาดกระบัง

### คำชี้แจง

แบบสอบถามมีวัตถุประสงค์ เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิล  
เมทาคริเลตในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติก

โดยแบบสัมภาษณ์แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 : แบบสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจาก  
การประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

### การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

**คำอธิบาย** : สำหรับผู้ทรงวุฒิในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

**เกณฑ์ในการตรวจสอบเครื่องมือ** : การตรวจสอบเครื่องมือที่จะใช้ในการวิจัยตามความคิดเห็นของ  
ผู้ทรงคุณวุฒิใช้เกณฑ์ดังนี้

+1 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นใช้ได้มีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

0 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นไม่แน่ใจว่ามีความเหมาะสมตรงกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการ  
วิจัยหรือไม่

- 1 หมายถึง ข้อความหรือข้อความนั้นยังไม่ตรงหรือไม่เหมาะสมกับเนื้อหาตามกรอบแนวคิดในการวิจัย

ในกรณีที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้ตรวจสอบแล้วให้ค่าประเมินเป็น 0 หรือ -1 ในข้อความหรือข้อความ  
ใดข้อความอนุเคราะห์แสดงความคิดเห็นหรือข้อเสนอแนะเพื่อการปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

**ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม**

ข้อ	ข้อความ			
1.	ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล..... ตำแหน่ง..... ชื่อหน่วยงาน / บริษัท ..... สถานที่สัมภาษณ์..... วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....			
	ส่วนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม	ผลการพิจารณา		ข้อเสนอแนะ
		+1	0	-1

ส่วนที่ 2 : แสดงข้อคำถาม แบบสอบถามผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน ที่ให้ผู้ทรงคุณวุฒิ  
พิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา			
		1	0	-1	ข้อเสนอแนะ
1	ลวดลายที่นำมาใช้มีความเหมาะสมสวยงาม				
2	แนวความคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสม				
3	ใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม				
4	การผลิตและเทคนิคที่ใช้มีความเหมาะสม				
5	การขนส่ง - ติดตั้งผลิตภัณฑ์				
6	ใช้งานได้สะดวก				
7	สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย				
8	มีขนาดที่เหมาะสม				
9	มีความสวยงามน่าสนใจ				
10	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม				
11	เหมาะสมกับสถานที่				

.....

(.....)

ผู้ประเมิน

## แบบสัมภาษณ์

ผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท: การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อนักศึกษา : นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์

### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต
2. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

### วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

**คำชี้แจง** แบบสัมภาษณ์นี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติก

ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการอุตสาหกรรมพลาสติก**

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ชื่อบริษัท.....

สถานที่สัมภาษณ์.....

วันที่สัมภาษณ์.....เวลา.....

**ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์**

**ศึกษาวัสดุ**

1. ในโรงงานอุตสาหกรรมพลาสติกของท่านมีจำนวนเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์ในปริมาณ..... กิโลกรัม/เดือน

2. ท่านมีความคิดเห็นอย่างไรเกี่ยวกับการนำเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์มาสร้างเป็นผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่า

.....

.....

.....

**คัดแยกประเภท**

1. ขนาดของเศษพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททราฟลูออไรด์ในโรงงานของท่านมีขนาดใดบ้าง

ขนาดใหญ่ ( 20 ซม. ขึ้นไป )

ขนาดกลาง ( 10 ซม. ขึ้นไป )

ขนาดเล็ก ( 5 ซม. ขึ้นไป )

2. ผลิตภัณฑ์ประเภทใดที่ถูกผลิตออกมามากที่สุด

- เฟอร์นิเจอร์       แจกกัน       นาฬิกา       กรอบรูป  
 โคมไฟ       ของใช้สำนักงาน       อื่นๆ (โปรดระบุ).....

