ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

STUDY AND DEVELOPMENT USAGE OF CULLET FOR APPLIED IN PRODUCT DESIGN

สามารถ จันทนา
SAMART CHANTHANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2561
KMITL-2018-ED-M-222-054

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

STUDY AND DEVELOPMENT USAGE OF CULLET FOR APPLIED IN PRODUCT DESIGN

สามารถ จันทนา

SAMART CHANTHANA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2561

KMITL-2018-ED-M-222-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STUDY AND DEVELOPMENT USAGE OF CULLET FOR APPLIED IN PRODUCT DESIGN

SAMART CHANTHANA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN TECHNOLOGY OF INDUSTRIAL PRODUCT DESIGN
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG
2018

KMITL-2018-ED-M-222-054

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION AND TECHNOLOGY
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKABANG
COPYRIGHT 2018
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ STUDY AND DEVELOPMENT USAGE OF CULLET FOR APPLIED IN PRODUCT DESIGN
นักศึกษา	นายสามารถ จันทนา
รหัสประจำตัว	58603081
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย เชะวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		**ลายมือชื่อ**
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกรียงศักดิ์	เขียวมั่ง	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย	เชะวิเศษ	
รองศาสตราจารย์ อุดมศักดิ์	สาริบุตร	
รองศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์	เลาหะเพ็ญแสง	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธเนศ	ภิรมย์การ	

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

วัน / เดือน/ ปี ที่สอบ 18 กรกฎาคม 2561 เวลา 16.00 น. เป็นต้นไป
สถานที่สอบ ณ ห้อง ค. 424 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยีรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ ดร.กิติพงศ์ มะโน)
คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

วันที่ 31 **เดือน** ก.ค. **พ.ศ.** 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์
นักศึกษา	นายสามารถ จันทนา
รหัสประจำตัว	58603081
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผศ.ดร.สมชาย เซะวิเศษ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือ 1) เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว 2) เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว 3) เพื่อประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว 4) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตแก้ว กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว กลุ่มผู้ผลิตกระจก กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว ในพื้นที่ จ.ระยอง ใช้สุ่มแบบเจาะจงตามคุณสมบัติประสบการณ์ ในกลุ่มผู้ผลิตแก้ว จำนวนกลุ่มละ 3 ท่าน เพื่อสำรวจกระบวนการผลิตในองค์กร ทั้งขั้นตอนการผลิต มาวิเคราะห์หาข้อจำกัดในการออกแบบและแนวคิดที่สามารถเป็นไปได้ในการออกแบบที่ตั้งไว้ โดยทำแบบร่างจากแนวคิดเบื้องต้นโดยศึกษาที่ตั้งไว้ โดยทำแบบร่างจากแนวคิดเบื้องต้นเพื่อนำเสนอผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ 5 ท่าน โดยแสดงข้อเสนอแนะโดยอิสระ เพื่อประโยชน์ในการพัฒนาต้นแบบต่อไป จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์ซึ่งผ่านความคิดเห็นจากที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์จนเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ หลังจากนั้นจึงทำเครื่องมือการวิจัย คือ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิต และผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ด้วยมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ การวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการวิจัยพบว่า ศึกษาสมบัติทางกายภาพและประโยชน์จากเศษแก้ว โดยวิเคราะห์ ได้สูตร Condition ที่ 3 ให้ค่าการกระจายตัวของรูพรุนดีที่สุด ซึ่งขนาดของรูพรุนส่วนใหญ่มีขนาด 0.5 มม. และ 1 มม. ความหนาแน่นคือ 0.40 กรัมต่อลบ.ซม. ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว อยู่ในระดับมาก($\bar{X}$= 2.63, SD.=0.51). ผลประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว มีความหนาแน่น (ASTM C796) มีค่าเฉลี่ย 150-350 กก.ต่อลบ.ม. และค่าการดูดซึมน้ำ มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.2-0.5 การผลทดสอบอัตราการกันเสียง (ASTM E90) 38 เดซิเบล และผลทดสอบการทนไฟ (BS476) 0.40-0.65 ชม. เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผลประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก ($\bar{X}$ = 3.83, S.D.=0.34)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Study and Development usage of Cullet for Applied in Product Design
Student	Mr. Samart Chanthana
Student ID	58603081
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Technology of Industrial Product Design
Year	2018
Thesis Advisor	Asst.prof.Dr. Somchai Seviset
Thesis Co-Advisor	Assoc.prof. Udomsak Saributr

ABSTRACT

This research has the objectives as this following 1). To study the physical properties and utilization of glass fragments. 2) To design products derived from glass fragments. 3) To evaluate the efficiency of the standard cullet products. 4) To evaluate consumers' satisfaction with glass products

The population and the group sampling are the glass manufacturer, the glass block manufacturer, the mirror manufacturer and the glass bottle manufacturer in Rayong province. Use random sampling based on the experience of glass manufacturer in the group of 3 people to explore the production process within the organization. Take the production step to analyze the design constraints and possible concepts in the design set to present 5 product design professionals, with suggestions for further development in the prototype. The product development through the suggested by the thesis adviser to the prototype product, the tool used in this research is assessing the satisfaction of manufacturers and consumers on the product from glass shard by using 5 rating. As the result, it has analyzed information by using Percentages, Means, and Standard aviation.

The research found that Condition 3 gives the best porosity distribution. Most of the porous sizes are 0.5 mm and 1 mm. The density is 0.40 g / cm^3. Product development results from cullet fragments. At the high level ($\overline{X}$ = 2.63, SD. = 0.51). The results of the performance evaluation according to the criteria of cullet products of density (ASTM C796) were 150-350 kg / m^3 and the water adsorption was 0.2-0.5%. Sound pressure level (ASTM E90) 45 decibels and Fire resistance test (BS476) 0.40-0.65 hrs. Non-polluting product environmentally friendly. The results of the evaluation of the satisfaction of the manufacturers and consumers of the cullet products. At the level of satisfaction ($\overline{X}$ = 3.83, S.D. = 0.34).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ครั้งนี้ได้รับความกรุณาจาก ผศ.ดร.สมชาย เซะวิเศษ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ช่วยให้คำปรึกษา และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ข้อเสนอแนะแก้ไข วิธีคิดกระบวนการต่างๆ ตลอดจนสรุปผลการวิจัย ให้ความรู้ประสบการณ์ที่ดีในการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ขอขอบคุณกลุ่มด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมจากเศษแก้วและผู้เชี่ยวชาญที่ทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ดังนี้ คุณเสน่ห์ ปิ่นทอง ผู้จัดการฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์ คุณนิมิตร เกตุคำ ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา ศูนย์ทดสอบแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด คุณสมพร สมจิต วิศวกรวิจัยและพัฒนา ศูนย์ทดสอบแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด และขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ รศ.ดร.กาญจนา บุญศักดิ์ ผศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์ ผศ.ดร.กฤษณา คิดดี คุณภาพของเครื่องมือแบบสอบถาม ตลอดจนข้อเสนอแนะในการแก้ไขปรับปรุงผลงานจนสำเร็จ

สุดท้ายต้องขอขอบพระคุณ นางพันธ์ จินนะโสตร์ มารดาและนายคำมูล จันทนา บิดาของกระผมที่ช่วยสนับสนุนทุกอย่างทั้งกำลังใจ กำลังทรัพย์ ตลอดจนให้คำปรึกษามาโดยตลอด

นายสามารถ จันทนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II
กิตติกรรมประกาศ.....III
สารบัญ.....IIII
สารบัญตาราง..... VII
สารบัญภาพ..... VIII
บทที่ 1 บทนำ.....1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....3
1.3 กรอบแนวความคิดของการวิจัย.....3
1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....7
1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย..... 10
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับในการวิจัย.....12
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย..... 12

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....13
2.1 ศึกษาความเป็นมาและความหมายของแก้ว.....13
2.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแก้ว.....19
2.3 ศึกษากระบวนการผลิตแก้ว.....30
2.4 ศึกษาคุณสมบัติพื้นฐานของแก้ว.....36
2.5 ศึกษาด้านการตลาดของแก้ว..... 43
2.6 ศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม.....47
2.7 ศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว.....50
2.8 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์..... 55
2.8 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม.....57
2.9 ศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว..... 70
2.10 ศึกษาความพึงพอใจ.....77
2.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย....83

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง....83

3.2 เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย....86

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย....89

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล....94

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล....96

บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล....99

4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว....99

4.2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว....112

4.3 ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว....125

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ....130

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ....136

5.1 สรุปผลการวิจัย....136

5.2 อภิปรายผล....138

5.3 ข้อเสนอแนะ....140

บรรณานุกรม....141

ภาคผนวก....145

ภาคผนวก ก....146

ภาคผนวก ข....162

ภาคผนวก ค....181

ภาคผนวก ง....186

ภาคผนวก จ....199

ภาคผนวก ฉ....201

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 องค์ประกอบและคุณลักษณะของแก้วที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม..... 38
2.2 คุณลักษณะของทรายแก้วตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษสำหรับทำแก้วไม่มีสี..... 38
2.3 ออกไซด์ที่ช่วยให้แก้วเกินสีและทึบแสง..... 40
2.4 แสดงที่มาปัญหาสาเหตุกากอุตสาหกรรม..... 48
2.5 ปริมาณกากของเสียอันตรายในประเทศไทย ปี 2556-2558..... 50
2.6 แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม..... 68
2.7 แนวทางการเลือกวัสดุในการออกแบบผลิตภัณฑ์..... 69
2.8 แนวทางการทำผิวสำเร็จและการติดป้ายในการออกแบบ.....69
2.9 แนวทางการออกแบบอุปกรณ์การจับยึดในผลิตภัณฑ์..... 70
4.1 แสดงขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว.....107
4.2 แสดงผลการทดลองวัสดุจากเศษแก้ว..... 109
4.3 แสดงขั้นตอนการเคลือบผิววัสดุจากเศษแก้ว.....110
4.4 แสดงผลการทดลองการเคลือบผิววัสดุจากเศษแก้ว..... 111
4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 1.....116
4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 2.....118
4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 3.....119
4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 4.....121
4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 5.....122
4.10 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทั้ง 5 รูปแบบ 123
4.11 แสดงผลสรุปผลการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว.....129
4.12 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 1 131
4.13 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 2 132

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

4.14 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 3 134
4.15 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ทั้ง 3 รูปแบบ..... 135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงเครื่องแก้วที่ทำเป็นลูกปัดสมัยอียิปต์ 14
2.2 แสดงเทคนิคการเป่าแก้ว 14
2.3 แสดงงานแก้วในโรงานในเมืองเวนิส 15
2.4 แสดงงานแก้วในโรงานในเมืองเวนิส 16
2.5 แสดงงานแก้วแจกันดอกไม้ที่นำเข้ามาในไทย ช่วงปลายทศวรรษที่ 1870 17
2.6 แสดงเครื่องแก้วตามแบบ อาร์ตนูโว 17
2.7 แสดงหินเขี้ยวหนุมาน 20
2.8 แสดงแก้วซิลิกาหลอมเหลว 20
2.9 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วซิลิกาหลอมเหลว 96% 21
2.10 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วโซดาไลม์ (soda lime glass) 21
2.11 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วเลดซิลิเกต (leadalkali silicate glass) 22
2.12 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วโบโรซิลิเกต (borosilicate glass) 23
2.13 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate glass) 23
2.14 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วสี (color glass) 24
2.15 แสดงแก้วที่ใช้ในวงการวิทยาศาสตร์ 24
2.16 แสดงแก้วที่ใช้ในการให้แสงสว่าง 25
2.17 แสดงแก้วที่ใช้ในวงการก่อสร้าง 25
2.18 แสดงแก้วสะเทิน (neutral glass) 26
2.19 แก้วกระจกรถยนต์ (safety glass) 26
2.20 แสดงแก้วกันกระสุน (bullet proof glass) 27
2.21 แสดงใยแก้ว 27
2.22 แสดงแก้วในวงการศิลปะ 28
2.23 แสดงแก้วที่เป็นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน 28
2.24 แสดงแก้วในงานอิเลคทรอนิกส์ 29
2.25 แสดงแก้วในงานกระจกเครื่องบิน 29
2.26 แสดงความหนืดของเนื้อแก้วชนิดโซดาไลม์ 31
2.27 การขึ้นรูปแก้วโดยวิธีกดอัด 32
2.28 แสดงการขึ้นรูปแก้วโดยวิธีการกดอัดและเป่า 33
2.29 แสดงการขึ้นรูปโดยวิธีเป่าและเป่า 33
2.30 แสดงการขึ้นรูปโดยวิธีเป่าและเป่า 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

2.31 แสดงการขึ้นรูปกระจก..... 35
2.32 แสดงการขึ้นรูปแก้วโดยวิธีการดึงและรีด.....35
2.33 จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น.....37
2.34 แสดงเส้นทางกากของเสียในงานอุตสาหกรรม..... 49
2.35 แสดงการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเศษแก้ว..... 52
2.36 แสดงลักษณะตัวอย่างที่ใช้โดโลไมต์เป็นสารก่อฟองโฟมกล๊าส..... 54
2.37 แสดงลักษณะตัวอย่างที่ใช้โดโลไมต์เป็นสารก่อฟองโฟมกล๊าส..... 54
2.38 แสดงความสัมพันธ์ของการออกแบบผลิตภัณฑ์การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ.....58
2.39 บรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากชานอ้อย..... 60
2.40 ไดอะแกรมบ้านคุณภาพ..... 65
2.41 แสดงลักษณะการทดลองผลิตภัณฑ์แก้ว.....73
3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนศึกษาและพัฒนากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์.....99
4.1 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด..... 100
4.2 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส จำกัด..... 101
4.3 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน) 102
4.4 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด.....103
4.5 วงจรผลิตภัณฑ์แก้ว ในประเทศไทย.....104
4.6 ระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว.....106
4.7 กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว..... 112
4.8 แสดงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ (Quality Function Development : QFD)..... 113
4.9 แนวคิดในการออกแบบ ผนังตกแต่ง 3D wall.....115
4.10 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 1..... 116
4.11 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 2..... 117
4.12 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 3..... 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

4.13 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 4 120
4.14 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 5 122
4.15 แสดงแบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกทั้ง 3 แบบ 124
4.16 แสดงรูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบ 125
4.17 แสดงกราฟผลการทดสอบอัตรากันเสียง (dB) 126
4.18 แสดงกราฟผลการทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (%) 127
4.19 แสดงกราฟอัตราการทนไฟ (นาที) 128
4.20 แสดงกราฟแสดงค่า Compressive Strength (Mpa/s) 129
4.21 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 1 130
4.22 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 2 132
4.23 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 3 133

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบัน อุตสาหกรรมไทยมีลักษณะเป็นฐานการผลิตแห่งหนึ่งภูมิภาคเอเชีย ซึ่งประเทศพัฒนาแล้ว ได้อาศัยแหล่งทรัพยากรและแรงงานราคาถูกในการผลิตสินค้า อย่างไรก็ตามสภาพปัจจุบันที่มีการเปลี่ยนแปลงไป เนื่องจากการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมอย่างรวดเร็วของประชาคมโลก รวมถึงการพัฒนาทางอุตสาหกรรมของประเทศใกล้เคียง ส่งผลให้อุตสาหกรรมไทยสูญเสียและได้เปรียบ ด้านการเป็นฐานของการผลิตต้นทุนต่ำ ดังนั้น อุตสาหกรรมไทยจึงต้องมีการปรับตัวให้เข้ากับสภาพการแข่งขันโลกธุรกิจการค้าเสรี คือ การสร้างความแตกต่างให้กับสินค้าหรือบริการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม พร้อมทั้งปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมถือว่าเป็นปัญหาที่สำคัญและทวีความรุนแรงมากขึ้นเรื่อยๆ ยิ่งเมื่อภาคอุตสาหกรรมมีการขยายตัว ปัญหาเรื่องมลพิษก็จะเพิ่มขึ้น แม้ว่าจะมีหน่วยงานด้านสิ่งแวดล้อมที่เข้ามาดูแล ตรวจสอบโรงงานอุตสาหกรรมแต่กฎหมายเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อมของประเทศ ยังอ่อนอยู่มากเมื่อเทียบกับประเทศที่เจริญแล้ว ในความเป็นจริงผู้ประกอบการมักจะนึกถึงแต่ว่า การดูแลเรื่องสิ่งแวดล้อม การกำจัดของเสียที่เกิดขึ้นในกระบวนการเป็นเรื่องที่สิ้นเปลืองและต้องลงทุนสูงมีค่าใช้จ่ายมาก โดยเฉพาะโรงงานขนาดกลางและขนาดเล็ก แต่ถ้าหน่วยงานราชการและนักวิชาการสามารถเปลี่ยนความคิดเหล่านั้น สามารถให้ผู้ประกอบการเห็นว่า การกำจัดของเสียเป็นการลงทุนที่สุดท้ายแล้วจะได้ผลตอบแทนที่คุ้มค่า สามารถลดต้นทุนของการผลิต ลดต้นทุนในการกำจัดของเสียภายนอกโรงงานลง ก็จะสามารถลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและทำให้ประเทศของเราน่าอยู่เทียบเท่าอานารยะประเทศได้ (คชินท์ สายอินทวงศ์. 2552 : 1-4)

นโยบายด้านการจัดการขยะมูลฝอยของประเทศ รัฐบาลได้ให้ความสำคัญกับแนวทางการใช้ทรัพยากรธรรมชาติให้เกิดประโยชน์สูงสุด ส่งผลให้มีการกำหนดแนวทางการจัดการขยะมูลฝอยแบบครบวงจร ดังนั้นเพื่อให้เกิดการบริหารจัดการที่สอดคล้องกับนโยบาย จำเป็นต้องมีการประยุกต์เข้ากับระบบบริหารจัดการขยะมูลฝอย โดยการควบคุมปริมาณขยะมูลฝอยหรือของเสีย ที่แหล่งกำเนิดและการเพิ่มประสิทธิภาพ การคัดแยกและใช้ประโยชน์ขยะมูลฝอยหรือของเสียที่เกิดขึ้นก่อนที่จะนำไปกำจัดขั้นสุดท้ายอย่างถูกหลักวิชาการต่อไป ดังนั้นกรมควบคุมมลพิษจึงได้จัดทำยุทธศาสตร์การดำเนินงานด้านการลด คัดแยก และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ สำหรับให้หน่วยงานและภาคส่วนที่เกี่ยวข้องนำไปประยุกต์ใช้ เป็นกรอบแนวทางการดำเนินงานลดคัดแยก และนำขยะมูลฝอยกลับมาใช้ใหม่ในประเทศเป็นไปอย่างมีระบบ ครบวงจร และสอดคล้อง กับแนวทางการบริหารจัดการขยะมูลฝอยแนวใหม่แบบครบวงจร

ปัจจุบันมีการขยายตัวทางเศรษฐกิจ ทำให้ภาคอุตสาหกรรมโรงงานได้ขยายกำลังการผลิตเพื่อให้ได้ผลผลิตเพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภค ซึ่งสิ่งที่ตามมาจากการเพิ่มการผลิต คือ กากของเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมที่ได้มาในรูปของวัสดุพลอยได้ จากขั้นตอนของการผลิต ที่ไม่ผ่านมาตรฐานและกากของเสียเป็นต้น โดยจะมีปริมาณมากขึ้นตามการเพิ่มกำลังการผลิต ในปัจจุบันได้มีการตื่นตัวที่จะกำจัดกากเหลือทิ้งอุตสาหกรรมเหล่านี้ โดยการจัดการกากเหลือทิ้งตามหลักสากลใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการ 3Rs ได้แก่ (1) การลดของเสีย (reduce) เป็นการป้องกันการเกิดกากเหลือทิ้งจาก การผลิต (2) การนำ กลับมาใช้ซ้ำ (reuse) เป็นการใช้ประโยชน์ของเสีย ที่นำกลับคืนในการ ที่ต่างกันอีก กระบวนการหนึ่ง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงใดๆ (3) การแปรใช้ใหม่ ทั้งในรูปวัสดุและ ในรูปพลังงานทดแทน (recycle & recovery) เป็นการนำกากเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ เพื่อ ลดขั้นตอนการจัดการและให้ผลตอบแทนกลับคืน ในสัดส่วนที่สูงทั้งนี้เพื่อให้เกิดการใช้ทรัพยากรอย่าง คุ้มค่า และลดปริมาณของเสียที่ต้องกำจัด กากเหลือทิ้งบางชนิดสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบทดแทน วัตถุดิบธรรมชาติได้ เพียงแต่ผู้ประกอบการโรงงานส่วนใหญ่อาจยังไม่มีข้อมูล ที่บ่งบอกถึงแนว ทางการนำกากเหลือทิ้งของตนไปใช้ประโยชน์ ทำให้ผู้ประกอบการต้องเสียพื้นที่ในการจัดเก็บกาก เหลือทิ้งและเสียค่าใช้จ่ายในการกำจัด (วรพงษ์ เทียมสอน. 2554 : 68-70)

แก้วเป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน ทั้งนี้เป็นเพราะ แก้วมีสมบัติเฉพาะตัวในเรื่องของความโปร่งใส ความแข็งแรง และความมันแววววาว ซึ่งเป็นสมบัติ ที่ วัสดุอื่นทดแทนไม่ได้ อีกทั้งในปัจจุบันมนุษย์สามารถสร้างสรรค์และผลิตแก้ว ที่มีความหลากหลาย ลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นแท่งแก้วทึบตัน แผ่นแก้วที่บางเฉียบ หรือเส้นใยแก้วที่ละเอียดอ่อน ดังนั้น การ ได้ศึกษาถึงวิวัฒนาการของแก้วสมบัติและประเภทของแก้ว รวมถึงขั้นตอนการผลิตแก้วลักษณะต่างๆ จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในวัสดุประเภทนี้มากขึ้น อันจะนำมาซึ่งการเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมใน ชีวิตประจำวัน รวมทั้งเพื่อการปรับปรุงและพัฒนาสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์แก้ว (วารสารกระทรวง อุตสาหกรรม. 2527 : 3)

ประเทศไทยมีเศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตันต่อปี ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ ในการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณขยะเศษแก้วเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อ สิ่งแวดล้อม ในอนาคต ทำให้มีการรณรงค์การนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ในประเทศไทยยังไม่มี การนำเศษแก้ว ไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมใหม่ แต่ในต่างประเทศมีการ นำเศษแก้ว กลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมายอาทิ เช่น ใช้เป็นตัวกรอง ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัด สี ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิ ในเซรามิก ใช้เป็นตัวเติมในสี และใช้ทำโฟมกลาส เป็นต้น โดยเศษแก้ว คือวัตถุดิบที่จะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (วารสารกรมวิทยาศาสตร์. 2552 : 46)

ปัจจุบันธุรกิจผลิตภัณฑ์แก้วมีความสำคัญในการพัฒนาประเทศ โดยสรุปประเด็นปัญหา หลักของผลิตภัณฑ์แก้วในประเทศไทย คือ ลดปัญหาเศษแก้วกากของเสียในโรงงานอุตสาหกรรมที่มี ปริมาณมากทั้งในระบบอุตสาหกรรมและในครัวเรือน พร้อมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์จากเศษ แก้ว ให้มีความหลากหลายในเรื่องของตัววัสดุแก้วในงานอุตสาหกรรม พร้อมทั้งขาดการคิดค้นรูปแบบ ของตัวผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาจากเศษแก้ว ในการนำมาออกแบบและประยุกต์ร่วมกันกับวัสดุชนิดอื่น โดยมีสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับการปรับปรุงและพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้ว ให้มีความหลากหลายในการนำ เศษแก้วไปใช้งานให้เกิดประโยชน์สูงสุด เพราะฉะนั้นการหาวิธีแก้ไขปัญหาในเรื่องที่กล่าวมา จึงมี ความจำเป็นอย่างยิ่งเพื่อหากรรมวิธีแก้ไขที่มีวัสดุที่มีคุณภาพ (วีรยศ จุฬเกตุ ให้สัมภาษณ์. 2559)

จากการลงพื้นที่และปัญหาดังกล่าวข้างต้น การศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษ แก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ จึงมีแนวความคิดในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษ แก้ว เพื่อมาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตอบสนองการแก้ปัญหาข้างต้น และทดสอบการศึกษา ตัวการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ในการนำมาออกแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยัง ส่งผลในการลดปริมาณของขยะเศษแก้ว และเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากความเป็นมาและความสำคัญ ดังได้กล่าวมาข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ จึงมีแนวความคิดในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อมาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่ตอบสนองการแก้ปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา และทดสอบการศึกษาตัวกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ในการนำมาออกแบบที่ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค อีกทั้งยังส่งผลในการลดปริมาณของขยะเศษแก้วที่ไม่สามารถนำ ไปทำแก้วที่ดีได้ พร้อมทั้งเพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ที่มีรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างแต่ยังมีมูลค่าที่เพิ่มมากขึ้น รวมไปถึงการส่งเสริมและพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้วในรูปแบบใหม่ ๆ อันนำไปสู่กระบวนการในการออกแบบผลิตภัณฑ์แก้วที่ยังยืนสืบไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

1.2.2 เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

1.2.3 เพื่อประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.3 กรอบแนวความคิดในการวิจัย

งานวิจัยเรื่อง “ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์” ได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย แบ่งตามวัตถุประสงค์ดังต่อไปนี้

1.3.1 ตามวัตถุประสงข้อที่ 1

เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ประยุกต์การใช้โดยยึดหลักกระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551 : 92-98) โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1.3.1.1 การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด ผู้วิจัยศึกษากระบวนการใช้วัตถุดิบธรรมชาติมาประกอบ ในการพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ในการพัฒนาแก้วในรูปแบบใหม่

1.3.1.2 กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ผู้วิจัยจัดทำกระบวนการ ในการนำเศษแก้วมาผลิต เกี่ยวกับรายละเอียดในการวางขอบเขต รวมถึงศึกษาขั้นตอนการผลิตที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และออกแบบกระบวนการผลิตจากเศษแก้วที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.3.1.3 วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเศษแก้ว การนำกลับมาใช้ใหม่ได้ทั้งหมดในระบบอุตสาหกรรม และนำไปสู่หลักกระบวนการ 3Rs ได้แก่

(1) การลดของเสีย (reduce) เป็นป้องกันการเกิดกากเหลือทิ้งจากการผลิต

(2) การนำกลับมาใช้ซ้ำ (reuse) เป็นการใช้ประโยชน์ของเสียที่นำกลับคืนในกระบวนการที่ต่างกัน อีกกระบวนการหนึ่ง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเปลี่ยนแปลงใดๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) การแปรใช้ใหม่ ทั้งในรูปวัสดุและในรูปพลังงานทดแทน (recycle & recovery) เป็นการนำกากเหลือทิ้งกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่

1.3.1.4 การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต ผู้วิจัยศึกษาทั้งด้าน เทคโนโลยีที่ใช้ในกรรมวิธีการผลิตและเทคโนโลยีในการผลิตแก้วที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

1.3.2 ตามวัตถุประสงข้อที่ 2

เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ประยุกต์กรอบแนวคิดในการพัฒนาโดยใช้หลักกระบวนการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ในแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี (Kevin Otto and Kristin Wood. 2002 : 725-728) โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนมาใช้ในการศึกษาดังนี้

1.3.2.1 ด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่สอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย โดยออกแบบรูปทรงภายนอก โดยเกิดจากการนำเส้นมาต่อกัน เป็นรูปทรงแปลกๆ มากมาย และทำให้รู้สึกแตกต่างกันออกไป นอกจากนี้ได้รูปทรงจากธรรมชาติที่มีความงามในตัวเอง รูปทรงที่ได้จากการนำเส้นมาต่อ กันเป็นรูปทรงใหม่เรียกว่ารูปทรงเลขาคณิต โดยนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ รูปทรงและรูปร่างจากภายนอก และเกิดเป็นแนวคิด ในการออกแบบรูปทรงภายนอกจากรูปแบบและรูปเลขาคณิต พร้อมทั้งศึกษาความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ ที่นำมาออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.3.2.2 ด้านคุณภาพในการใช้งาน ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบที่สอดคล้องกับการใช้งาน ผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสม ที่จะนำไปใช้งานมีการออกแบบที่ดี มีความคงทนมั่นคงและมีสภาพดี สามารถใช้และทำงานได้ตามหน้าที่ของผลิตภัณฑ์ และมีรายละเอียดเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนด รวมทั้งมีรูปร่างสวยงามเรียบร้อยน่าใช้ เป็นวิถีการออกแบบที่นิยมความงามของรูปทรงเป็นหลัก โดยยึดแนวคิดที่ว่า ความงามต้องมาก่อนประโยชน์ใช้สอยเสมอ และมักถูกนำมาใช้อธิบายขั้นตอนในการปฏิบัติ เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นความงามเป็นหลัก จุดประสงค์ที่สำคัญก็เพื่อยกระดับคุณค่าผลิตภัณฑ์ให้สูงขึ้น เพื่อนำไปสู่การเพิ่มราคาสินค้า ผู้วิจัยนำมาทดสอบผลการใช้งานเบื้องต้น ก่อนนำไปใช้งานจริง พร้อมศึกษาด้านคุณภาพในการใช้งานจริง ตามผลการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.3.2.3 ด้านรูปลักษณ์สวยงาม ผู้วิจัยได้ศึกษาและออกแบบที่สอดคล้องกับรูปลักษณ์สวยงาม โดยผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงามน่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรก ที่คนเราสัมผัสได้ก่อนมักเกิดมาจากรูปร่างและสีเป็นหลัก การกำหนดรูปร่างและสีในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ไม่เหมือนกับการกำหนดรูปร่างและสีในงานจิตรกรรม ซึ่งสามารถที่จะแสดงหรือกำหนดรูปร่าง และสีได้ตามความนึกคิดของจิตกร แต่ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น จำเป็นต้องยึดข้อมูลและกฎเกณฑ์ผสมผสานของรูปร่างและสีสัน ระหว่างทฤษฎีทางศิลปะและความพึงพอใจของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่ามนุษย์แต่ละคนมีการรับรู้และพึงพอใจในเรื่องของความงามได้ไม่เท่ากัน และไม่มีกฎเกณฑ์การตัดสินใจใดๆ ที่เป็นตัวชี้ขาดความถูกความผิด แต่คนเราส่วนใหญ่ก็มีแนวโน้มที่จะมองเห็นความงาม ไปในทิศทางเดียวกันตามธรรมชาติ และความสวยงามจะสร้างความประทับใจแก่ผู้บริโภคให้เกิดการตัดสินใจซื้อได้

1.3.2.4 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยผู้วิจัยได้คำนึงถึงการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อส่งแวดล้อม โดยลดการใช้ทรัพยากร การควบคุมการใช้สารอันตรายในผลิตภัณฑ์ หรือกระบวนการผลิต ใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด หรือไม่มีพิษ ใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีประสิทธิภาพในการผลิต และลดการเกิดของเสีย มีระบบการจัดการหลังใช้งานออกแบบให้นำสินค้าหรือชิ้นส่วนกลับมาใช้ซ้ำ หรือกำจัดทิ้งโดยนำพลังงานมาใช้ได้ โดยผู้วิจัยได้กำหนดแนวทางในการทำผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมดังนี้

(1) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้กระบวนการผลิต (process) ที่ทำลายสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า หรือปล่อยมลพิษน้อยกว่า หรือไม่ปล่อยมลสาร

(2) การลงทุนใช้เทคโนโลยีใหม่ในการผลิต ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่ใช้พลังงานน้อย หรือ ปล่อยมลสารน้อย หรือ ใช้วัสดุหรือวัตถุดิบน้อย

(3) สินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมนี้ จะต้องมีลักษณะที่ใช้แทนสินค้าที่เหมือนกัน (Like Product) แต่ไม่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.3.3 ตามวัตถุประสงข้อที่ 3

เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ประยุกต์ประเมินประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยใช้รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

1.3.3.1 ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้างและของตกแต่งบ้าน กรอบแนวคิดในด้านประสิทธิภาพการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

(1) การทดสอบเสียง ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตภัณฑ์ในการทดสอบเสียงเราทำการทดสอบระดับเสียงตามมาตรฐาน ENERGY STAR® เช่น เดียวกับมาตรฐานการทดสอบการสั่นสะเทือนที่หลากหลาย และการสนับสนุนในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ทำให้การทดสอบคุณลักษณะด้านเสียงและประสิทธิภาพการไหลของอากาศของส่วนประกอบความดันเสียงและ ความเข้มเสียง โครงสร้าง พื้น ผนัง และเพดาน การทดสอบทางด้านเสียง การไหลของลม และการรั่ว ในผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย เช่น หน้าต่างและประตู สิ่งอำนวยความสะดวกของเราในการให้บริการทดสอบทางเสียงได้รับการรับรองโดย NVLAP สำหรับการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM C423, ASTM E 90, ASTM E 477, ASTM E 492, ANSI S12.31, ANSI S12.32 และ ANSI S12.51 ห้องปฏิบัติการทดสอบทางเสียงและการไหลของลมของเราเป็นหนึ่งในสิ่งก่อสร้างที่มีขนาดใหญ่

(2) การทดสอบทางสภาพแวดล้อมและความคงทนของผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา การดำเนินการอย่างถูกต้องในการทดสอบทางสภาพแวดล้อมและความคงทนของผลิตภัณฑ์สามารถช่วยให้คุณลดความเสี่ยงจากการเรียกร้องการรับประกัน การประกันภัยและการเรียกร้องความเสียหาย โดยการตรวจสอบข้อบกพร่องในการออกแบบตั้งแต่ช่วงต้น ตัวอย่างเช่น ความผิดพลาดในระหว่างการขนส่งเป็นปัญหาที่พบบ่อย การทดสอบในขั้นตอนแรก ๆ ของการพัฒนาผลิตภัณฑ์จะช่วยเพิ่มความมั่นใจในคุณภาพของสินค้า การระบุจุดอ่อนในการออกแบบของท่านสามารถช่วยในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์และสร้างรายได้ที่มากขึ้นซึ่งเป็นผลมาจากความพึงพอใจของลูกค้าและการรักษาฐานลูกค้า สำหรับบางข้อบกพร่องของผลิตภัณฑ์ที่อาจเกิดขึ้นเฉพาะภายใต้สภาวะที่มีการควบคุมมากเกินไป

(3) ทดสอบเกี่ยวกับสมบัติด้านอัคคีภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษา การดำเนินการจะต้องทดสอบสมบัติของการทนไฟ การติดไฟ และ การลามไฟ ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลิตภัณฑ์ก่อนที่พวกเขาจะสามารถขายผลิตภัณฑ์ในตลาดได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย สิ่งอำนวยความสะดวกของอินเตอร์ในการทดสอบการทนไฟของผลิตภัณฑ์ประกอบด้วย เตาเผาทดสอบแนวตั้งและเตาเผาทดสอบแนวนอน ทั้งขนาดใหญ่ ขนาดกลางและขนาดเล็ก และเครื่อง Intermediate Scale, Multistory Apparatus (ISMA) ซึ่งช่วยให้เราสามารถทดสอบผลิตภัณฑ์ได้เกือบทุกขนาด สิ่งอำนวยความสะดวกของอินเตอร์ในการทดสอบการติดไฟประกอบด้วย เครื่องมือวัดความร้อนแบบกรวย และห้องทดสอบการเผาไหม้ของห้องขนาดเท่าของจริง และปล่องขนาดใหญ่สำหรับการวัดปริมาณความร้อนแบบ open calorimetry

(4) การวิเคราะห์ความล้มเหลวและการทดสอบวัสดุ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการดำเนินการการวิเคราะห์ความล้มเหลวคือการตรวจสอบสมบัติทางกล ทางกายภาพและทางเคมีเพื่อหาสาเหตุและลำดับของเหตุการณ์ที่ทำให้สภาพสินค้าไม่ตรงตามความคาดหวัง หากผลิตภัณฑ์หรือส่วนประกอบของคุณเสียหายหรือไม่สามารถทำงานได้ตามที่คาดไว้ จะทำการวิเคราะห์โดยใช้ความรู้ทางวัสดุศาสตร์เพื่อให้ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการดำเนินการพัฒนาอย่างต่อเนื่องและการวิเคราะห์การรับประกันสินค้า การทดสอบวิเคราะห์ความล้มเหลวเพื่อให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของความล้มเหลวจะช่วยปรับปรุงการตัดสินใจในการดำเนินการทางด้านวิศวกรรมและการจัดการให้ดีขึ้น ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบวัสดุ การทดสอบทางเคมี การทดสอบทางโลหะวิทยาและการทดสอบทางกลของเราจะแนะนำท่านตลอดทั้งกระบวนการ เราทำงานตามตาราง

1.3.4 ตามวัตถุประสงข้อที่ 4

เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ผลิตและผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ประยุกต์ประเมินประสิทธิภาพผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยใช้รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์และใช้กรอบแนวความคิด ดังนี้

1.3.4.1 กรอบแนวคิดโดยใช้รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กรอบแนวคิดของ (อุดม ศักดิ์ สาริบุตร, 2549 : 10) มีเกณฑ์การพิจารณาตัดทอนลงเหลือ 5 ด้านดังนี้