3. ในโรงงานของท่านพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตสีใดมีปริมาณมากที่สุด

- สี base (ใส)       สีดำ       สีขาว  
 อื่นๆ.(โปรดระบุ)

### วิธีการผลิต

1. ในโรงงานของท่านสามารถแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตได้ด้วยวิธีใดบ้าง

- การตัด ( Laser Machine )  
 การตัด ( Bending Machine )  
 การกลึง (Lathe Machine)  
 การเจาะ (CNC cutting router)

2. วิธีการแปรรูปพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตวิธีใดที่มีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการผลิตได้มากที่สุด ( โปรดใส่ตัวเลข 1- 5 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย )

- การตัด ( Laser Machine )  
 การตัด ( Bending Machine )  
 การกลึง (Lathe Machine)  
 การเจาะ (CNC cutting router)

3. ปัจจุบันเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตในโรงงานของท่านมีวิธีการจัดการอย่างไร



## แบบสอบถาม

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก

**วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท:** การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ชื่อนักศึกษา :** นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต
2. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต

#### วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 2 แผ่น

**ส่วนที่ 1 :** ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก

**ส่วนที่ 2 :** แบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนททาคริเลต

**ส่วนที่ 3 :** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก**

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ชื่อบริษัท.....

สถานที่สอบถาม.....

วันที่สอบถาม.....เวลา.....

**ส่วนที่ 2 : แบบประเมินความคิดเห็นที่มีต่อกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภท  
พอลิเมทิลเมทาคริเลต**

คำชี้แจง : กรุณาทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง  หน้าข้อความที่ตรงกับข้อมูลความเป็นจริงของท่านมากที่สุด

1. ท่านคิดว่าเทคนิคใดต่อไปนี้มีความเป็นไปได้หรือไม่ ในการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์

- การตัด ( Laser Machine )
- การดัด ( Bending Machine )
- การกลึง (Lathe Machine)
- การเจาะ (CNC cutting router)

2. ท่านคิดว่าเทคนิคใดต่อไปนี้มีความเหมาะสม มาก - น้อย เพียงใด ในการนำเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลตมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ ( โปรดใส่ตัวเลข 1- 4 เรียงลำดับจากมากไปหาน้อย )

- การตัด ( Laser Machine )
- การดัด ( Bending Machine )
- การกลึง (Lathe Machine)
- การเจาะ (CNC cutting router)



## แบบสอบถาม

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน

**วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท:** การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ชื่อนักศึกษา :** นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
2. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

#### วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

**ส่วนที่ 1 :** ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน

**ส่วนที่ 2 :** ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**ส่วนที่ 3 :** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญด้านการตกแต่งบ้าน**

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ชื่อบริษัท.....

สถานที่สอบถาม.....

วันที่สอบถาม.....เวลา.....

---

**ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการ**

ประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

**คำชี้แจง :** พิจารณาผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการ  
ประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

รูปแบบที่ 1

# SKETCH DESIGN.

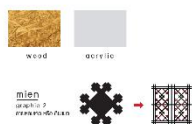
## FURNITURE CHAIR

dimension.



top view

material.



unit of mm  
scale 1:1



front view



side view

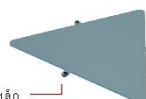
detail.  
ภาพแสดงการถอด-ประกอบของวัสดุจากกวดอกไม้ เพื่อให้สามารถเปลี่ยนวัสดุภายใต้งานช่างการ



inspiration.

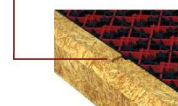


detail.  
ภาพแสดงพนัก ครอบนั่งแผ่นพลาสติกอะคริลิกใส



พนักเหล็ก

detail.  
ภาพแสดงการเจาะไม้เป็นรูพร้อมใส่พนักเหล็กลงไปสำหรับยึดแผ่นพลาสติกอะคริลิกใส



ระดับความคิดเห็นที่มีต่อผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลิตใน รูปแบบที่ 1

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสมสวยงาม					
2	แนวความคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
3	ใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
4	การผลิตและเทคนิคที่ใช้มีความเหมาะสม					
5	การขนส่ง - ติดตั้งผลิตภัณฑ์					
6	ใช้งานได้สะดวก					
7	สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย					
8	มีขนาดที่เหมาะสม					
9	มีความสวยงามน่าสนใจ					
10	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
11	เหมาะสมกับสถานที่					

รูปแบบที่ 2

SKETCH DESIGN.

DECORATION  
WALL DECORATION  
dimension.