(1) วัสดุ ผู้วิจัยต้องศึกษาทั้งวัสดุที่เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ตอบสนองตามความต้องการของผู้บริโภค

(2) ความปลอดภัย ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการนำไปใช้งานที่มีความปลอดภัย

(3) ความประหยัด ผู้วิจัยได้คำนึงถึงความประหยัดของวัสดุในการนำสู่ท้องตลาด

(4) มีลักษณะเฉพาะ โดยผู้วิจัยให้ความสำคัญในการนำวัสดุชนิดใหม่มาออกแบบ โดยมีเอกลักษณ์เฉพาะตัวในการนำกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

(5) หน้าที่ใช้สอย ผู้วิจัยได้ศึกษาแก้วในการออกแบบในการศึกษาและนำวัสดุมาใช้ตาม หลักหน้าที่การใช้งานตามความต้องการของผู้บริโภค

1.3.4.2 โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณา ในมุมมองของกลุ่มผู้ผลิต ตามหลัก 4P (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) โดยมีเกณฑ์พิจารณาตัดทอนคงเหลือ 3 ด้าน ดังนี้

(1) รูปแบบผลิตภัณฑ์ (Product) เป็นการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ตามความต้องการของผู้บริโภคตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้วที่มีคุณภาพ

(2) ราคา (Price) ผู้วิจัยใช้การคัดสรรและเลือกตัววัตถุดิบ ที่มีสมบัติเฉพาะนำมาเพื่อสร้างความแตกต่าง ให้กับตัวสินค้าในการเพิ่มมูลค่าตัวสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) ช่องทางการจัดจาหน่าย (Place) จัดการช่องทางการจัดจำหน่ายทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เพื่อเพิ่มความหลากหลายของตัวผลิตภัณฑ์ และเพื่อเพิ่มช่องทางการจัดจำหน่าย

1.3.4.3 ผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณาในมุมมองของกลุ่มผู้บริโภคตามหลัก 4C (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) โดยมีเกณฑ์พิจารณาตัดทอนคงเหลือ 3 ด้าน ดังนี้

(1) คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value) ผู้วิจัยต้องการศึกษาความต้องการของผู้บริโภค การผลิตสินค้าในปัจจุบันต้องคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก

(2) ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer) ผู้วิจัยต้องการศึกษาการตั้งราคาของผู้ผลิต ต้องคำนึงต้นทุนของผู้บริโภคมากกว่าต้นทุนของผู้ผลิต

(3) ความสะดวกสบาย (Convenience) ผู้วิจัยต้องการศึกษาความสะดวกในการซื้อ ผู้ประกอบการหรือนักการตลาดจะต้องคำนึงถึงความสะดวกสบายในการซื้อสินค้าของผู้บริโภคเป็นสำคัญ โดยอาจเพิ่มช่องทางในการซื้อให้กับลูกค้า

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาพัฒนาโดยรวบรวมข้อมูล ประวัติความเป็นมา กรรมวิธีการผลิต รูปแบบและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยมี ขอบเขตการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.4.1 ขอบเขตด้านเนื้อหา

โดยในการวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาของการวิจัยตามลำดับของ วัตถุประสงค์ ในการวิจัยดังนี้

1.4.1.1 ขอบเขตด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ 1

โดยกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาเป็น 4 ปัจจัย ดังนี้

(1) ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพของเศษแก้ว ในการนำมาพัฒนาเป็นรูปแบบของผลิตภัณฑ์ โดยผู้วิจัยทำการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสังเกต สัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับผู้เชี่ยวชาญเรื่องการผลิตแก้ว เพื่อศึกษาด้านกายภาพของเศษแก้ว

(2) ด้านการผลิตแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสังเกต และสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับผู้เชี่ยวชาญการผลิตแก้ว ในระบบอุตสาหกรรม เรื่องการผลิตแก้วในงานอุตสาหกรรม เพื่อศึกษาด้านการผลิตแก้ว

(3) ด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากหนังสือเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสังเกตและสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างกับผู้เชี่ยวชาญ เรื่องสมบัติ ของแก้วแต่ละชนิด เพื่อศึกษาข้อจำกัดในการผลิตแก้วในระบบงานอุตสาหกรรม

(4) ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากหนังสือเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสังเกตและสัมภาษณ์ แบบไม่มีโครงสร้างกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

1.4.1.2 ขอบเขตด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ 2

การกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ 2 ด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ ทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จากแบบร่างการ เพื่อพิจารณาความเป็นไปได้ในตัวผลิตภัณฑ์

1.4.1.3 ขอบเขตด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ 3

โดยกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว จากเอกสารมาตรฐานผลิตภัณฑ์แก้ว และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องรวมถึง การสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว และทำการทดสอบประสิทธิ์ภาพผลิตภัณฑ์แก้วให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว

1.4.1.4 ขอบเขตด้านเนื้อหาตามวัตถุประสงค์ที่ 4

โดยกำหนดขอบเขตด้านเนื้อหา เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้ผลิตและผู้บริโภค ที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาถึงความพึงพอใจด้านการรับรู้ถึงคุณค่ารูปแบบลักษณะการใช้งานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.4.2 ขอบเขตด้านพื้นที่

โดยการวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตด้านพื้นที่ ที่จะศึกษา คือเขตพื้นที่ จังหวัดระยอง

1.4.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาแบ่งตามวัตถุประสงค์ของการศึกษา ได้ 3 กลุ่ม ดังนี้

1.4.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงข้อที่ 1

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยแบ่งปัจจัยในทางด้านขอบเขตเนื้อหา ผู้วิจัยได้แบ่งกลุ่มประชากรเป็นปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

(1) ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ โดยการกำหนดประชากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านสมบัติทางกายภาพ โดยใช้วิธีการ เลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550) จำนวน 4 กลุ่ม คือดังนี้

กลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด อ.ปลวกแดง จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส อินดัสทรี จำกัด อ.แกลง จังหวัดระยอง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ การศึกษาเอกสาร หลักฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตการสัมภาษณ์ ภาพถ่าย และใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เพื่อให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วใน จังหวัดระยอง เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

(2) ด้านการผลิตแก้ว โดยการกำหนดประชากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านกระบวนการผลิตแก้ว โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550) จำนวน 4 กลุ่มคือ ดังนี้

กลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด อ.ปลวกแดง จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส อินดัสทรี จำกัด อ.แกลง จังหวัดระยอง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ การศึกษาเอกสาร หลักฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตการสัมภาษณ์ ภาพถ่าย และใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เพื่อให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วใน จังหวัดระยอง เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

(3) ด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว โดยการกำหนดประชากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านสมบัติทางกายภาพ โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550) จำนวน 1 กลุ่ม จำนวน 3 คน คือ ดังนี้

กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ จาก ศูนย์เชี่ยวชาญด้านแก้ว กระทรวงวิทยาศาสตร์

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ การศึกษาเอกสาร หลักฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตการสัมภาษณ์ ภาพถ่าย และใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เพื่อให้ได้องค์ความรู้เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการใช้ประโยชน์ จากเศษแก้ว ใน จังหวัดระยอง เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

(4) ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยการกำหนดประชากรที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550) จำนวน 4 กลุ่ม คือ ดังนี้

กลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด อ.นิคมพัฒนา จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด อ.ปลวกแดง จ.ระยอง
กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส อินดัสทรี จำกัด อ.แกลง จังหวัดระยอง

เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย คือ การศึกษาเอกสาร หลักฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การสังเกตการสัมภาษณ์และภาพถ่าย และใช้แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างเพื่อให้ได้องค์ความรู้ เกี่ยวกับปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบการใช้ประโยชน์ จากเศษแก้ว ใน จังหวัดระยอง เพื่อนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.4.3.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงข้อที่ 2

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ และผู้วิจัยเลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550) โดยแบ่งตามกรอบแนวความคิด โดยแบ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทั้ง 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 คน
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 2 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ ที่มีผลต่อรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยออกแบบการประเมินตามแบบมาตรฐาน ประเมินค่า ระดับ (Rating Scale) 5 ระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงข้อที่ 3

การศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อประเมินประสิทธิภาพด้านผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยใช้กลุ่มตัวอย่างแบบจำเพาะเจาะจง (Purposive sampling)

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้างและของตกแต่งบ้าน จำนวน 3 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการสอบถามความคิดเห็น ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับ การเก็บรวบรวมความคิดเห็นเกี่ยวกับ การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ที่ได้ จากเศษแก้ว ซึ่งจะใช้คำถามภายใต้กรอบแนวความคิดการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยใช้รูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์ กรอบแนวคิดของ (พิไลวรรณ และอดุลย์ จาตุรงค์กุล, 2542 : 234)

1.4.3.4 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างตามวัตถุประสงข้อที่ 4

โดยประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แก้ว โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) (สำนักงานสถิติแห่งชาติ. 2557) ได้แก่

ผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์แก้ว จำนวน 80 คน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แบบสอบถามความพึงพอใจของผู้บริโภค ที่สนใจผลิตภัณฑ์แก้วต่อรูปแบบของต้นแบบผลิตภัณฑ์แก้ว โดยออกแบบการประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับ (Rating Scale) 5 ระดับ

1.4.4 ตัวแปรที่ศึกษา

การวิจัยศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการ ออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นมีตัวแปลในการวิจัย คือ

ตัวแปรต้น คือ ปัจจัยที่มีผลต่อการพัฒนาพัฒนาการใช้ประโยชน์ จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ตัวแปรตาม คือ ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์แก้ว ที่ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทั้งรูปแบบของผลิตภัณฑ์แก้ว

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ศึกษาและรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง

1.5.1.1 ศึกษาความเป็นมาและความหมายของแก้ว

1.5.1.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแก้ว

1.5.1.3 ศึกษาการผลิตแก้ว

1.5.1.4 ศึกษาสมบัติพื้นฐานของแก้ว

1.5.1.5 ศึกษาด้านการตลาดของแก้ว

1.5.1.6 ศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม

1.5.1.7 ศึกษากระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

1.5.1.8 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.9 ศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว

1.5.1.10 ศึกษาความพึงพอใจ

1.5.1.11 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.2 กำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

1.5.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

1.5.4.1 ข้อมูลปฐมภูมิ จากการสังเกต สัมภาษณ์ และสอบถาม

(1) การสัมภาษณ์ นักวิชาการและกลุ่มผู้ผลิตสินค้าแก้ว ใน จ.ระยอง

(2) การสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

(3) การสังเกตและการจดบันทึก กรรมวิธีการผลิตแก้ว

1.5.4.2 ข้อมูลทุติยภูมิ จากการค้นคว้าและวิเคราะห์เอกสาร บทความ หนังสือ สื่อออนไลน์ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.5.5 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อพัฒนาแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.5.5.1 ศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์

1.5.5.2 วิเคราะห์ความเป็นไปได้และความเหมาะสมในการออกแบบ

1.5.5.3 กำหนดแนวทางในการออกแบบ

1.5.6 ขั้นตอนการออกแบบ

1.5.6.1 แบบร่างครั้งที่ 1 ตามแนวการออกแบบที่ตั้งไว้

1.5.6.2 แบบร่างครั้งที่ 2 โดยนำแบบร่างครั้งที่ 1 มาพัฒนาต่อให้สมบูรณ์

1.5.6.3 คัดเลือกผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาสมบูรณ์แล้วพร้อมนำไปประยุกต์ใช้งาน

1.5.6.4 คัดเลือกแบบร่างนำไปสร้างเป็นต้นแบบจำลอง

1.5.6.5 สร้างแบบจำลองเพื่อทดสอบความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์

1.5.7 ขั้นตอนการทดสอบผลิตภัณฑ์

1.5.7.1 นำต้นแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วไปทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว

1.5.7.2 นำผลทดสอบมาสรุปผลเป็นรายงานเพื่อนำผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการทดสอบนำไปใช้ในงานจริง

1.5.8 ขั้นตอนการนำต้นแบบไปให้ผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.5.8.1 ประเมินระดับความพึงพอใจของผู้บริโภคที่สนใจซึ่งมีต่อผลิตภัณฑ์ต้นแบบ

1.5.8.2 สรุปและชี้แจงข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับในการวิจัย

1.6.1 ได้ศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

1.6.2 ได้พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ที่เหมาะสมทั้ง รูปแบบ ลักษณะการใช้งาน

1.5.3 ได้ประเมินประสิทธิภาพด้านผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1.6.4 ได้ประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะหรือคำจำกัดความที่ใช้ในการวิจัย

1.7.1 การพัฒนา หมายถึง การศึกษารูปแบบเดิมของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และนำออกแบบใหม่เพื่อให้ลดกากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม

1.7.2 การใช้ประโยชน์ หมายถึง การศึกษาการใช้เศษแก้วให้เกิด ประโยชน์สูงสุด

1.7.3 เศษแก้ว หมายถึง แก้วที่เหลือจากกากของเสียในระบบอุตสาหกรรม

1.7.4 ประยุกต์ หมายถึง การศึกษาและนำความรู้ในวิทยาการต่างๆ มาปรับใช้ให้เป็นประโยชน์ ในกระบวนการใช้เศษแก้วในการพัฒนาผลิตภัณฑ์แก้วรูปแบบใหม่

1.7.5 ความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ หมายถึง ความคิดเห็นในด้านการออกแบบ และด้านการผลิตของผู้เชี่ยวด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตแก้วเพื่อการนำไปสู่การผลิตต้นแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.7.6 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว หมายถึง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน โดยคำนึงถึงด้านความปลอดภัย รูปลักษณ์ที่สวยงาม โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน

1.7.7 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม หมายถึง เป็นผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และการผลิตที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมทั้งทางตรงและทางอ้อม

1.7.8 ความพึงพอใจ หมายถึง การศึกษาความพึงพอใจผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้งทางด้านรูปร่างรูปทรงและราคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่าย งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมถึงการลงพื้นที่สัมภาษณ์ และสังเกตการณ์อย่างมีส่วนร่วมของผู้วิจัย โดยมีข้อมูลดังนี้

2.1 ศึกษาความเป็นมาและความหมายของแก้ว
2.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแก้ว
2.3 ศึกษาการผลิตแก้ว
2.4 ศึกษาสมบัติพื้นฐานของแก้ว
2.5 ศึกษาด้านการตลาดของแก้ว
2.6 ศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม
2.7 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว
2.8 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์
2.9 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
2.10 ศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว
2.11 ศึกษาความพึงพอใจ
2.12 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ศึกษาความเป็นมาและความหมายของแก้ว

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาความเป็นมาของแก้ว ดังนี้

2.1.1 ประวัติเครื่องแก้ว

ตั้งแต่สมัยแรกเริ่มที่มนุษย์สร้างสรรค์อารยะธรรมของตน แก้วจัดเป็นวัตถุชนิดแรกๆ ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ตั้งแต่สมัยเริ่มประวัติศาสตร์ และด้วยคุณสมบัติที่มีความพิเศษผิดแผกแตกต่างไปจากวัสดุธรรมชาติ อันเป็นผลจากการที่จะต้องประดิษฐ์ขึ้นมาอย่างตั้งอกตั้งใจ แก้วจึงกลายเป็นของมีค่ามาตั้งแต่โบราณจวบจนปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งแก้วที่ถูกประดิษฐ์ขึ้นอย่างงามวิจิตรเพียงคราวเดียวและไม่อาจจะหาจากที่ไหนได้อีกแล้ว มนุษย์อาจจะค้นพบแก้วมาเป็นเวลาไม่น้อยกว่าหมื่นปี แต่หลักฐานที่ยืนยันความสามารถของมนุษย์ ในการนำแก้วมาใช้อย่างเป็นรูปแบบที่เก่าสุดในขณะนี้ได้แก่เครื่องมือและเครื่องใช้ต่างๆ ที่มีอายุราว 2000-15000 ปีก่อนคริสตกาล ถูกค้นพบในอียิปต์โดยถูกนำมาทำเป็นลูกปัด เครื่องประดับ ขวดสำหรับบรรจุเหล้าและน้ำหอม ย่อมแสดงให้เห็นว่าชาวอียิปต์รู้จักแก้วมาก่อนหน้านี้เป็นเวลานานแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้ในฐานะของฟุ่มเฟือยมากกว่าของที่จำเป็นสำหรับการใช้สอยในชีวิตประจำวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.1 แสดงเครื่องแก้วที่ทำเป็นลูกปัดสมัยอียิปต์
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 41)

จากอียิปต์และเอเชียกลาง แก้วกระจายไปทั่วยุโรปและเอเชีย โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสมัยจักรวรรดิโรมัน แก้วได้ถูกผลิตและนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ในระยะแรกๆ แม้ว่าการผลิตแก้วจะทำได้ช้าและคุณภาพไม่ค่อยดีนักก็ตาม แต่เครื่องแก้วก็ยังเป็นสินค้าที่มีผู้ต้องการอย่างมาก
การค้นพบเทคนิคในการเป่าแก้วในราวศตวรรษที่ 1 ก่อนคริสตกาล นับเป็นการปฏิวัติการผลิตแก้วที่สำคัญ ทำให้การผลิตกาวไปข้างหน้าอีกก้าวหนึ่ง และพัฒนาไปได้อย่างรวดเร็วขึ้น ในตอนแรกการเป่าแก้วทำได้เพียงบางรูปทรง แต่ต่อมาก็สามารถเป่าได้ทุกแบบ

แก้วคงความรุ่งโรจน์ผ่านยุคสมัยต่างๆ แม้เมื่อจักรวรรดิโรมันล่มสลายไปแล้วและยุโรปได้เข้าสู่ยุคมืด แต่เรื่องราวของแก้วกลับเต็มได้ด้วยความรุ่งเรือง โดยเฉพาะงานกระจกสี (Stained Glass) สำหรับหรับประดับโบสถ์วิหารต่างๆ การพัฒนาการผลิตเพื่อให้ได้เครื่องแก้วที่มีคุณภาพดีและสีสันสวยงามเกิดขึ้นอย่างไม่ขาดสาย

ในสมัยเรอเนสซองส์ ยุคสมัยแห่งการฟื้นฟูศิลปะวิทยาการ เวนิสได้เกลายเป็นเมืองท่าที่สำคัญในยุโรปตั้งแต่คริสต์ศตวรรษที่ 14 การผลิตเครื่องแก้วที่ถูกฟื้นฟูขึ้นมาก่อนหน้านี้ ทำให้เครื่องแก้วกลายเป็นสินค้าส่งออกที่สำคัญของเมืองเวนิส

ภาพที่ 2.2 แสดงเทคนิคการเป่าแก้ว
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 43)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากโรงงานผลิตแก้วในเมืองเวนิสถูกย้ายไปรวมกันบนเกาะมูราโน (Murano) ตั้งแต่เมื่อคริสต์ศตวรรษที่ 13 เพื่อลดความเสี่ยงในเรื่องของไฟไหม้แก้วจากเวนิสที่ผลิตบนเกาะมูราโนถูกส่งออกไปขายเป็นจำนวนมหาศาล และส่งออกไปไกลถึงเกาะบริเตน เมืองคอนสแตนติโนเปิลและซีเรีย เป็นเครื่องแก้วที่มีชื่อเสียงและได้รับความนิยมมาก เครื่องแก้วเหล่านี้มีการผลิตให้มีรูปทรงถูกรสนิยมของแต่ละท้องถิ่น มีการตกแต่งด้วยลายเขียนสีและกะไหล่ทอง

ภาพที่ 2.3 แสดงงานแก้วของโรงงานในเมืองเวนิส
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 46)

ช่างแก้วของเวนิสสามารถผลิตแก้วใสที่ไม่มีสีและมีเนื้อแก้วที่มีคุณภาพดีเรียกว่า “Cristallo” อันเป็นจุดเริ่มต้นในการผลิตแก้วคริสตัล ในเวลาต่อมาเมืองอื่นๆ ในยุโรปเองก็มีการผลิตแก้วเช่นกัน ในช่วงยุคเรอเนสซองส์การทำเครื่องแก้ว มักเป็นการผลิตที่เลียนแบบเครื่องแก้วจากเวนิส ซึ่งเรียกการผลิตแก้วแบบนี้ว่า “Facon-de-Venise Glass” ขณะเดียวกันก็มีเครื่องแก้วที่เป็นเอกลักษณ์ประจำท้องถิ่นอยู่ด้วย โดยเฉพาะที่เยอรมันผลิตแก้วสีเขียวที่เรียกว่า “Waldglass” อันเป็นเครื่องแก้ว ที่มีลักษณะเฉพาะของเยอรมันเอง ควบคู่ไปกับการผลิตเครื่องแก้วแบบเวนิส

เทคนิคในการแกะสลักและเจียระไนแก้วในยุคโรมันที่สาบสูญไปในยุคมืด ก็ได้รับการฟื้นฟูขึ้นมาใหม่ ซึ่งช่างเยอรมันก็ได้พัฒนาเทคนิคในการแกะสลักและเจียระไนนี้ ด้วยการใช้ล้อหมุนในปี ค.ศ.1676 ช่างแก้วชาวลอนดอน George Ravenscroft ได้ใส่อ็อกไซด์ของตะกั่วลงในขบวนการผลิตแก้ว และทำให้เขาได้ค้นพบแก้วคริสตัล (Lead Crystal) นับเป็นความก้าวหน้าครั้งใหญ่อีกครั้งในประวัติการผลิตแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.4 แสดงงานแก้วของโรงงานในเมืองเวนิส
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 44)

ความนิยมเครื่องแก้วเจียระไนหรือตัดเหลี่ยมลึกมากได้เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทำให้แก้วจากเมืองเวนิสเสื่อมความนิยมลง เพราะแก้วของเวนิสมักมีเนื้อบางไม่เหมาะกับการเจียระไน เครื่องแก้วจากเยอรมันและโบฮีเมียจึงเริ่มมีชื่อเสียงขึ้นมาแทนที่ เมื่อสิ้นคริสต์ศตวรรษที่ 17 ยุคสมัยแห่งความรุ่งโรจน์ของเครื่องแก้วเวนิสก็สิ้นสุดลง การพัฒนาในเรื่องของสีก็เป็นอีกเรื่องหนึ่งที่มีความก้าวหน้า โดยเฉพาะสีแดงซึ่งเป็นสีที่ได้รับความนิยมมากที่สุดสีหนึ่ง การทำแก้วให้เป็นสีแดงทับทิมที่งดงามนั้นมาสำเร็จเอาในตอนสิ้นคริสต์ศตวรรษที่ 17 เมื่อนาย Johann Kunckel ชาวเยอรมันได้ใช้ทองคำเป็นส่วนผสมสำคัญที่ทำให้ได้แก้วสีแดงที่มีประกายงดงาม ศตวรรษต่อมาเครื่องแก้วอังกฤษก็เริ่มมีชื่อเสียงขึ้น การตกแต่งแก้วด้วยการเจียระไนก็เป็นที่นิยมกันมากขึ้นพอถึงคริสต์ศตวรรษที่ 19 อังกฤษได้พัฒนาการผลิตแก้วไปในรูปแบบของอุตสาหกรรมผลิตแก้วด้วยการหล่อและอัด (Pressed Glass) ทำให้ได้แก้วเป็นจำนวนมากและสามารถขยายได้ในราคาถูก แก้วจึงแพร่หลายออกไปในวงกว้างแก้วอัดในช่วงแรกๆ ที่ทำออกมาขายทำเป็นของที่ระลึกในวโรกาสฉลองการขึ้นครองราชย์ของพระราชินีวิคตอเรีย งานอภิเษกสมรถของพระองค์ และประสูติกาลของเจ้าชายแห่งเวลส์ แก้วอัดในระยะแรกๆ นี้ก็ทำเลียนแบบแก้วเจียระไนและทำด้วยแก้วคริสตัลเนื้อดี

ในปลายทศวรรษที่ 1870 การเจียระไนแบบใหม่ก็ถูกพัฒนาขึ้น เรียกว่า “Brilliant” เป็นการเจียระไนที่ทำให้ผิวแก้วดูเป็นประกายระยิบระยับยิ่งกว่าที่เคยทำมา และเป็นที่นิยมกันมาก ในสมัยที่พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว เสด็จประพาสยุโรปก็ได้สั่งซื้อเครื่องแก้วเจียระไนแบบนี้เข้ามาด้วย และเป็นเครื่องแก้วที่ถูกรสนิยมคนไทย มีผู้นิยมสะสมกันมากยุคนี้ การเจียระไนแก้วได้รับการออกแบบและกระทำด้วยเทคนิคที่ดีมาก โดยเฉพาะของโบฮีเมีย การทำแก้วที่เป็นงานศิลปะและมีดีไซน์แปลกๆ ก็มีขึ้นในระยะนี้ด้วยเช่นกัน งานศิลปะที่ทำจากแก้วมักมีราคาสูงมาก ดังนั้นงานดีไซน์แปลกๆ (Fancy Glass) ก็ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องแก้วที่ต้องใช้งาน ดังเช่น ไหมฟ้า (Epergne) แจกันดอกไม้ที่ออกแบบให้เหมือนดอกไม้ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.5 แสดงงานแก้วแจกันดอกไม้ที่นำเข้ามาในไทย ช่วงปลายทศวรรษที่ 1870
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 52)

ภาพที่ 2.6 แสดงเครื่องแก้วตามแบบ อาร์ต นูโว
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 54)

ในช่วงศตวรรษนี้ มีโรงงานผลิตแก้วมากมายทั่วยุโรป ส่วนหนึ่งยังคงผลิตแก้วคุณภาพเยี่ยมที่ทำด้วยมือ ในขณะที่อีกส่วนหนึ่งได้หันไปผลิตแก้วแบบอุตสาหกรรมขายในราคาถูก เครื่องแก้วโบฮีเยนและออสเตรียน ถือว่าเป็นนวัตกรรมในยุคนี้อย่างแท้จริง แต่เมื่อสิ้นศตวรรษนี้แล้วความนิยมก็เสื่อมถอยลง สหรัฐอเมริกาก็เริ่มผลิตแก้วมาตั้งแต่ก่อนหน้านี้แล้ว เป็นการผลิตโดยใช้เครื่องจักรแต่กว่าเครื่องแก้วอเมริกันจะเป็นที่รู้จักก็ล่วงเลยไปถึงคริสต์ศตวรรษที่ 20 เมื่อขึ้นศตวรรษใหม่นี้ ศิลปะได้เริ่มเปลี่ยนแปลงไปรวมทั้งการเกิดสงครามโลกทั้ง 2 ครั้งก็ทำให้มีผลกับการผลิตแก้วด้วย การออกแบบเครื่องแก้วได้หันเข้าสู่ลวดลายที่มาจากธรรมชาติมากขึ้น ซึ่งทำให้เกิดวิวัฒนาการและรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใหม่สำหรับงานออกแบบเครื่องแก้ว ผลการออกแบบที่ลงตัวสมบูรณ์แบบที่สุดก็คือ ศิลปะอาร์ต นูโว ภายหลังจากความนิยมในเครื่องแก้วตามแบบ อาร์ต นูโว การผลิตเครื่องแก้วก็มีรูปลักษณ์ที่เปลี่ยนไปตามสไตล์ของช่างและศิลปินต่างๆ และมีรูปแบบที่หลากหลายมีทั้งที่ผลิตเครื่องแก้วคุณภาพดี ราคาสูง มียี่ห้อที่มีชื่อเสียงได้รับความเชื่อถือ มีทั้งที่ผลิตในฐานะงานศิลปะ และมีทั้งที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมสำหรับใช้งานทั่วไปแต่ความประณีตในการตกแต่งเครื่องแก้วในแต่ละยุคสมัยก็แตกต่างกันออกไปไม่อาจที่จะเลียนแบบกันได้ ไม่ว่าเทคโนโลยีในการผลิตแก้วจะก้าวหน้าไปมากเพียงไรก็ตาม เพราะนี้คือผลงานแห่งอัจฉริยภาพและความเพียรพยายามเชิงช่างของมนุษย์

2.1.2 ความหมายของแก้ว

แก้ว หมายถึง วัสดุแข็งที่มีรูปลักษณะอยู่ตัว และเป็นเนื้อเดียว โดยปกติแล้วเกิดจากการเย็นตัวลงอย่างฉับพลันของวัสดุหลอมหนืด ซึ่งทำให้การแข็งตัวนั้นไม่ก่อผลึก ตัวอย่างเช่น น้ำตาลซึ่งหลอมละลายและถูกทำให้แข็งตัวอย่างรวดเร็ว อาจด้วยการหยดลงบนผิวเย็น น้ำตาลที่แข็งตัวนี้จะมีลักษณะเป็นเนื้อเดียว ไม่แสดงให้เห็นถึงลักษณะที่เป็นผลึก ซึ่งสามารถสังเกตได้จากรอยแตกหักซึ่งมีลักษณะละเอียด (conchoidal fracture) แก้วสามารถที่จะเกิดได้หลากหลายวิธี โดยการที่จะเลือกวัตถุดิบใน จะต้องมีการคำนวณเพื่อหาปริมาณสารที่ต้องการใช้ใน Batch เนื่องจากสารที่ต้องการใช้ใน Batch จะได้มาจากปฏิกิริยา ของวัตถุดิบ โดยในระหว่างการหลอมวัตถุดิบ จะเกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีและโครงสร้าง โดยจะทำให้เกิดฟองอากาศ ที่ต้องกำจัดออกไป โดยในผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ที่ต้องการการขึ้นรูปทรงที่เฉพาะ จะทำโดยมีการใช้กระบวนการทางความร้อนเข้าช่วย เพื่อกำจัด Stress ที่เกิดขึ้นเนื่องจากการเย็นตัวลงอย่างรวดเร็ว

แก้วเป็นวัสดุเซรามิกส์ประเภทหนึ่ง ที่นิยมใช้อย่างแพร่หลายตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันทั้งนี้อาจเป็นเพราะแก้วมีสมบัติเฉพาะตัว ในเรื่องของความโปร่งใส ความแข็งแกร่ง และความมันแววววาว ซึ่งเป็นสมบัติที่วัสดุอื่นทดแทนไม่ได้ อีกทั้งในปัจจุบันมนุษย์สามารถสร้างสรรค์และผลิตแก้วได้อย่างหลากหลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นแท่งแก้วทึบตัน แผ่นแก้วที่บางเฉียบหรือเส้นใยแก้วที่ละเอียดอ่อน ดังนั้นการได้ศึกษาถึงวิวัฒนาการของแก้ว สมบัติและประเภทของแก้ว รวมถึงขั้นตอนการผลิตแก้วลักษณะต่างๆ ที่จะช่วยให้เกิดความเข้าใจในวัสดุประเภทนี้มากขึ้นอันจะมาซึ่งการเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสมในชีวิตประจำวัน รวมทั้งเพื่อการปรับปรุงพัฒนาและสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์แก้วต่อไป

แก้วคือผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการหลอมอนินทรียสารอันได้แก่ ซิลิกา (silica) กับสารโลหะออกไซด์แล้วทำให้เย็นตัว จนกระทั่งแข็งโดยไม่มีการตกผลึก (crystallization) ส่วนประกอบทางเคมีของแก้วประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์ (silicon dioxide, SiO_2) โบรอนออกไซด์ (boron oxide, B_2O_3) โซเดียมคาร์บอเนต (sodium carbonate, Na_2CO_3) แคลเซียมคาร์บอเนต(calcium carbonate, $CaCO_3$) และแมกนีเซียมคาร์บอเนต (magnesium carbonate, $MgCO_3$) มีลักษณะโปร่งแสงและมีความเปราะหากพิจารณาจากลักษณะทางกายภาพแล้ว แก้วจะหมายถึงวัสดุที่มีความแข็ง (hard) โปร่งใส (transparent) เปราะ (brittle) มีความแวววาว (relative) มีจุดหลอมละลายสูง (high softening point) ไม่ละลายในน้ำและในสารละลายใดๆ (insoluble in water and organic solvents) อีกทั้งไม่ติดไฟ (non inflammable) ซึ่งแก้วมีสมบัติดังต่อไปนี้ (กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ม.ป.ป., หน้า 1)

(1) แก้วมีโครงสร้างทางเคมีไม่แน่นอน แต่แก้วจะมีองค์ประกอบทางเคมีคล้ายกัน คือ ประกอบด้วยซิลิกอนไดออกไซด์และโซเดียมคาร์บอเนตเป็นหลัก

(2) มีความแข็งแต่เปราะทำให้แตกหักง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(3) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่อุณหภูมิห้องไม่ดี แต่ที่อุณหภูมิสูงจะเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี

(4) มีลักษณะโปร่งใส (transparency)

(5) สามารถทำให้หลอมละลายได้ด้วยความร้อน

(6) เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสมบัติของแก้วจะเปลี่ยนไปทั้งลักษณะทางกายภาพ และสมบัติทางเคมี

(7) มีช่วงการหลอมละลายกว้าง

(8) สมบัติทางกายภาพต่าง ๆ ที่เปลี่ยนแปลงนั้นจะสามารถสังเกตเห็นได้

แก้วเป็นวัสดุที่ทำจากทรายแก้วเป็นส่วนประกอบหลัก นอกจากนั้นเป็นโลหะออกไซด์ต่างๆ เช่น เหล็กออกไซด์ (ferric oxide) ฟอสเฟอร์ริกออกไซด์ (phosphoric oxide) เป็นต้น โดยที่แก้วมีส่วนประกอบทางเคมีไม่แน่นอน แต่ส่วนผสมจะต้องอยู่ในขอบเขตจำกัด หากส่วนผสมคลาดเคลื่อนไปจากที่กำหนดไว้ จะทำให้แก้วไม่หลอมละลายในอุณหภูมิที่กำหนด หรือเกิดความยุ่งยากอื่นๆ ขึ้น เช่น เกิดตำหนิ สมบัติผิดไปจากความต้องการเป็นต้น บรรดาแก้วหลากหลายชนิดที่มนุษย์ผลิตขึ้นสามารถผลิตแก้วให้เบาเหมือนไม้คอร์ก (cork) หรือแก้วมีน้ำหนักมากเหมือนโลหะพวกเหล็ก (iron) แก้วที่มีความแข็งเหมือนเหล็กกล้า (steel) แก้วที่มีความเปราะเหมือนเปลือกไข่ ให้อ่อนนุ่มเหมือนปุยฝ้าย หรือให้แข็งเหมือนเพชร พลอย ทั้งนี้เนื่องจากแก้วสามารถควบคุมส่วนผสมและวิธีการผลิตให้มีสมบัติตามต้องการได้จึง มีการนำแก้วไปใช้ในงานต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นงานทางด้านวิทยาศาสตร์ ใช้ในด้านอุตสาหกรรม สถาปัตยกรรม โทรคมนาคม งานวิศวกรรม เป็นของใช้ภายในบ้านเรือนและชีวิตประจำวัน หรือแม้กระทั่งเครื่องประดับขนาดเล็ก (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์, ม.ป.ป., หน้า 30 – 33)

2.2 ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแก้ว

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาสมบัติทางกายของแก้ว ดังนี้

2.2.1 ประเภทของแก้ว

แก้วจำแนกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

2.2.1.1 แก้วที่เกิดโดยธรรมชาติ (god made glass) แก้วที่เกิดโดยธรรมชาติเรียกว่า ออบซิเดียน เกิดจากการเย็นตัวอย่างรวดเร็วของสารหลอมเหลวที่พ่นออกมาจากปล่องภูเขาไฟ (magma) มีสีเทาหรือ สีม่วงดำ ต่อมาในยุคหินที่มนุษย์เริ่มรู้จักใช้ความร้อนจากไฟในการหุงต้ม กรวดและทรายบริเวณเชิงตะกอนของเตาไฟที่หุงต้มเมื่อได้รับความร้อนสูงจะเกิดการหลอมละลายบริเวณผิวจนกระทั่งมีลักษณะคล้ายลูกปัดแก้วก้อนกลมๆ (glass bead) โดยแก้วธรรมชาติที่เกิดจากการหลอมตัวของทรายหรือทรายแก้วซึ่งมีองค์ประกอบทางเคมีคือซิลิกอนไดออกไซด์ นอกจากนี้แก้วที่เกิดโดยธรรมชาติยังเกิดจากการหลอมตัวของซิลิกอนไดออกไซด์ที่อยู่ในลักษณะของหินหรือแร่ เช่น หินเขี้ยวหนุมาน (quartz) ซึ่งมีจุดหลอมสูงมากกว่าทราย ที่หากเกิดการหลอมละลายแล้วจะเรียกว่าซิลิกาหลอม (fused silica)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.7 แสดงหินเขี้ยวหนุมาน
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 54)

2.2.1.2 แก้วที่มนุษย์สร้างขึ้น (man made glass)

แก้วที่มนุษย์คิดประดิษฐ์ขึ้นแบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ตามองค์ประกอบทางเคมีและตามลักษณะการใช้งานดังต่อไปนี้(ดวงเพ็ญ ศรีบัวงาม และอนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล, ม.ป.ป. ,หน้า 146 – 147)