ระดับความคิดเห็นที่มีต่อผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการ  
ประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริลेटใน รูปแบบที่ 2

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	สวดลายที่นำมาใช้มีความเหมาะสมสวยงาม					
2	แนวความคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
3	ใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
4	การผลิตและเทคนิคที่ใช้มีความเหมาะสม					
5	การขนส่ง - ติดตั้งผลิตภัณฑ์					
6	ใช้งานได้สะดวก					
7	สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย					
8	มีขนาดที่เหมาะสม					
9	มีความสวยงามน่าสนใจ					
10	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
11	เหมาะสมกับสถานที่					

รูปแบบที่ 3

SKETCH DESIGN.

SOUVENIR TISSUE BOX



ระดับความคิดเห็นที่มีต่อผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริลेटใน รูปแบบที่ 3

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	วัสดุที่นำมาใช้มีความเหมาะสมสวยงาม					
2	แนวความคิดที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
3	ใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสม เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
4	การผลิตและเทคนิคที่ใช้มีความเหมาะสม					
5	การขนส่ง - ติดตั้งผลิตภัณฑ์					
6	ใช้งานได้สะดวก					
7	สัมพันธ์กับประโยชน์ใช้สอย					
8	มีขนาดที่เหมาะสม					
9	มีความสวยงามน่าสนใจ					
10	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
11	เหมาะสมกับสถานที่					

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

## แบบสอบถาม

### ผู้เชี่ยวชาญทางด้านลวดลาย

**วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท:** การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ชื่อนักศึกษา :** นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรรัมย์

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
2. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

#### วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

**ส่วนที่ 1 :** ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญทางด้านลวดลาย

**ส่วนที่ 2 :** ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**ส่วนที่ 3 :** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

### ส่วนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญทางด้านลวดลาย

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ชื่อบริษัท.....

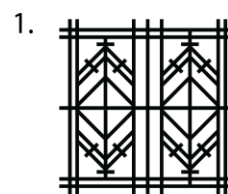
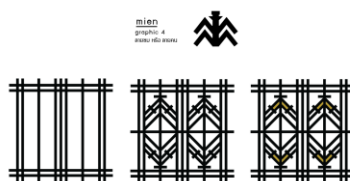
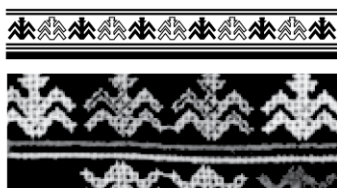
สถานที่สอบถาม.....

วันที่สอบถาม.....เวลา.....

### ส่วนที่ 2 : ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

**คำชี้แจง :** พิจารณาลวดลายเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลต

ลายชน หรือ ลายคน



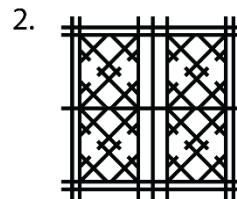
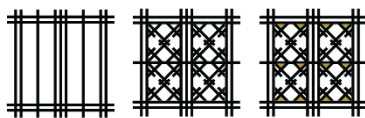
ระดับความคิดเห็นที่มีต่อลวดลายเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเททาคริเลตใน รูปแบบที่ 1

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	ความสวยงาม					
2	สอดคล้องกับลวดลายดั้งเดิม					
3	ความเหมาะสม					

ลายหล่นขาว หรือ ตับแวน



มัลลิก  
ประเภทที่ 2  
ลายดอกบาน



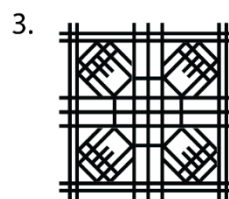
ระดับความคิดเห็นที่มีต่อลวดลายเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลเมทาคริเลตใน รูปแบบที่ 2

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	ความสวยงาม					
2	สอดคล้องกับลวดลายดั้งเดิม					
3	ความเหมาะสม					

ลายรอยเท้าเสือ



มัลลิก  
ประเภทที่ 1  
ลายดอกบาน



ระดับความคิดเห็นที่มีต่อลวดลายเพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลเมทาคริเลตใน รูปแบบที่ 1

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
1	ความสวยงาม					
2	สอดคล้องกับลวดลายดั้งเดิม					
3	ความเหมาะสม					