ประเภทของแก้วที่แบ่งตามองค์ประกอบทางเคมี แบ่งได้เป็น 7 ชนิด ดังนี้คือ

(1) แก้วซิลิกาหลอมเหลว (silica glass หรือ fused silica หรือ vitreous silica) หรือแก้วควอตซ์ (quartz) ได้จากการหลอมเศษแก้วทรายแก้วหรือพวกหินควอตซ์ โดยไม่เติมสารประกอบอื่น จึงต้องทำการหลอมที่อุณหภูมิสูงถึง 1,710 องศาเซลเซียส ขณะหลอมจะได้น้ำแก้วที่มีความหนืดสูงจึงเกิดฟองอากาศมากแข็งตัวเร็ว ทำให้ขึ้นรูปยากจึงนิยมหลอมในสุญญากาศ สมบัติของซิลิกาหลอมคือมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนต่ำ ทนต่อสารเคมีและทนความร้อน ได้ดียอมให้รังสีอัลตราไวโอเลตส่งผ่านได้ดี (โปร่งใส) จึงนิยมใช้ทำเครื่องใช้ในห้องปฏิบัติการ (laboratory) ใช้งานทางด้านไฟฟ้าและใช้งานเกี่ยวกับด้านแสง แต่แก้วชนิดนี้จะมีราคาแพง

ภาพที่ 2.8 แสดงแก้วซิลิกาหลอมเหลว
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) แก้วซิลิกาหลอมเหลวร้อยละ 96 (96% silica glass) มีสมบัติเกือบจะเหมือนแก้วประเภทซิลิกาหลอม แต่มีจุดหลอมต่ำกว่า มีสัมประสิทธิ์การขยายตัวเมื่อได้รับความร้อนสูงกว่าเพราะมีสารช่วยหลอมละลาย (fluxing oxide) และสารอื่นอีกประมาณร้อยละ 4 เพื่อลดจุดหลอมละลายให้ต่ำลงและสะดวกในการขึ้นรูป แก้วชนิดนี้อาจเรียกว่าไวคอร์ (vycor) นิยมใช้ทำเครื่องใช้ในห้องทดลองพวกหลอดแก้ว (tubes) หรือถ้วยแก้ว (rod)

ภาพที่ 2.9 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วซิลิกาหลอมเหลว 96%
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 56)

(3) แก้วโซดาไลม์ (soda lime glass) เป็นแก้วชนิดที่ใช้มากที่สุด แก้วชนิดนี้ถูกให้ความหมายไว้ว่าเป็นแก้วที่ทำมาจากไลม์ (lime) โซดา (soda) และทรายเป็นส่วนผสมหลักโดยใช้โซดาหรือโพแทส (potash) ผสมเป็นสารช่วยหลอมละลายเพื่อลดจุดหลอมให้ต่ำลงลดความหนืดให้สะดวกในการขึ้นรูป นอกจากนี้ยังมีไลม์ (calcium oxide, CaO) แมกนีเซียมออกไซด์ (magnesium oxide, MgO) และอะลูมิเนียมออกไซด์ (aluminum oxide, Al_2O_3) ปนอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แก้วมีความคงทนต่อสารเคมี (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527, หน้า 1) แก้วชนิดโซดาไลม์นี้ถ้าขึ้นรูปให้บางจะไม่สามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหันได้ (thermal shock) นิยมใช้ทำขวด กระจกหน้าต่าง กระจกแผ่น ถ้วยแก้ว แก้วกันกระสุน (bulletproof glass) แก้วกระจกรถยนต์ เป็นต้น

ภาพที่ 2.10 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วโซดาไลม์ (soda lime glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 :56)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) แก้วเลดซิลิเกต (leadalkali silicate glass) แก้วชนิดนี้ได้จากการแทนแคลเซียมออกไซด์ด้วยตะกั่ว (lead oxide, PbO) ตามปกติแคลเซียมออกไซด์จะใช้ได้ไม่เกินร้อยละ 15 แต่ถ้าใช้ตะกั่วแทน สามารถใช้ได้ถึงร้อยละ 80 บางครั้งใส่ตะกั่วถึงร้อยละ 92 แก้วจึงมีน้ำหนักมากโดยตะกั่ว ทำหน้าที่เป็นตัวช่วยหลอมละลายทำให้มีจุดหลอมต่ำกว่าแก้วโซดาไลม์ และตะกั่วช่วยให้แก้วมีความแวววาวสุกใสสวยงาม แต่ความหนาแน่น การหักเหของแสงความมันเงาและราคาสูงกว่าจึงนิยมใช้ ทำหลอดแก้วเพื่อการให้แสงสว่าง และยังนิยมนำไปทำผลิตภัณฑ์ประเภทงานศิลปะ (art ware) และแก้วเจียระไน รวมทั้งนิยมนำไปใช้ผลิตอุปกรณ์วิทยุ เรดาร์ (radar) และเครื่องหลอดโทรทัศน์ หลอดวิทยุต่างๆ เป็นต้น เนื่องจากมีความต้านทานทางไฟฟ้าดี

ภาพที่ 2.11 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วเลดซิลิเกต (leadalkali silicate glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 :58)

(5) แก้วโบโรซิลิเกต (borosilicateglass) แก้วชนิดนี้มีความหมายที่กล่าวไว้ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527, หน้า 1) ว่าแก้วโบโรซิลิเกตเป็นแก้วที่มีโบรอนไตรออกไซด์ (borontrioxide, B2O3) ไม่น้อยกว่าร้อยละ 5 โดยน้ำหนัก หรือนิยมเรียกว่าแก้วไพเรก (pyrex) ได้แก่แก้วทนไฟ แก้วชนิดนี้ใช้โบรอนออกไซด์เป็นตัวช่วยหลอมละลาย โดยโบรอนจะลดความหนืดของแก้วลงแต่ทำได้น้อยกว่าโซดา การขึ้นรูปค่อนข้างลำบากแต่ทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหันได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนของสารเคมีและมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนต่ำนิยมใช้ ทำภาชนะหุงต้ม (cooking ware) ชนิดที่สัมผัสความร้อนโดยตรง ใช้ทำภาชนะที่ใช้ในห้องทดลองและทำเลนส์ของกล้องดูดาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.12 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วโบโรซิลิเกต (borosilicate glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 58)

(6) แก้วอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate glass) ได้แก่แก้วที่มีอะลูมิเนียมออกไซด์มากกว่าร้อยละ 20 มีแคลเซียมและแมกนีเซียมปริมาณน้อย ทำให้การหลอมยากและการขยายตัวต่ำ เมื่อได้รับความร้อนจึงเหมาะที่จะใช้ทำผลิตภัณฑ์ประเภทที่ต้องสัมผัสกับอุณหภูมิสูง (high temperature ware) เช่นภาชนะหุงต้ม

ภาพที่ 2.13 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วอะลูมิโนซิลิเกต (aluminosilicate glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 58)

(7) แก้วสี (color glass) ได้แก่แก้วที่มีสีในเนื้อแก้ว ทำได้โดยผสมสารให้สีที่เป็นออกไซด์ของโลหะลงไปประมาณร้อยละ 1 – 4 ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสีที่ต้องการถ้าเราผสมสนิมโลหะหรือโลหะออกไซด์รวมเข้าไปด้วยแก้วที่ได้จะมีสีต่างๆ คือ ใส่เหล็ก จะได้สีเหลือง ใส่โคบอลท์จะได้สีน้ำเงิน ใส่ทองแดง จะได้สีเขียวหรือแดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.14 แสดงผลิตภัณฑ์ที่ได้จากแก้วสี (color glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 58)

2.2.3 ประเภทของแก้วที่แบ่งตามลักษณะการใช้งาน

2.2.3.1 แก้วที่ใช้ในวงการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ หลอดแก้วทดลองต่างๆ (tubes) ปริซึม (prism) และบีกเกอร์ (beaker) เป็นต้น

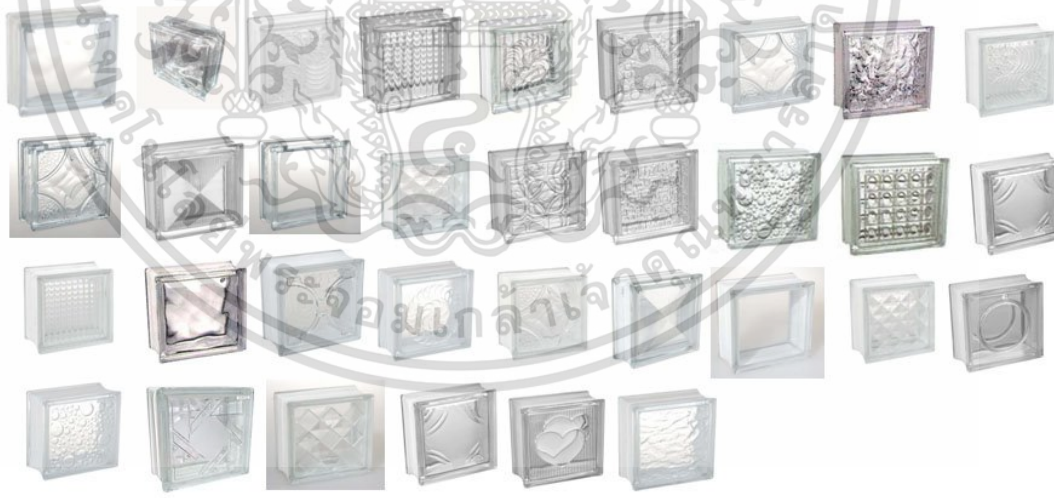
ภาพที่ 2.15 แสดงแก้วที่ใช้ในวงการวิทยาศาสตร์
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 65)

2.2.3.2 แก้วที่ใช้ในการให้แสงสว่าง ใช้ทำหลอดไฟที่ให้แสงสว่าง เช่น หลอดไฟฟลูออเรสเซนท์ (fluorescent) แก้วประเภทนี้ยังใช้ทำเลนส์ของแว่นตา แว่นขยาย กล้องถ่ายรูป กล้องจุลทรรศน์ กล้องส่องทางไกล เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 2.16 แสดงแก้วที่ใช้ในการให้แสงสว่าง
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 65)

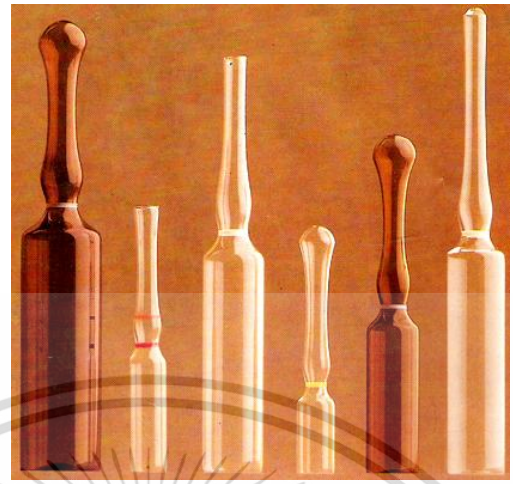
2.2.3.3 แก้วที่ใช้ในวงการก่อสร้าง เช่น แก้วบุเพดาน (เนื่องจากสมบัติด้านการเป็นฉนวนกันความร้อน) เส้นใยแก้ว (fiber glass) เสื้อกันความร้อนและเสื้อกันไฟ Glass Block เป็นต้น



ภาพที่ 2.17 แสดงแก้วที่ใช้ในวงการก่อสร้าง
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 65)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.4 แก้วสะเทิน (neutral glass) หมายถึงแก้วที่ไม่ทำปฏิกิริยากับกรดหรือด่าง แก้วพวกนี้ได้แก่ ขวดใส่ยา ขวดใส่น้ำเกลือ เป็นต้น



ภาพที่ 2.18 แสดงแก้วสะเทิน (neutral glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 65)

2.2.3.5 แก้วกระจกรถยนต์ (safety glass) หรือเรียกทั่วไปว่าแก้วนิรภัยมีสมบัติเด่นของแก้วชนิดนี้คือเมื่อแตกจะไม่มีลักษณะแหลมคม (angular fragment) ทั้งนี้เพราะขณะขึ้นรูป ใช้ลมเป่าให้ผิวด้านนอกของแผ่นแก้วเย็นและหดตัวอย่างรวดเร็ว เมื่อมีการกระทบที่ผิวจึงเกิดการแตกร้าวเป็นฝอย แก้วที่นำมาทำกระจกรถยนต์นี้เป็นแก้วชนิดโซดาไลม์

ภาพที่ 2.19 แก้วกระจกรถยนต์ (safety glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 68)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.6 แก้วกันกระสุน (bullet proof glass) เป็นแก้วชนิดโซดาไลม์ ที่ภายหลังการขึ้นรูปให้เป็นแผ่นบางๆ (sheet) หลาย ๆ แผ่น แล้วใช้แผ่นพลาสติก (laminate) แทรกใส่ระหว่างชั้นหรือแผ่นแก้วและประกบกันจนกระทั่งได้ความหนาตามความต้องการ แก้วชนิดนี้จะมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้นจนสามารถกันกระสุนปืนทะลุผ่านได้ โดยกรณีที่ถูกยิง กระสุนปืนจะแฉลบไม่สามารถทะลุกระจกเข้าไปได้และหากส่วนที่เป็นแก้วหรือกระจกแตกจะมีลักษณะร้าวเป็นแผ่นไม่หลุดแตกกระจายเพราะมีแผ่นพลาสติกเชื่อมยึดเศษแก้วอยู่

ภาพที่ 2.20 แสดงแก้วกันกระสุน (bullet proof glass)
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 :72)

2.2.3.7 ใยแก้ว ทำได้โดยการดึงแก้วเป็นเส้นใยแล้วนำมาอัดขึ้นรูป ใยแก้วจะมีความแข็งแรงสูงกว่าเหล็กกล้าแต่มีความเบาและอ่อนนุ่มเหมือนขนสัตว์ อีกทั้งสามารถที่จะ โค้งงอได้ สามารถดึงให้เป็นเส้นเล็กได้ถึง 1/300 ของความหนาของเส้นผม ทนต่ออุณหภูมิสูงได้สมบัติของใยแก้วคือเก็บเสียงและกันความร้อนได้ดี นอกจากนั้นยังนิยมนำแผ่นใยแก้วไปต่อเป็นโครงเรือได้เพราะมีน้ำหนักเบาและมีความแข็งแรง

ภาพที่ 2.21 แสดงใยแก้ว
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 74)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.8 แก้วในวงการศิลปะ ผลิตภัณฑ์แก้วประเภทนี้ได้แก่แก้วซึ่งมีความไวต่อแสงอัลตราไวโอเลต (ultraviolet) โดยสามารถจะอัดภาพถ่ายลงไปบนพื้นผิวของแก้ว ได้ (photosensitive glass) นอกจากนี้แก้วที่ใช้ในวงการศิลปะยังรวมถึงแก้วสีตลอดจนเครื่องประดับต่าง ๆ

ภาพที่ 2.22 แสดงแก้วในวงการศิลปะ
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 77)

2.2.3.9 แก้วที่เป็นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน ได้แก่ โคมไฟและภาชนะเครื่องแก้วต่างๆ เพราะสมบัติของแก้วที่แม้จะเป็นตัวนำความร้อนได้ไม่ดี แต่สามารถดูดความร้อนได้ดี ฉะนั้นหม้อแก้วจึงสามารถดูดและกักเก็บความร้อนไว้ได้นานกว่าหม้อโลหะ

ภาพที่ 2.23 แสดงแก้วที่เป็นเครื่องใช้ในชีวิตประจำวัน
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 79)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.10 แก้วในงานอิเลคทรอนิกส์และงานด้านการโทรคมนาคม แก้วประเภทนี้ได้แก่ หลอดโทรทัศน์ หลอดสุญญากาศ เป็นต้น

ภาพที่ 2.24 แสดงแก้วในงานอิเลคทรอนิกส์
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 80)

2.2.3.11 แก้วในวงการอวกาศ เช่น แก้วที่ใช้ทำหน้าต่างจรวด เครื่องบิน เป็นต้น

ภาพที่ 2.25 แสดงแก้วในงานกระจกเครื่องบิน
ที่มา : สมศักดิ์ จาตุรันต์ (2540 : 83)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ศึกษาการผลิตแก้ว

จากการศึกษาเอกสารหลักฐานภาพถ่าย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูล ความรู้ ในการศึกษากรรมวิธีในการผลิตภาชนะแก้วแบ่งออกได้เป็น 6 ขั้นตอนดังนี้ (Norton, 1957, pp. 162–167)

2.3.1 การเตรียมส่วนผสม (batch mixing)

ทรายแก้วซึ่งเป็นวัตถุดิบหลักที่มีคุณภาพถูกต้องเหมาะสมจะถูกลำเลียงสู่ตะแกรงร่อนเพื่อร่อนแยกสิ่งสกปรกที่ปะปนออก ต่อจากนั้นจึงเคลื่อนสู่ที่เก็บ เมื่อต้องการใช้ก็จะเปิดส่วนล่างของที่เก็บปล่อยให้ทรายที่สะอาดเคลื่อนลงสู่ภาชนะรองรับ ชั่งให้ได้น้ำหนักตามความต้องการพร้อมที่จะนำไปใช้ผสมกับส่วนผสมอื่นๆ อันได้แก่ หินปูน หินฟันม้า เป็นต้น ที่ผ่าน การทำความสะอาดและบดให้ละเอียดในเครื่องบด ร่อนให้ได้ขนาดของเม็ดตามมาตรฐานและชั่งน้ำหนักตามอัตราส่วนผสม

2.3.2 การหลอม (melting)

ส่วนผสมที่เตรียมไว้แล้วจะถูกป้อนเข้าสู่เตาหลอมโดยเครื่องเติมส่วนผสมทางช่องด้านท้ายของเตา (dog house) ซึ่งก่อด้วยอิฐทนไฟ ในขณะที่เกิดการหลอม วัตถุดิบในส่วนผสมจะเกิดปฏิกิริยาสลายตัวให้ออกไซด์และแก๊สที่ห้องหลอมละลาย (melting zone) ซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 1,400 องศาเซลเซียส สารประกอบที่ได้จากการหลอมนี้จะมีลักษณะเป็นเนื้อแก้วที่เหลว ส่วนแก๊สจะออกจากเนื้อแก้วที่หลอมเหลวทางปล่องเตา เนื้อแก้วจะไหลสู่ห้องไล่ฟองซึ่งมีอุณหภูมิประมาณ 1,500 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้เองแก๊สที่หลงเหลือจะถูกไล่ออกจนหมดเนื้อแก้วเหลวที่ปราศจากแก๊สมีความหนาแน่นสูงกว่าจะจมลงสู่ระดับพื้นของเตาหลอมผ่านช่อง(throat)ไปยังห้องแก้วใส(refining zone) ช่วงนี้อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 1,200 องศาเซลเซียส เพื่อให้แก้วมีความหนืดเหมาะสมเพื่อใช้ในการขึ้นรูปจุดประสงค์ในการหลอมแก้วก็เพื่อที่จะเปลี่ยนวัตถุดิบให้เป็นของเหลวที่มีเนื้อแก้วสม่ำเสมอเข้ากัน ดังนั้นขนาดของเม็ดวัตถุดิบจึงมีส่วนสำคัญ หากขนาดของวัตถุดิบละเอียดมากเกินไปจะมีสภาพเป็นฝุ่นและกระจายตัวทำให้ประสิทธิภาพในการผสมต่ำและใช้เวลานานกว่า ในการหลอมแก้วต้องให้เกิดปฏิกิริยาอย่างสมบูรณ์คือไม่ให้มีฟองอากาศหลงเหลืออยู่ หลังจากการหลอมตามอุณหภูมิที่ กำหนดไว้ ซึ่งแก้วแต่ละชนิดจะมีอุณหภูมิในการหลอมแตกต่างกันดังแสดงไว้แต่เตาหลอม (furnace) ที่ใช้ในการหลอมแก้วมีเพียง 2 ชนิดคือเตาสมัยโบราณมีลักษณะเป็นหม้อหลอม (pot furnace) และเตาหลอมที่มีระบบการควบคุมอัตโนมัติ (continuous tank furnace) นิยมใช้ในปัจจุบัน

อุณหภูมิที่ใช้หลอมแก้วชนิดต่างๆ

แก้วซิลิกาหลอมเหลว	อุณหภูมิที่ใช้ 1,700 – 1,800 องศาเซลเซียส
แก้วโซดาไลม์	อุณหภูมิที่ใช้ 1,500 องศาเซลเซียส
แก้วเลดซิลิเกต	อุณหภูมิที่ใช้ 1,450 องศาเซลเซียส
แก้วอะลูมิโนซิลิเกต	อุณหภูมิที่ใช้ 1,600 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

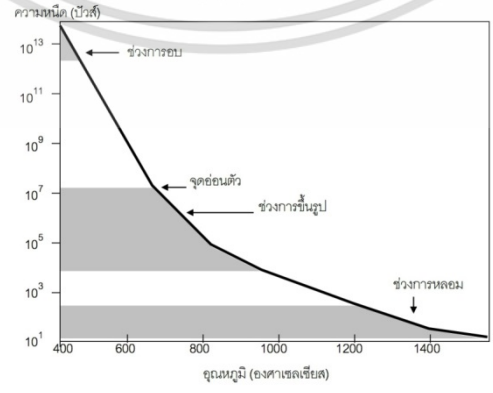
2.3.3 การขึ้นรูป (forming)

เนื้อแก้วเหลวจากห้องแก้วใสจะไหลไปตามรางที่ทำด้วยอิฐทนไฟซึ่งเรียกว่าเครื่องป้อนแก้ว (feeder) ผ่านบริเวณควบคุมอุณหภูมิ (cooling and conditioning section) เข้าสู่สเปาท์ (spout) หล่นลงสู่เครื่องจักรทางช่องเล็ก ๆ (orifice) โดยมีกรรไกรคอยตัดเนื้อแก้วเหลวให้เป็นก้อนเรียกว่าก้อนแก้ว (gob) ซึ่งสามารถควบคุมน้ำหนักของก้อนแก้วที่ต้องการและความเร็วของการเคลื่อนที่และการตัดได้ หลังจากนั้นจึงนำก้อนแก้วไปขึ้นรูปด้วยวิธีต่าง ๆ

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์แก้วจะต้องขึ้นรูปในขณะที่อยู่ในสภาพที่ก้อนแก้วมีความหนืด (viscosity) ที่อุณหภูมิสูง จึงต้องควบคุมความหนืดให้เหมาะสมโดยการควบคุมจากอุณหภูมิการหลอมและส่วนผสม ถ้าอุณหภูมิการหลอมสูงความหนืดจะต่ำนิยมใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ขนาดเล็กถ้าต้องการทำผลิตภัณฑ์ขนาดใหญ่ต้องให้อุณหภูมิการหลอมต่ำกว่าเพื่อให้แก้วแข็งตัวเร็วและทรงรูปอยู่ได้ ซึ่งวิธีการขึ้นรูปมี 5 วิธีคือ การเป่า (blowing) การอัดด้วยความดัน (pressing) การดึง (drawing) การรีด (rolling) และการเทแบบ (casting) การขึ้นรูปแต่ละวิธีจะทำในขณะที่เนื้อแก้วมีอุณหภูมิและความหนืด ในช่วงต่างๆ กัน

การขึ้นรูปโดยอาศัยความสามารถ หรือความชำนาญของคน เนื้อแก้วจะหลอมในเบ้าหลอม คนงานที่มีความชำนาญจะใช้ท่อเหล็กขนาดเล็กม้วนเพื่อยึดเนื้อแก้วในลักษณะเป็นก้อนไว้ที่ปลายท่อด้านหนึ่ง เป่าเนื้อแก้วให้เป็นกระเปาะ กลิ้งกระเปาะนี้ไปมาบนแท่นไม้ซึ่งไหม้เกรียมเป็นถ่านเป็นการเตรียม ผิวนอกของผลิตภัณฑ์ การกระทำ เช่นนี้เป็นสิ่งจำเป็นเพราะการทำให้ผิวเนื้อแก้วเย็นตัวลงทำให้ผิวแก้วมีความหนืดเพิ่มขึ้น การเปลี่ยนแปลงรูปร่างทำให้ภายในเนื้อแก้วมีฟองอากาศเกิดขึ้น ฟองอากาศจะไม่สามารถผ่านทะลุผิวเนื้อแก้วออกมาได้ ทำให้ก้อนเนื้อแก้วไม่บิดเบี้ยวมากเกินไป ขั้นต่อมาคือการเป่าเนื้อแก้วเป็นรูปผลิตภัณฑ์ ตัด อัดและกลิ้งให้ได้รูปร่าง รูปทรงที่ต้องการ ในช่วงการทำงานแต่ละช่วงต้องมี การทำให้เนื้อแก้วอุ่นอย่างสม่ำเสมอ การขึ้นรูปโดยใช้ความชำนาญของคนนี้จะใช้ผลิตแก้วผิวบางหรือภาชนะที่ต้องการความประณีต

การขึ้นรูปโดยการกดอัด ใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีความหนา เช่น จานและชาม เป็นต้น แม่พิมพ์ (mold) ที่ใช้ส่วนมากทำมาจากเหล็กหล่อที่เคลือบด้วยกราไฟท์ เป็นกระบวนการขึ้นรูปชาม เมื่อนำวัตถุดิบหลอมเหลวที่เรียกว่าก้อนเนื้อแก้ว (gob) ใส่ไปในแม่พิมพ์ นำแม่พิมพ์ตัวผู้มากดอัดทำ ให้ก้อนเนื้อแก้วไหลไปแทรกตัวในช่องว่างภายในแม่พิมพ์เป็นรูปแบบตามที่ออกแบบไว้เมื่อถอดแม่พิมพ์ทั้งสองออกจะได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

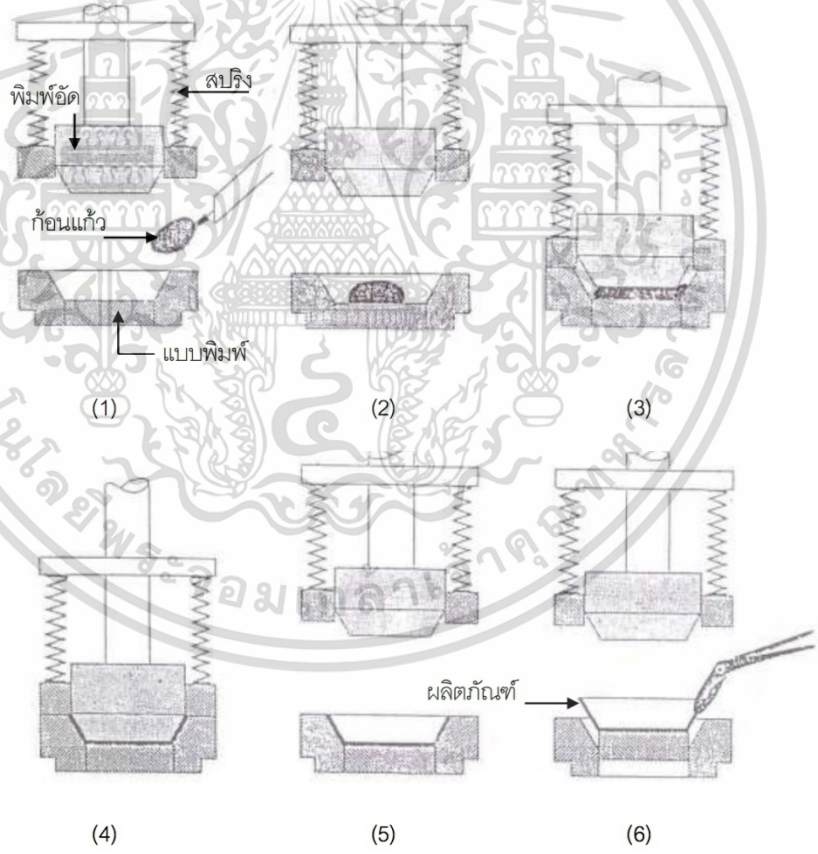


ภาพที่ 2.26 แสดงความหนืดของเนื้อแก้วชนิดโซดาไลม์
ที่มา : (Norton, 1957, 151)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.25 แสดงให้เห็นว่าความหนืดของเนื้อแก้วมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วตามอุณหภูมิของเนื้อแก้ว โดยเนื้อแก้วชนิดโซดาไลม์ที่นิยมใช้ในการผลิตขวดต่าง ๆ ที่อุณหภูมิ1,400 องศาเซลเซียส มีความหนืดประมาณ 100 ปัวส์ (101.5– 102.5Poises) และความหนืดจะเพิ่มขึ้นเป็น 104– 107.6 ปัวส์ ในช่วงที่ใช้ขึ้นรูปซึ่งมีอุณหภูมิระหว่าง 700 – 1,000 องศาเซลเซียสและที่อุณหภูมิที่ใช้เพื่อปรับปรุงสภาพเนื้อแก้วหรือช่วงการอบแก้วคือระหว่าง 400 –500 องศาเซลเซียส ความหนืดของเนื้อแก้ว จะเพิ่มขึ้นเป็น 1012.5– 1013.4 ปัวส์ โดยการปรับอุณหภูมิอย่างละเอียดจะสามารถทำให้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์โดยวิธีการต่าง ๆ ได้ ซึ่งจะยกตัวอย่างวิธีการขึ้นรูปและการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์จากแก้วบางประเภทที่นิยมใช้และพบเห็นผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปดังต่อไปนี้

การขึ้นรูปโดยการกดอัด ใช้สำหรับการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ที่มีความหนา เช่น จานและชาม เป็นต้น แม่พิมพ์ (mold) ที่ใช้ส่วนมากทำมาจากเหล็กหล่อที่เคลือบด้วยกราไฟท์ เป็นกระบวนการขึ้นรูปชาม เมื่อนำวัตถุดิบหลอมเหลวที่เรียกว่าก้อนเนื้อแก้ว (gob) ใส่ไปในแม่พิมพ์ นำแม่พิมพ์ตัวผู้มากดอัดทำ ให้ก้อนเนื้อแก้วไหลไปแทรกตัวในช่องว่างภายในแม่พิมพ์เป็นรูปแบบตามที่ออกแบบไว้เมื่อถอดแม่พิมพ์ทั้งสองออกจะได้ผลิตภัณฑ์ตามต้องการ

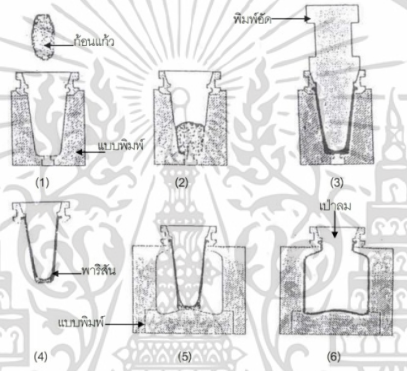


ภาพที่ 2.27 การขึ้นรูปแก้วโดยวิธีกดอัด
ที่มา : (Norton, 1957, 163)

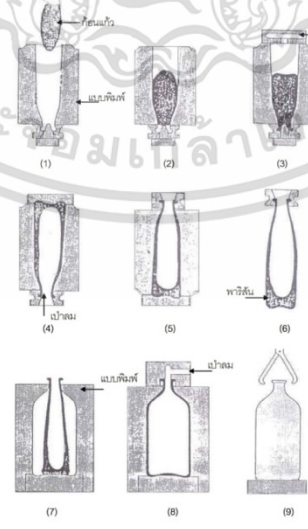
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การขึ้นรูปโดยการเป่าใช้ขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ประเภทขวด เหยือกน้ำ หลอดไฟ เป็นต้น ซึ่งสามารถขึ้นรูปโดยใช้วิธีเป่าไปประกอบกับการขึ้นรูปวิธีอื่นได้หลายวิธี เช่น การกดอัดและเป่าการเป่าและเป่า การดูดและเป่า เป็นต้น

กระบวนการกดอัดและเป่า (pressingandblowing process หรือ LynchMiller machine) การขึ้นรูปประกอบด้วย 2 กระบวนการคือการกดอัดและการเป่า การกดอัดนั้นดำเนินการเหมือนกับการขึ้นรูปชามตามวิธีการอัดดังที่กล่าวแล้วข้างต้น หากแตกต่างกันที่ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการกดอัดเช่นเดียวกับวิธีแรกซึ่งในที่นี้เรียกว่าพาริสัน (Parison) จะต้อง นำไปขึ้นรูปต่อโดยนำพาริสันที่ได้ไปใส่ในแม่พิมพ์เป่า (blow mold) เพื่อทำการเป่าขึ้นรูปโดยทันทีก่อนที่อุณหภูมิของพาริสันจะลดลง ได้เป็นรูปภาชนะตามต้องการ วิธีนี้นิยมใช้ขึ้นรูปขวดปากกว้าง กระบวนการเป่าและเป่า (blowingandblowing หรือ Lynch machine) ใช้วิธีการเป่าให้ได้พาริสันแล้วจึงนำไปขึ้นรูปต่อโดยใช้วิธีเป่า นิยมใช้ในการขึ้นรูปขวดปากแคบดังแสดงวิธีการขึ้นรูป



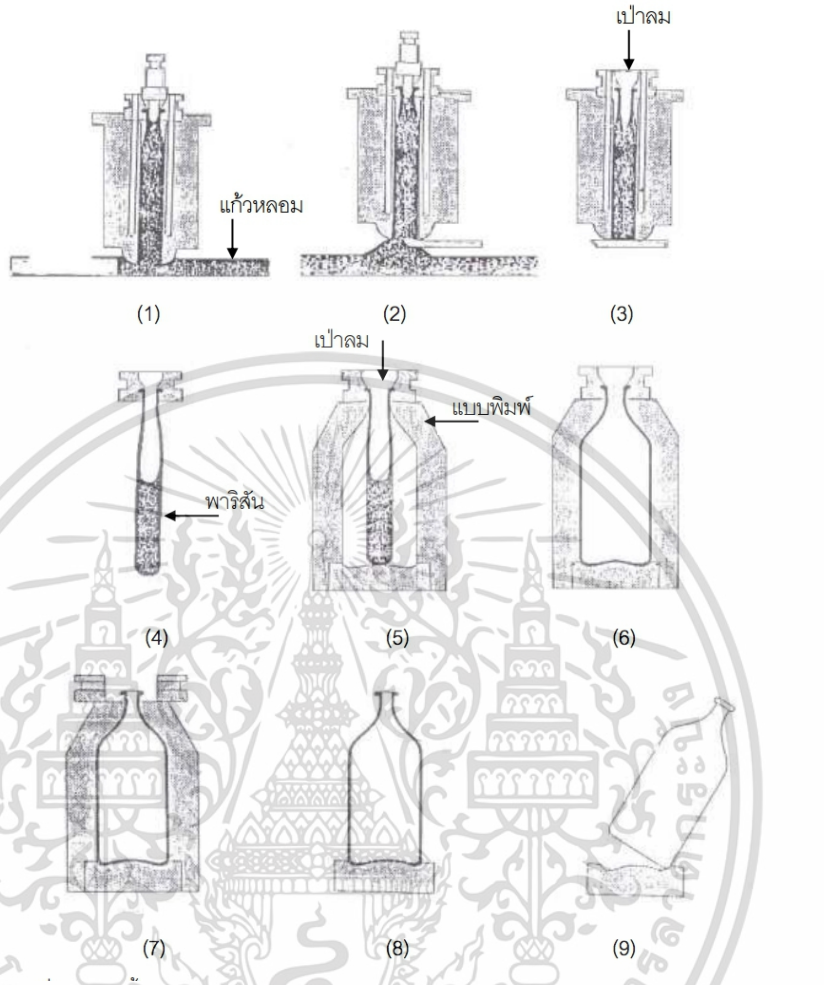
ภาพที่ 2.28 แสดงการขึ้นรูปแก้วโดยวิธีการกดอัดและเป่า
ที่มา : (Norton, 1957, 166)



ภาพที่ 2.29 แสดงการขึ้นรูปโดยวิธีเป่าและเป่า
ที่มา : (Norton, 1957, 165)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการดูดและเป่า (vacuum and blowing process หรือ Owens machine) เครื่องจะดูดแก้วหลอมขึ้นมาในแบบแล้วมีลมเป่า หลังจากนั้นจึงนำไปเป่าให้ได้รูปทรงตามต้องการ



ภาพที่ 2.30 แสดงการขึ้นรูปโดยวิธีเป่าและเป่า
ที่มา : (Norton, 1957, 165)

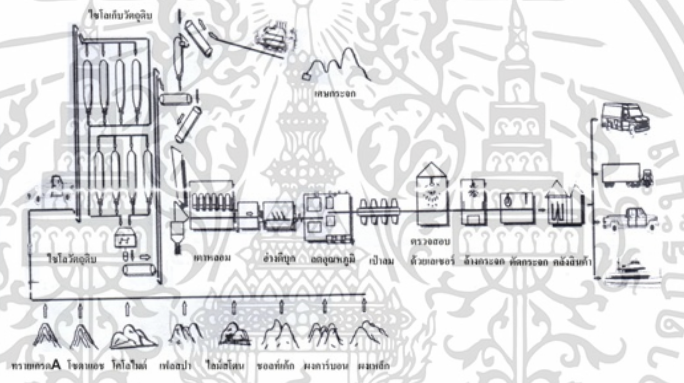
ในอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การผลิตเป็นไปอย่างรวดเร็วและเป็นอัตโนมัติใช้เครื่องจักรที่ทำงานอย่างรวดเร็วและมีความละเอียดโดยการควบคุมก้อนเนื้อแก้วซึ่งจะส่งไปยังเครื่องขึ้นรูปภัณฑ์ที่ผลิตอย่างรวดเร็วและมีมาตรฐานเพราะก้อนแก้วซึ่งมีน้ำหนักคงที่จะถูกดันออกมาที่อุณหภูมิหนึ่งที่ถูกควบคุมอย่างดีก้อนเนื้อแก้วนี้จะถูกอัดให้มีรูปร่างสม่ำเสมอทุกครั้งเนื้อแก้วที่มีรูปร่างสม่ำเสมอจะถูกตัดในระยะเวลาที่ เหมาะสม เพื่อควบคุมน้ำหนักให้สม่ำเสมอ