## แบบสอบถาม

### ผู้ประกอบการและผู้บริโภค

**วิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโท:** การศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต สาขาวิชาเทคโนโลยีออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

**ชื่อนักศึกษา :** นายณัฐพิสิษฐ์ จิตรีงาม

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและคุณสมบัติของเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
2. เพื่อศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
3. เพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

#### วัตถุประสงค์ของการสอบถามในครั้งนี้

1. เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**คำชี้แจง** แบบสอบถามนี้ประกอบไปด้วย 3 ส่วน และมีจำนวน 3 แผ่น

**ส่วนที่ 1 :** ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการและผู้บริโภค

**ส่วนที่ 2 :** ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

**ส่วนที่ 3 :** ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

**ส่วนที่ 1 :** ข้อมูลทั่วไปของผู้ประกอบการและผู้บริโภค

ชื่อ(นาย/นาง/นางสาว).....นามสกุล.....

ตำแหน่ง.....

ชื่อบริษัท.....

สถานที่สอบถาม.....

วันที่สอบถาม.....เวลา.....

**ส่วนที่ 2 :** ข้อมูลความคิดเห็นที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุ

พลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนทากาคริลิต

**คำชี้แจง :** พิจารณาถึงความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนทากาคริลิต



ระดับความพึงพอใจของผู้ประกอบการและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากการประยุกต์ใช้เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนทากาคริลิตใน **รูปแบบที่ 1**

ข้อ	เกณฑ์การประเมิน	ผลการพิจารณา				
		5	4	3	2	1
	<b>ความสวยงาม</b>					
1	มีความน่าสนใจแปลกใหม่					
2	ลวดลายที่นำมาใช้มีความสวยงาม					
3	สีที่นำมาใช้มีความเหมาะสม					
	<b>หน้าที่ใช้สอย</b>					
4	ใช้งานได้สะดวก					
5	มีขนาดที่เหมาะสม					
6	ทำความสะอาดได้ง่าย					
	<b>ความปลอดภัย</b>					
7	ง่ายต่อการติดตั้ง-เคลื่อนย้าย					
8	เศษวัสดุพลาสติกมีความแข็งแรงคงทน					
9	น้ำหนักของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม					
	<b>ความแข็งแรงทนทาน</b>					
10	ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงทนทาน					
11	วัสดุที่นำมาใช้ร่วมมีความเหมาะสมแข็งแรง					
12	มีวิธีการประกอบที่เหมาะสม					

ส่วนที่ 3 : ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## ภาคผนวก ค

### กระบวนการวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ข้อมูลการหากระบวนการใช้ประโยชน์

วิเคราะห์ข้อมูลการออกแบบของตึกแต่งบ้านพักอาศัย

การวิเคราะห์จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส และ อุปสรรคของเทคนิค  
ในการนำมาประยุกต์ใช้กับวัสดุเศษพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต

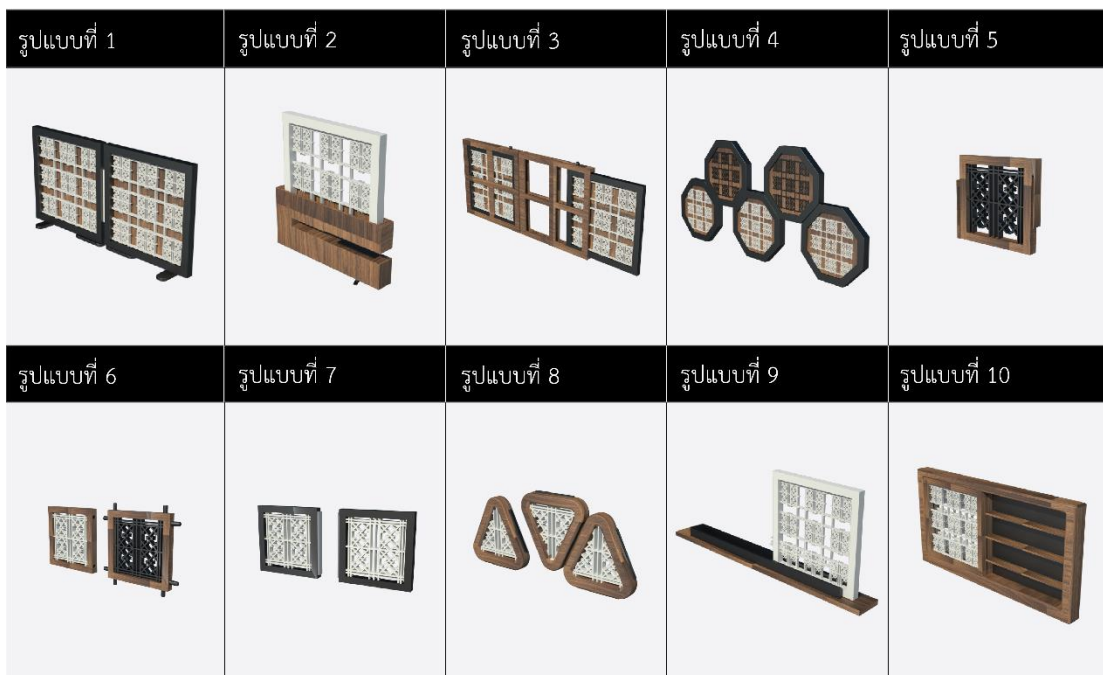
	จุดแข็ง Strengths	จุดอ่อน Weaknesses	โอกาส Opportunities	อุปสรรค Threats
 <p>การทดลองที่ 1</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความแข็งแรง</li> <li>- หนาแน่น</li> <li>- ขึ้นรูปได้หลากหลาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีน้ำหนักค่อนข้างมากถ้าเป็นพลาสติกใสจะมองเห็นคราบน้ำยา</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้วัสดุได้คุ้มค่า</li> <li>- ขั้นตอนไม่ซับซ้อนง่ายต่อการผลิต</li> <li>- แสดงคุณสมบัติของพลาสติกได้ดี</li> <li>- สามารถสร้างทางเลือกใหม่ๆให้กับผู้ประกอบการได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าวิธีการประสานพลาสติกไม่ี้อาจทำให้พลาสติกแยกออกจากกันได้</li> <li>- สีของเศษอาจมีไม่เพียงพอสู่ความต้องการ</li> </ul>
 <p>การทดลองที่ 2</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความแข็งแรง</li> <li>- หนาแน่น</li> <li>- ขึ้นรูปได้หลากหลาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วิธีการผลิตค่อนข้างซับซ้อน</li> <li>- ใช้ระยะเวลาในการผลิตมาก</li> <li>- ต้องใช้เวลาในการคำนวณพื้นที่ของเศษวัสดุ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้วัสดุได้คุ้มค่า</li> <li>- นำวิธีไปประยุกต์เป็นรูปทรงอื่นๆได้</li> <li>- สามารถสร้างทางเลือกใหม่ๆให้กับผู้ประกอบการได้</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้าวิธีการรีดพลาสติกไม่ี้อาจทำให้พลาสติกหักหรือแยกออกจากกันได้</li> </ul>
 <p>การทดลองที่ 3</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความแข็งแรง</li> <li>- มีความเนียนของการลื่นข้อต่อ</li> <li>- ขึ้นรูปได้หลากหลาย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- รูปแบบจะขึ้นอยู่กับรูปแบบของเศษ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- นำวิธีไปประยุกต์เป็นรูปทรงอื่นๆได้</li> <li>- ถอด เข้า - ออกได้ ทำให้สะดวกในการขนย้าย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ถ้านำไปขึ้นรูปด้วยความร้อนโดยใช้ mold อาจทำให้ข้อต่อในลื่นเกิดความผิดพลาด</li> </ul>
 <p>การทดลองที่ 4</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ขึ้นรูปทรงได้อิสระ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ต้องใช้ Mold ในการขึ้นรูป</li> <li>- ใช้ระยะเวลาในการผลิตมาก</li> <li>- ไม่แข็งแรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้รูปแบบที่หลากหลาย แปลกใหม่</li> <li>- ลดทรัพยากรของเศษผงพลาสติกที่มีอยู่มาก</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- กำหนดความเนียนของผลิตภัณฑ์ไม่ได้</li> </ul>
 <p>การทดลองที่ 5</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- มีความแข็งแรง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ระยะเวลาในการผลิตมาก</li> <li>- มีขบวนการผลิตที่ยากและซับซ้อน</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ได้รูปแบบที่หลากหลาย แปลกใหม่</li> <li>- นำไปใช้ทดแทนวัสดุอื่นๆ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การขึ้นรูปโดยใช้ความร้อนทำได้ยาก</li> <li>- กำหนดความเนียนของผลิตภัณฑ์ไม่ได้</li> </ul>