การขึ้นรูปโดยการดึง ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่เป็นแท่งแก้วกลวงหรือตัน โดยเนื้อแก้วจะถูกดึงออกมาโดยเครื่องจักรที่มีแท่งวัตถุทนไฟเป็นแกนและใช้การควบคุมความดัน อากาศเป็นตัวทำให้แท่งแก้วกลวง แท่งแก้วกลวงที่ถูกดึงออกมาจากแบบพิมพ์ที่มีลักษณะคล้ายรังผึ้งด้วยความเร็วที่มีการควบคุมรวมทั้งมีการควบคุมความดันอากาศภายในจึงทำให้มีผิวด้านในและด้านนอกสม่ำเสมอแท่งแก้วกลวงพิเศษบางชนิด เช่นเทอร์โมมิเตอร์ใช้กรรมวิธีดึงแบบไม่ต่อเนื่องเพราะเป็นทรงกระบอกแต่จะมีการโค้งคอดในบางช่วงกรรมวิธีการดึงเนื้อแก้วให้มีลักษณะเป็นเส้นใยและนำเส้นใยนี้ไปทำให้เป็น

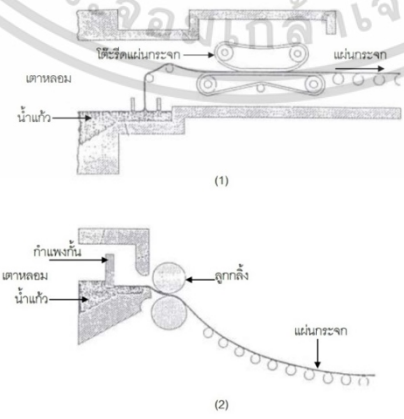
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นรวมทั้งใช้เป็นโครงสร้างในซีเมนต์เช่นเดียวกับการใช้โครงสร้างของเหล็กในคอนกรีตและยังใช้เป็นโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงในพลาสติก การผลิตเส้นใยทำได้โดยการดึงเนื้อแก้วออกมาจากภาชนะแพลทินัม (platinum) โดยดึงผ่านรูพรุนขนาดเล็กด้วยความเร็วสูงมาก อากาศจะทำให้ผิวเส้นใยรักษารูปร่างเส้นใยไว้ได้ อัตราเร็วในการดึงจึงมีความสัมพันธ์อย่างใกล้ชิดกับขนาดของเส้นใย เส้นใยที่ผลิตกันทั่วไปมีขนาด 0.004 นิ้ว

การขึ้นรูปโดยการดึงและรีด ใช้ในการผลิตกระจกแผ่น ทำได้โดยดึงน้ำแก้วออกมาจากส่วนหน้าของเตาหลอมอย่างสม่ำเสมอและต่อเนื่อง จากนั้นกระจกจะถูกดึงผ่านลูกกลิ้งสองลูกซึ่งทำหน้าที่ควบคุมความหนาของแผ่นกระจก และแผ่นกระจกจะผ่านไปในช่องเตาอบเพื่อปรับสภาพเนื้อแก้ว ช่วงที่ดึงแผ่นกระจก ขึ้นมาจะมีน้ำหล่อบริเวณผิวกระจกทำให้ผิวกระจกเย็นและเกิดความคงทน ซึ่งในระหว่างดึงแผ่นกระจกขึ้นนี้กระจกจะเกิดชั้นเนื้อแก้วบางๆ ที่มีความหนืดมาก มีความทนทานไม่เสียรูปได้ง่าย ดังนั้นการทำให้ผิวกระจกเย็นตัวลงเป็นสิ่งจำเป็นมากในการผลิตกระจกแผ่น หลังจากที่กระจกแผ่นถูกดึงขึ้นมาจะผ่านไปยังเตาปรับสภาพเนื้อแก้วผ่านไปยังเครื่องขัดหยาบและขัดละเอียด ความหนาของกระจกถูกขัดออกไปประมาณร้อยละ 25–50 ของความหนาเดิม



ภาพที่ 2.31 แสดงการขึ้นรูปกระจก
ที่มา : (Norton, 1957, 165)



ภาพที่ 2.32 แสดงการขึ้นรูปแก้วโดยวิธีการดึงและรีด
ที่มา : (Norton, 1957, 166)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผลิตเส้นใยสั้นๆ ผลิตโดยการพ่นไอน้ำด้วยความเร็วสูงไปบนเนื้อแก้วหลอม ที่กำลังไหลจะทำให้ได้เส้นใยละเอียดหลายขนาดผสมกัน กรรมวิธีนี้จำเป็นจะต้องเป่าให้เนื้อแก้วกระจายละเอียดมากพอจนสามารถแข็งตัวก่อนที่เนื้อแก้วจะหดตัวจากความตึงผิว ทำให้เส้นใยมีขนาดสั้นเกินไปการที่เนื้อแก้วหลอมสามารถแปรรูปเป็นเส้นใยในกรรมวิธีนี้ได้เนื่องจากการทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงความหนืดอย่างรวดเร็วเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมินั่นเอง

2.3.4 การอบ (annealing)

ทุกขั้นของกรรมวิธีการผลิตแก้วจะมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซึ่งจะมีผลทำให้เกิดแรงเค้น (stress) ขึ้นในเนื้อแก้วขั้นตอนต่อจากการขึ้นรูป คือจะต้องนำภาชนะแก้วที่ได้มาอบเพื่อควบคุมอัตราการเย็นตัวของเนื้อแก้วให้เป็นไปโดยสม่ำเสมอ มิฉะนั้นแก้วจะแตกเนื่องจากแรงเค้นที่เกิดขึ้นในเนื้อแก้ว เตาที่ใช้ สำหรับอบแก้วจะมีความยาวประมาณ 20 เมตร มีสายโลหะขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วได้ อุณหภูมิจากหัวอบประมาณ 600 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับประเภทของแก้ว สำหรับเนื้อแก้วซิลิเกตใช้อุณหภูมิระหว่าง 400–500 องศาเซลเซียสและลดลงเรื่อยๆ อย่างสม่ำเสมอจนถึงท้ายเตาอบเหลือประมาณ 60 องศาเซลเซียส

2.3.5 ตรวจสอบสมบัติและคุณภาพของแก้ว (inspection and quality control)

ภาชนะแก้วที่ผ่านการอบแล้วจะต้องมีการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ เช่น ขนาดความสูง ความกว้าง ขนาดปาก และรอยตำหนิต่าง ๆ เมื่อผลิตภัณฑ์แก้วผ่านการทดสอบเบื้องต้นแล้ว จะมีการสุ่มแก้วไปทดสอบคุณภาพตามความต้องการและตามมาตรฐานที่กำหนดเป็นระยะ ๆ เช่น การทดสอบความเครียดของเนื้อแก้ว ความสามารถในการรับแรงอัดแรงกระแทกหรือการทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิอย่างกะทันหัน เป็นต้น

2.3.6 การตกแต่ง (finishing)

ภาชนะแก้วบางชนิดจะมีการตกแต่งโดยการประทับตราของบริษัท รูปภาพ อักษร และสัญลักษณ์ต่างๆ โดยใช้วิธีการพิมพ์ (screen painting) สีที่ใช้สำหรับการพิมพ์นี้อาจเรียกว่าสีเคลือบ (glaze) ซึ่งจะมีอุณหภูมิการหลอมต่ำ เมื่อพิมพ์ลงไปบนภาชนะแก้วแล้ว จะต้องนำไปอบอีกครั้งหนึ่งที่อุณหภูมิ 300 – 500 องศาเซลเซียส สีจะสดใสและจับแน่นกับผิวแก้ว การแต่งอีกลักษณะหนึ่งได้แก่ การเจียรนัย โดยการน าภาชนะแก้วที่ต้องการทำลวดลายไปขัดกับสารที่มีความแข็งสูงกว่าแก้ว เช่น กากเพชร (carborundum) ที่กำลังหมุนรอบตัวเองด้วยมอเตอร์ที่มี ความเร็วพอสมควรและมีน้ำเป็นตัวทำให้เย็น กากเพชรจะขูดแก้วให้เป็นรอยตามความต้องการ

2.4 ศึกษาสมบัติพื้นฐานแก้ว

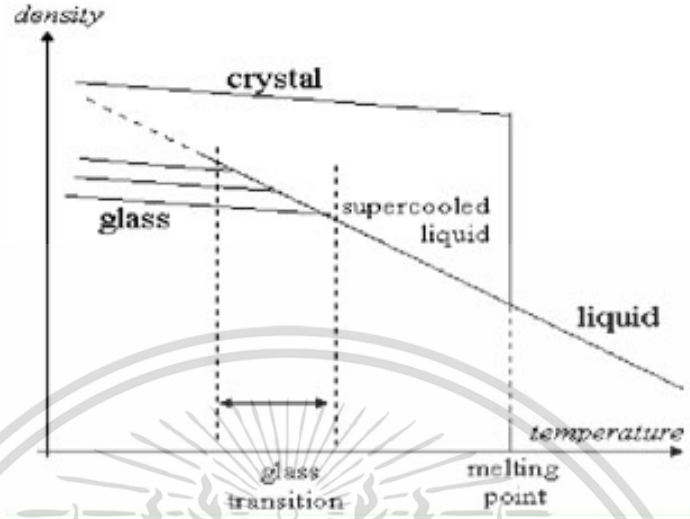
จากการศึกษาจากเอกสารหลักฐานภาพถ่าย และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวลความรู้ด้านศึกษาสมบัติพื้นฐานแสง ดังนี้

สมบัติพื้นฐานของวัสดุอสัณฐานหรือแก้วคือ Glass transition temperature หรือ Tg จึงเป็นคุณสมบัติที่สำคัญอันหนึ่งที่จะบอกว่าวัสดุนั้นเป็นวัสดุอสัณฐานหรือแก้วหรือไม่

แก้วจึงมีพฤติกรรมเหมือนของเหลวที่หนืดมากสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามแรงกระทำจากภายนอกได้ แต่ในความเป็นจริงการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและจะเกิดขึ้นช้ามากจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่อาจสังเกตได้สมบัติของวัสดุแก้วนั้นมักจะขึ้นอยู่กับสารชนิดต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในแก้ว ทำให้ลักษณะพันธะในแก้วเปลี่ยนแปลงไปซึ่งจะส่งผลไปยังลักษณะทางเคมีและกายภาพของแก้วนั้น



ภาพที่ 2.33 จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น
ที่มา : (Norton, 1957, 154)

จากกราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของความหนาแน่นเมื่ออุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้น เปรียบเทียบกันระหว่างวัสดุแก้วกับผลึก สำหรับผลึกนั้นเมื่อเราเพิ่มอุณหภูมิให้สูงขึ้นจนถึงจุดหนึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นของมันอย่างรวดเร็ว นั่นคือเกิดการหลอมละลายกลายเป็นของเหลวที่จุดหลอมเหลว หรือ Tm แต่สำหรับแก้วแล้วจะเกิดการเปลี่ยนแปลงความหนาแน่นเพียงเล็กน้อยที่ Glass transition temperature หรือ Tg กลายเป็นของเหลวที่มีความหนืดสูงมาก เรียกว่า supercooled liquid ก่อนที่จะหลอมเหลวเป็นของเหลวต่อไป

เนื่องจากแก้วเกิดจากของเหลวที่ถูกทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็วโดยไม่มีการตกผลึก แก้วจึงมีพฤติกรรมเหมือนของเหลวที่หนืดมากสามารถเปลี่ยนแปลงรูปร่างไปตามแรงกระทำจากภายนอกได้ แต่ในความเป็นจริงการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยและจะเกิดขึ้นช้ามากจนไม่อาจสังเกตได้ สมบัติของวัสดุแก้วนั้นมักจะขึ้นอยู่กับสารชนิดต่างๆ ที่เป็นองค์ประกอบในแก้ว ทำให้ลักษณะพันธะในแก้วเปลี่ยนแปลงไปซึ่งจะส่งผลไปยังลักษณะทางเคมีและกายภาพของแก้วนั้น

2.4.1 องค์ประกอบและคุณลักษณะของแก้ว

แก้วประกอบด้วยซิลิเกตที่ไม่เป็นผลึก (non crystalline silicates) กับออกไซด์ของธาตุต่างๆ เช่น แคลเซียมออกไซด์ โซเดียมออกไซด์ โพแทสเซียมออกไซด์ อะลูมิเนียมออกไซด์และโบรอนออกไซด์ เป็นต้น โดยออกไซด์ของธาตุเหล่านี้มีผลทำให้แก้วแสดงสมบัติแตกต่าง กันไปขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของออกไซด์ ดังแสดงองค์ประกอบและคุณลักษณะของแก้วชนิดต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 องค์ประกอบและคุณลักษณะของแก้วที่ใช้ในอุตสาหกรรม

ชนิดของแก้ว	องค์ประกอบ (ร้อยละน้ำหนัก)						คุณลักษณะและการใช้งาน
	SiO_2	Na_2O	CaO	Ai_2O	Ai_2O2	อื่นๆ	
แก้วซิลิกาหลอมเหลว	>99	-	-	-	-	-	อุณหภูมิการหลอมสูงค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวต่ำ
แก้วซิลิกาหลอมเหลวร้อยละ 96	96	-	-	-	4	-	ต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดีใช้ทำอุปกรณ์ในห้องทดลอง
แก้วโบโรซิลิเกต	81	3.5	-	2.5	13	-	ต้านทานการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและการกัดกร่อนของสารเคมีได้ดี ใช้ทำผลิตภัณฑ์ใช้ในเตาอบ
แก้วโซดาไลม์ แก้วเลดซิลิเกต	74 54	16 1	5 -	1 -	- -	4MgO 37PbO $8K_2O$	อุณหภูมิการหลอมต่ำความหนาแน่นสูงมีความมันวาวสูง (detractive index) ใช้ทำเลนส์
แก้วอะลูมิโนซิลิเกต	70	-	-	18	-	$4.5TiO_2$ $2.5Li_2O$	ขึ้นรูปง่ายแข็งแรงและทนต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิดี ใช้ทำผลิตภัณฑ์ใช้ในเตาอบ

ที่มา : (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2527, หน้า 3)

2.4.2 วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแก้ว

ในการผลิตแก้ว วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแก้วสามารถจำแนกได้เป็น 6 กลุ่มตามสมบัติของวัตถุดิบที่มีผลทำให้แก้วเกิดสมบัติต่างๆ กันดังนี้คือ (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์, ม.ป.ป., หน้า 41–43)

2.4.2.1 ตัวทำให้เกิดเนื้อแก้ว (glass former materials) วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตแก้วเพื่อทำให้เกิดเนื้อแก้วหรือความเป็นแก้วได้แก่ทรายแก้วโดยทรายแก้วจะต้องมีปริมาณของเหล็กต่ำและสารประกอบอื่นเจือปนอยู่เล็กน้อย มิฉะนั้นจะได้เนื้อแก้วที่ไม่ใส มีสีอยู่ในเนื้อแก้วและยากต่อการหลอมละลาย ในประเทศไทยมีทรายแก้วปริมาณมากและคุณภาพดีที่ใช้มาก 2 แหล่งคือทรายแก้วจากจังหวัดระยองและทรายแก้วจากจังหวัดสงขลา โดยทั่วไปควรมีปริมาณซิลิกอนไดออกไซด์มากกว่าร้อยละ 95 ขนาดของเม็ดทรายแก้วควรใกล้เคียงกันไม่ใหญ่กว่า 20 เมช (0.84 มิลลิเมตร) และไม่ควรเล็กกว่า 100–200 เมช

ตารางที่ 2.2 คุณลักษณะของทรายแก้วตามมาตรฐานของประเทศอังกฤษสำหรับทำแก้วไม่มีสี

องค์ประกอบทางเคมี	เกรด A (%)	เกรด B (%)	เกรด C (%)
- ซิลิกอนไดออกไซด์ ต่ำสุด	99.5	99.5	98.5
- เฟอร์ริกออกไซด์ สูงสุด	0.008	0.013	0.03
- ไทเทเนียมไดออกไซด์ สูงสุด	0.03	*	*
- โครมิกออกไซด์ สูงสุด	0.0002	0.0002	0.006
- อะลูมิเนียมออกไซด์ สูงสุด	**	**	**

ที่มา : (ดวงเพ็ญ ศรีบัวงาม และอนุรักษ์ ปิติรักษ์สกุล, ม.ป.ป., หน้า 80)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ ไทเทเนียมไดออกไซด์ไม่ทำให้เกิดสีเหมือนเฟอร์ริกออกไซด์และโครมิกออกไซด์จึงไม่กำหนดสำหรับเกรด B และ C

ข้อจำกัดสูงสุดของอะลูมิเนียมออกไซด์ตกลงกันเองระหว่างผู้ซื้อและผู้ขายถ้ามีมากจะลดความโปร่งแสงและทำให้หลอมยาก

2.4.4.2 ตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมแก้ว (fluxing agent) วัตถุดิบที่ใช้ในอัตราส่วนผสมของแก้วที่มีสมบัติเป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในการหลอมที่นิยมใช้ได้แก่โซดาแอซ (soda ash หรือ sodium carbonate) สารนี้เมื่อนำไปผสมกับทรายแก้วในอัตราส่วนผสมร้อยละ 10 – 16 จะช่วยลดอุณหภูมิการหลอมลงมาได้ 700 – 800 องศาเซลเซียสช่วยทำให้ทรายแก้วหลอมตัวง่ายขึ้น เมื่อผสมโซดาแอซกับทรายแก้วจะได้แก้วชนิดโซเดียมซิลิเกต (sodium silicate) หรือที่เรียกว่าน้ำแก้ว (water glass) มีสมบัติ ละลายน้ำได้ง่าย จึงใส่หินปูนลงไปในอัตราส่วนผสมเพื่อช่วยให้ไม่ละลายน้ำ เมื่ออัตราส่วนผสมทั้งหมดหลอมตัวรวมกันเกิดเป็นแก้วแล้วจะเรียกว่าแก้วโซดาไลม์