ผลิตภัณฑ์ประเภทเฟอร์นิเจอร์

ลำดับค่าคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	5	4	6	6	7	7	7	6	7
9	คุณภาพ	5	5	6	6	7	5	7	5	7	5	
8	ความสวยงาม	6	4	5	5	6	7	8	5	6	5	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	8	8	7	6	7	8	8	7	7	5	
ผลรวม		24	21	24	23	27	27	30	23	27	21	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		174	153	173	166	195	192	232	164	195	150	290



ผลิตภัณฑ์ประเภทของตกแต่งผนัง

ลำดับค่าคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	5	5	6	7	8	8	8	8	6
9	คุณภาพ	5	6	4	6	5	8	7	7	5	6	
8	ความสวยงาม	6	6	5	7	7	7	7	8	5	5	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	7	6	7	7	7	7	7	7	6	6	
ผลรวม		23	23	22	27	27	30	29	30	22	23	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		167	169	155	194	190	217	208	216	157	166	290



ผลิตภัณฑ์ประเภทของขวัญของชำร่วย

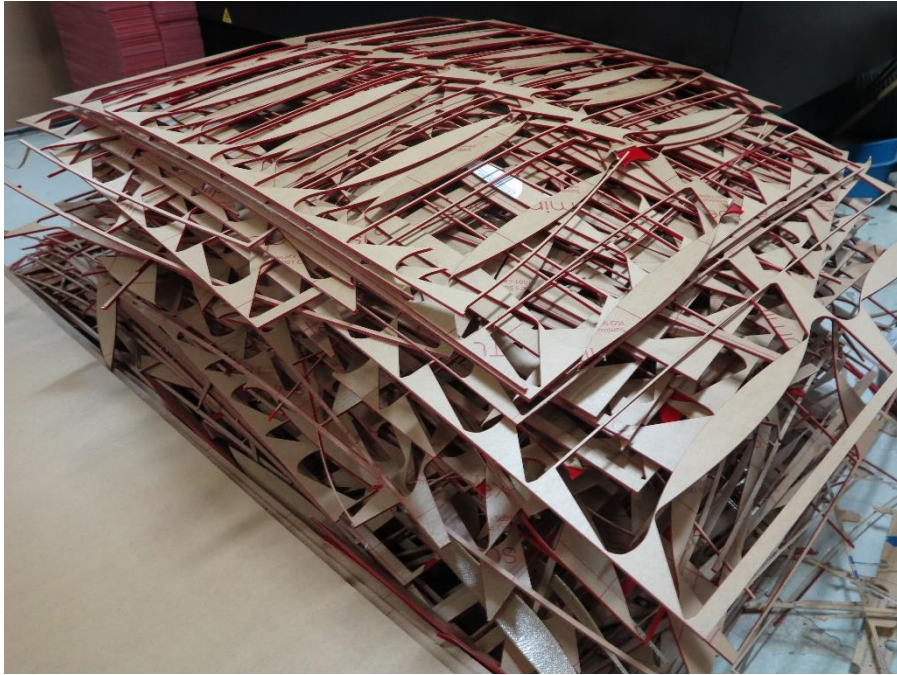
ลำดับคะแนน 1-10

แนวคิดทางการออกแบบ		รูปแบบผลิตภัณฑ์										
ค่าความสำคัญ		รูปแบบที่ 1	รูปแบบที่ 2	รูปแบบที่ 3	รูปแบบที่ 4	รูปแบบที่ 5	รูปแบบที่ 6	รูปแบบที่ 7	รูปแบบที่ 8	รูปแบบที่ 9	รูปแบบที่ 10	
		5	รูปทรง	6	6	5	6	7	6	6	5	5
9	คุณภาพ	5	5	5	7	4	7	5	5	6	6	
8	ความสวยงาม	6	6	5	5	6	6	5	5	5	6	
7	เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	6	6	6	6	6	7	5	7	6	6	
ผลรวม		23	23	21	24	23	26	21	22	22	23	40
ผลรวม x ค่าความสำคัญ		165	165	152	175	161	190	150	159	161	169	290

## ภาคผนวก ง

### ภาพขั้นตอนการลงพื้นที่เก็บข้อมูลในการวิจัย

- 1) ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลภายในอุตสาหกรรมพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต
- 2) ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลการผลิตผลิตภัณฑ์ของตกแต่งบ้านพักอาศัยจากเศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเอทิลีนเมทาคริเลต



ภาพที่ ง.1 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 1

ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559



ภาพที่ ง.2 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 2

ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559



ภาพที่ ง.3 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลेट 3  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559



ภาพที่ ง.4 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริลेट 4  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559



ภาพที่ ง.5 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 5  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559



ภาพที่ ง.6 เศษวัสดุพลาสติกประเภทพอลิเมทิลเมทาคริเลต 6  
ที่มา : อนุรักษ์สิทธิ์ จิตรีงาม. 2559

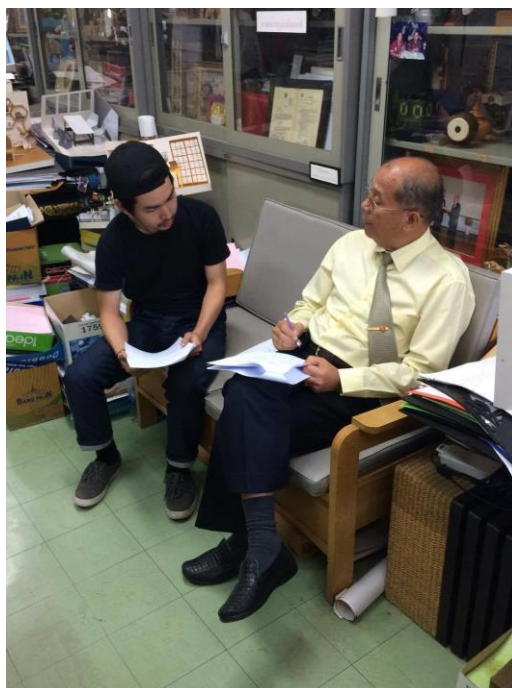
## ภาคผนวก จ

ภาพถ่ายการเก็บข้อมูล ผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้เชี่ยวชาญ



ภาพที่ จ.1 ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง) ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการตรวจสอบ  
เครื่องมือวิจัย (IOC)

ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.2 รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร (อาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะ  
ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง)  
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการตรวจสอบเครื่องมือวิจัย (IOC)

ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.3 คุณธัญลักษณ์ ธรรมชนวรธรณ (ผจก.บริษัท เมืองใหม่พลาสติก จำกัด)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.4 คุณมานัส เมืองชัย (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.5 คุณสุชาติ พวงมะลิ (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.6 คุณปิยะกิตติ์ ฐิตะทรงทรัพย์ (ผู้เชี่ยวชาญด้านการแปรรูปพลาสติก)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2559



ภาพที่ จ.7 คุณอนุสรณ์ ฟุ้งรุ่งนิตศัย (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านลดตายชาวชนเผ่าอ้าวเมี่ยน)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ จ.8 คุณนันทพร ศรีสมบัติ คุณแก้วใจ ทิพย์ศรีสะอาด (ผู้เชี่ยวชาญทางด้านลดตายชาวชนเผ่าอ้าวเมี่ยน)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ จ.9 คุณอรญา ไตรหิรัญ (ผู้เชี่ยวชาญทางการตกแต่งบ้าน)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ จ.10 คุณนภสร ศรีทอง (ผู้เชี่ยวชาญทางการตกแต่งบ้าน)  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ จ.11 ผู้บริโภครและผู้ที่สนใจของตกแต่งบ้านพักอาศัย 1  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ จ.12 ผู้บริโภครและผู้ที่สนใจของตกแต่งบ้านพักอาศัย 2  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561

## ภาคผนวก ฉ

ภาพถ่ายการเก็บข้อมูลด้านการออกแบบ



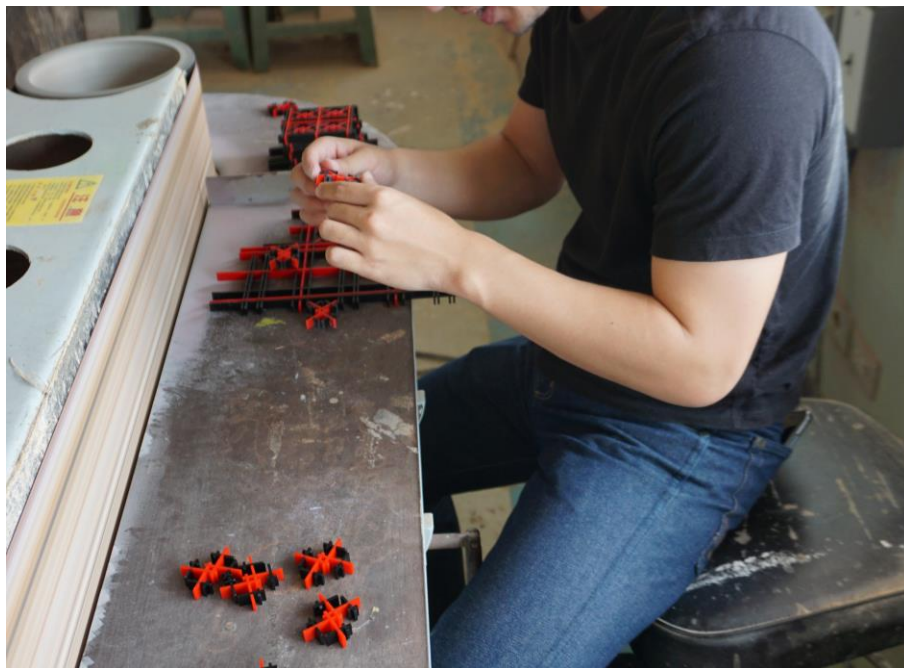
ภาพที่ ฉ.1 ภาพลงพื้นที่เก็บข้อมูลด้านการออกแบบ โดยผู้เชี่ยวชาญด้านลวดลาย  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ ฉ.2 ภาพแสดงขั้นตอนการออกแบบ การขึ้นผลิตภัณฑ์  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ ฉ.3 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยเครื่อง Laser Machine  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ ฉ.4 ขั้นตอนการผลิตผลิตภัณฑ์โดยการขัดมุมตามองศา  
ที่มา : ทีมงานผู้วิจัย. 2561



ภาพที่ ฉ.5 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน 1

ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตรรัมย์. 2561



ภาพที่ ฉ.6 ขั้นตอนการผลิตชิ้นงาน 2

ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตรรัมย์. 2561



ภาพที่ ฉ.8 ขั้นตอนการผลิต 3

ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตรingham. 2561



ภาพที่ ฉ.7 ขั้นตอนการวิเคราะห์ชิ้นงาน

ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตรingham. 2561

## ภาคผนวก ช

ภาพถ่ายผลงานการออกแบบ



ภาพที่ ข.1 ผลงานการออกแบบ 1

ที่มา : ณัฐพิศิษฐ์ จิตรingham. 2561



ภาพที่ ข.2 ผลงานการออกแบบ 2

ที่มา : ณัฐพิศิษฐ์ จิตรingham. 2561



ภาพที่ ช.3 ผลงานการออกแบบ 3

ที่มา : อนุรักษ์สิษฐ์ จิตรงาม. 2561

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นายณัฐพิสิทธิ์ จิตรรัมย์
วัน เดือน ปีเกิด	10 เมษายน 2535
การติดต่อ	โทร. 095-528-7042 E-mail : joshnutphisit@gmail.com
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 502/54 หมู่ที่ 1 ซอย 4 แขวง สีกัน เขต ดอนเมือง จังหวัด กรุงเทพมหานคร 10210
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2557 : สำเร็จการศึกษาหลักสูตรศิลปบัณฑิต สาขาวิชา ออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ปีการศึกษา 2561 : สำเร็จการศึกษาหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ประวัติการทำงาน	ปี พ.ศ. 2557 - ปัจจุบัน : เจ้าหน้าที่ฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ (Designer) บริษัท ศิลป์ฟ้าอุตสาหกรรมพลาสติก จำกัด