นอกจากโซดาแอซ ทรายแก้ว และหินปูนแล้ว ยังอาจใส่อัลคะไลเอิร์ธ (alkalis earth)อื่นๆ ได้อีก เช่นแมกนีเซียมและแบเรียม (barium) เป็นต้น ตัวลดอุณหภูมิอื่นที่นิยมใช้ได้แก่หินฟันม้า (feldspar) ตะกั่วออกไซด์และบอร์ริกออกไซด์ที่ใช้ในรูปของสารบอร์แรกซ์ที่นิยมใช้ทำแก้วโบโรซิลิเกต หลักเกณฑ์โดยทั่วไปว่าแก้วประเภทใดที่มีส่วนผสมของวัตถุดิบที่มีสมบัติในการลดอุณหภูมิปริมาณมากจะใช้อุณหภูมิในการหลอมต่ำราคาถูก แต่ถ้าใส่วัตถุดิบเพื่อการลดอุณหภูมิปริมาณน้อยจะได้เนื้อแก้วคุณภาพดีราคาแพงขึ้น หากแต่การหลอมละลายของเนื้อแก้วจะต้องใช้อุณหภูมิสูงขึ้น นอกจากวัตถุดิบ ที่ใช้ในการลดอุณหภูมิที่กล่าวข้างต้นแล้ว เศษแก้ว (cullet) ก็เป็นวัตถุดิบที่ทำหน้าที่เป็นตัวลดอุณหภูมิเช่นเดียวกันและนิยมใช้มาก ซึ่งจะใช้ประมาณร้อยละ 10 – 75 ในอัตราส่วนผสมของวัตถุดิบ นอกจากนี้ยังมีหินโดโลไมท์ (dolomite) ที่ให้แคลเซียมและแมกนีเซียมอีกด้วย

2.4.4.3 ตัวฟอกสี (decolorizing agent) วัตถุดิบที่นิยมนำมาใช้เพื่อฟอกสีของแก้วได้แก่ซีลีเนียม (selenium) และโคบอลท์ (cobalt) นิยมใช้ในปริมาณน้อยเพราะเป็นสารที่มีราคาแพง โดยใช้สำหรับฟอกสีเขียวที่เกิดจากออกไซด์ของเหล็ก แต่หากมีปริมาณเหล็กออกไซด์เกินกว่าร้อยละ 0.06 แม้ตัวฟอกสีก็ไม่สามารถกำจัดสีได้ ฉะนั้นจะต้องควบคุมปริมาณของตัวที่ทำให้เกิดสีควบคู่กันด้วยการใช้ซีลีเนียมมีข้อเสียบางประการคือ หากใช้ปริมาณมากเกินจะทำ ให้ความสดใสของเนื้อแก้วลดลงอีกประการหนึ่งคือถ้าใช้ตัวไล่ฟอง (อาร์ซินิกออกไซด์, arsenic oxide) มากจะมีผลต่อสมบัติในการฟอกสีของซีลีเนียม

2.4.4.4 ตัวไล่ฟอง (oxidizing agent) วัตถุดิบที่มีสมบัติช่วยในการไล่ฟองอากาศในเนื้อแก้วที่หลอม เป็นน้ำแก้วแล้วได้แก่อาร์ซินิกออกไซด์ และโซเดียมไนเตรท (sodium nitrate) การหลอมแก้วแต่ละครั้งจะเกิดฟองแก๊สขึ้นมาก เนื่องจากสารพวกคาร์บอเนต (carbonate) ในวัตถุดิบที่ทำปฏิกิริยาในขณะการหลอมเกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (carbon dioxide) ซึ่งเป็นตัวทำให้เกิดฟองในเนื้อแก้ว ฟองนี้จะสามารถกำจัดได้โดยการเติมสารพวกอาร์ซินิกออกไซด์หรือโซเดียมไนเตรท

2.4.4.5 ตัวช่วยทำให้เกิดสีและทึบแสง (coloring and opacifiying agent) วัตถุดิบที่ใช้เพื่อให้เกิดสีและทึบแสงนี้จะใช้ในการทำแก้วสีและแก้วทึบแสง วัตถุดิบที่ใช้แสดงได้ตามตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ออกไซด์ที่ช่วยให้แก้วเกิดสีและทึบแสง

สีและสมบัติที่ต้องการ	ออกไซด์ที่ใช้
- สีน้ำเงิน	Co_2O_3
- สีฟ้า	$CuSO_4$
- สีเหลือง	CdSF หรือ Fe_2O_3+C
- สีเขียว	$K_2Cr_2O_7$ หรือ Cr_2O_3
- สีชา	C+Fe_2O_3+S
- สีม่วง	NiO หรือ MnO
- สีเหลืองเขียว	U
- สีแดง	SeO_2+CdSF หรือSeO_2 +C,Au
- สีดำ	MnO ใช้ปริมาณมาก
- ทึบแสง	Fluorite (F) และ phosphate (P)

ที่มา : (สุรศักดิ์ โกสิยพันธ์, ม.ป.ป., หน้า 42)

2.4.4.6 ตัวควบคุมความหนืดหรือควบคุมการไหลตัวของแก้ว (viscosity fluidity) วัตถุดิบที่นิยมใช้เพื่อควบคุมการไหลตัวของน้ำแก้วได้แก่อะลูมินาและหินฟันม้าทั้งชนิดโซดา (soda feldspar) และชนิดโพแทส (potash feldspar) ที่มีสมบัติช่วยลดอุณหภูมิการหลอม (ที่มา : วารสารศูนย์เชี่ยวชาญแก้ว.2554 : 36)

2.4.3 สมบัติทางกลของวัสดุแก้ว

Elasticity : แก้วเป็น elastic material ที่สมบูรณ์แบบ คือมันจะไม่เปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร แต่มันมีความเปราะซึ่งหมายถึงมันจะแตกเมื่อได้รับความเค้น (stress) เพิ่มขึ้น

Young's modulus,E เป็นค่าที่แสดงถึงแรงดึงตามทฤษฎีที่ใช้ในการทำให้แก้วยืดออกให้ยาวขึ้นเท่ากับความยาวเดิมของมัน หน่วยของมันจะมีค่าเป็นแรงต่อพื้นที่ สำหรับแก้วตามมาตรฐานยุโรปจะมีค่า E= 7 x 1010 Pa=70GPa

Poisson's ratio : m (lateral contraction coefficient) เมื่อวัสดุถูกดึงด้วยแรง ขนาดตามขวางของมันจะลดลง ค่า m คือความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยที่ลดลงตามทิศทางที่ตั้งฉากกับแรงกับหน่วยของความเครียด (strain) ตามทิศทางของแรง สำหรับแก้วในงานก่อสร้างค่า m=0.22

Compressive strengthแก้วมีค่า compressive strength สูงมาก คือ 1000N/mm2 หรือ 1000MPa นั่นหมายถึงในการทำให้แก้วขนาด 1 cm3 แตกละเอียดลงได้ต้องให้น้ำหนักถึง 10 ตัน

Tensile strength แก้วตามปกติจะมี tensile strength ประมาณ 40 MPa (N/mm2) และอาจทำให้เพิ่มสูงขึ้นถึง 120-200 MPa เมื่อผ่านกระบวนการเพิ่มความแข็งแรงต่างๆ (วารสารศูนย์เชี่ยวชาญแก้ว.2554 : 38)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 สมบัติทางความร้อนของวัสดุแก้ว

ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากดินจะมีการขยายตัวและหดตัวเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิเช่นเดียวกัน โดยการเปลี่ยนแปลงขนาดหรือปริมาตรนี้จะมีความสัมพันธ์กับขนาดเริ่มแรก อุณหภูมิที่ใช้ และสมบัติของวัสดุนั้น ซึ่งการศึกษาการเปลี่ยนแปลงขนาดที่เป็นผลเนื่องจากอุณหภูมินี้จะวัดออกมาเป็นค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวเนื่องจากความร้อน (Coefficient of Thermal Expansion; COE) ค่านี้ได้จากการวัดการเปลี่ยนแปลงความยาวเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นจากอุณหภูมิห้อง นอกจากนี้การทดสอบการขยายตัวเนื่องจากความร้อน สามารถวัดเป็นร้อยละของการเปลี่ยนแปลงขนาดความยาว (Percent Linear Change; PLC) โดยผลของการทดสอบสามารถอ้างอิงถึงความทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิโดยกะทันหัน (Thermal Shock) ของผลิตภัณฑ์ได้ นั่นคือหากผลิตภัณฑ์มีการขยายตัวมากเมื่อได้รับความร้อนจะทำให้เกิดการแตกร้าวได้ง่าย และนอกจากนี้ ผลการทดสอบการขยายตัวเนื่องจากความร้อน ช่วยให้สามารถพัฒนาเคลือบให้เกิดความสมดุลเหมาะสมกับเนื้อดินปั้น (สุทิน คูหาเรืองรอง, 2539 : 65 - 70)

Linear expansionค่า Linear expansion จะแสดงด้วยค่าสัมประสิทธิ์ซึ่งวัดจากการยืดออกต่อหน่วยความยาวเมื่อมีการเปลี่ยนอุณหภูมิทุก 1oC โดยทั่วไปค่านี้จะวัดที่อุณหภูมิในช่วง 20-300oC ค่าสัมประสิทธิ์ของ linear expansion ของแก้วคือ 9x10-6oC-1 เช่น แก้วความยาว 2 ม. เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น 30oC จะยาวเพิ่มขึ้น = (2000mm.) x (9x10-6oC-1) x (30oC) = 0.54mm.

Thermal stressเนื่องจากแก้วมีการนำความร้อนที่ต่ำ การทำให้แผ่นแก้วร้อนหรือเย็นเฉพาะที่จะทำให้เกิดความเค้นที่ทำให้แผ่นแก้วแตกได้ เช่นกระจกที่ใส่กรอบและทิ้งไว้ในที่มีแสงแดดจัด อุณหภูมิของขอบกระจกที่อยู่ในกรอกจะเพิ่มขึ้นช้ากว่าส่วนอื่น จึงเป็นเรื่องจำเป็นในการคำนึงถึงคุณสมบัติข้อนี้ในการใช้งานกระจก การทำ heat treatment จะทำให้แก้วทนความต่างของอุณหภูมิได้ประมาณ 150-200oC ที่มา : (สุทิน คูหาเรืองรอง, 2539 : 60)

2.4.5 สมบัติทางแสงของวัสดุแก้ว

2.4.5.1 การวัดค่าการดูดกลืนแสง Spectrophotometric characteristics การแผ่รังสี Radiation

เมื่อแสง (solar) ตกกระทบแก้วจะมีส่วนหนึ่งที่สะท้อนกลับ (reflected) ส่วนหนึ่งถูกดูดกลืน (absorbed) และส่องผ่านไป (re-transmitted) อัตราส่วนระหว่างความเข้มของแสงเหล่านี้กับแสงเริ่มต้น (incident solar radiation) จะบ่งบอกถึงสมบัติของแก้ว 3 ตัว คือ reflectance factor, absorptance factor และ transmittance factor ซึ่งเมื่อพล็อตสมบัติแต่ละชนิดที่ความยาวคลื่นต่างๆ กัน ก็จะได้กราฟในลักษณะของสเปคตรัมของแก้ว ซึ่งปัจจัยที่มีผลกระทบต่ออัตราส่วนเหล่านี้ได้แก่ สีของแก้ว ความหนา และสารเคลือบในกรณีที่แก้วนั้นมีการเคลือบด้วย (ที่มา : สุทิน คูหาเรืองรอง, 2539 : 69)

ปัจจัยทางพลังงาน Solar factor หรือค่า g ของแก้ว คือ เปอร์เซ็นต์ของพลังงานความร้อนรวมที่เกิดจากแสงที่ผ่านเข้ามาในห้องทางแก้วหรือกระจกนั้น ค่าพลังงานรวมได้จากแสงที่ผ่านเข้ามา โดยตรงกับพลังงานส่วนที่แก้วดูดกลืนไว้และส่งผ่านออกมาด้านในของห้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าส่งผ่านแสง Light transmittance and reflectance factors คือ อัตราส่วนของแสงในช่วงคลื่นที่มองเห็น (light) ที่ถูกส่องผ่านหรือสะท้อนกลับกับแสงเริ่มต้น สำหรับกระจกที่หนามากหรือมีการเคลือบหรือ laminated ถึงแม้จะไม่มีสี แต่อาจทำให้แสงที่ส่องผ่านมามีสีเขียวหรือสีฟ้าได้

2.4.5.2 การวัดค่าแสงจากธรรมชาติ Natural light, daylight factor สำหรับกระจกหนึ่งๆ daylight factor คืออัตราส่วนของแสงภายใน ณ จุดหนึ่ง เทียบกับแสงภายนอก วัดในแนวระนาบจะมีค่าคงที่ไม่ขึ้นกับช่วงเวลาในแต่ละวัน เช่น ในห้องที่มี daylight factor = 0.10 ณ ตำแหน่งที่ใกล้กับหน้าต่าง และ = 0.01 ณ ด้านหลังของห้อง (เป็นค่าเฉลี่ยของห้องปกติ), ที่ระดับความเข้มแสงภายนอก 5000 lux (วันที่ท้องฟ้ามีเมฆมาก) จะทำให้ทราบว่าภายในห้องบริเวณใกล้หน้าต่างจะมีแสงสว่าง 500 lux และด้านหลังห้อง 50 lux และถ้าความเข้มแสงภายนอก 20000 lux (วันที่ท้องฟ้าโปร่ง) จะมีแสงสว่างที่หน้าต่างและด้านหลังห้องเป็น 2000 และ 200 lux ตามลำดับ ซึ่ง factor เหล่านี้จะทำให้สามารถคำนวณเพื่อให้ทราบปริมาณแสงตามธรรมชาติและปริมาณแสงที่ต้องการในห้องหนึ่งๆ ได้ (ที่มา : วารสารศูนย์เชี่ยวชาญแก้ว.2554 : 42)

2.4.6 สมบัติทางเคมีของวัสดุแก้ว

เมื่อเทียบกับวัสดุประเภทอื่นๆ เช่น โลหะ และโพลิเมอร์ แก้วนับว่ามีความทนทานต่อสารเคมีมากกว่า จึงนิยมนำมาใช้เป็นภาชนะบรรจุต่างๆ แต่อย่างไรก็ตามแก้วก็สามารถเกิดปฏิกิริยาทางเคมีได้

ปฏิกิริยาของโครงสร้างแก้วกับความชื้น แก้วที่ทิ้งไว้นานอาจเกิดปฏิกิริยาเคมีกับความชื้นได้ดังต่อไปนี้

Si - O - Si = + H2O ---> = Si - OH + HO - Si =

สำหรับในสภาพที่เป็นด่าง จะทำปฏิกิริยาต่อเนื่องกับความชื้น

= Si - O - Si = + OH- ---> = Si - OH + -O - Si =

= Si - O- + H2O ---> = Si - OH + OH-

ปฏิกิริยาในสภาพที่เป็นกรด

= Si - O- Na+ + OH- ---> = Si - OH + Na+

จะเห็นว่าในสภาพที่เป็นด่างจะเกิดปฏิกิริยาที่ต่อเนื่อง ซึ่งทำลายโครงสร้างของแก้วได้มากกว่าสภาพที่เป็นกรด

ปฏิกิริยาของ Na2O กับความชื้น ชั้นของแก้วที่มีปริมาณ Na2O มากอาจเกิดปฏิกิริยากับความชื้นได้ง่าย ดังต่อไปนี้

Na2O + H2O ---> 2NaOH

NaOH ที่เกิดขึ้นจะทำปฏิกิริยากับ CO2 ในอากาศ

2NaOH + CO2 ---> Na2CO3 + H2O

เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Blooming โดย Na2CO3 มีลักษณะเป็นฝ้าขาวและจะหนาขึ้นเรื่อยๆ และ NaOH ซึ่งเป็นด่างจะกัดกร่อนชั้นซิลิกาด้วย การนำขวดเก่าไปล้างฝ้าขาวนี้ออกและนำไปบรรจุน้ำ อาจพบตะกอนของซิลิกาที่ก้นขวดหรือขวดที่ล้างแล้วเก็บไว้ ก็อาจพบว่ามีการตกสะเก็ดเป็นแผ่นๆ ขึ้น เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า Flaking (ที่มา : วารสารศูนย์เชี่ยวชาญแก้ว.2554 : 42)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ศึกษาด้านการตลาดของแก้ว

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาสภาพการตลาดของแก้ว ดังนี้

วัสดุอสัณฐานที่รู้จักกันดีเช่น แก้วและกระจก เป็นวัสดุที่เก่าแก่ที่ใช้เป็นภาชนะ เครื่องประดับตกแต่งและเป็นส่วนประกอบสำคัญของสิ่งก่อสร้าง อุตสาหกรรมแก้วเป็นอุตสาหกรรมที่สนับสนุนอุตสาหกรรมหลักอื่นๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์และอิเลกทรอนิกส์ เป็นต้น ในปี 2539 วัสดุแก้วมีมูลค่าการนำเข้าและส่งออกรวมสูงถึง 8,700 ล้านบาท โดยมีการส่งออกเทียบกับนำเข้า 47% นับว่าเป็นอุตสาหกรรมที่มีศักยภาพในการส่งออก แต่จำเป็นต้องพัฒนาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการแข่งขันในตลาดโลกต่อไป ในขณะที่วัสดุแก้วมีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันและต่อเศรษฐกิจของประเทศ แต่ในภาคของสถาบันการศึกษาและรัฐบาลเองไม่มีข้อมูล บุคลากร หรืองานวิจัยที่สนับสนุนการพัฒนาแก้วหรือวัสดุอสัณฐานอย่างเพียงพอ ที่ผ่านมาภาคอุตสาหกรรมจึงต้องพึ่งเทคโนโลยีจากต่างประเทศเป็นหลัก ประกอบกับปัจจุบันเทคโนโลยีการผลิตหรือใช้วัสดุอสัณฐานและสารประกอบซิลิกอนซึ่งมีพื้นฐานจากเทคโนโลยีวัสดุแก้ว ได้พัฒนากลายเป็นเทคโนโลยีหรืออุตสาหกรรมที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจของประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น เทคโนโลยีการผลิตใยแก้วนำแสง โซล่าเซล ใยแก้วสำหรับวัสดุเสริมแรงและเลนส์ เป็นต้น MTEC (วารสารศูนย์เชี่ยวชาญแก้ว.2554 : 22)

อุตสาหกรรมกระจกแผ่นในประเทศไทยเริ่มต้นครั้งแรกจากการก่อตั้ง บริษัท กระจกไทย จำกัด ด้วยทุนจดทะเบียน 6 ล้านบาท ในปี 2506 ต่อมาบริษัท อาซาฮีกลาส จำกัดของญี่ปุ่น ได้เข้ามาถือหุ้น 50% จึงได้เปลี่ยนชื่อเป็น บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด และมีบริษัทในเครือ บริษัท บางกอกโฟลตกลาส จำกัด ก่อตั้งขึ้นในปี 2534 ในช่วงแรกนี้ กลุ่มบริษัทกระจกไทย-อาซาฮี เป็นกลุ่มบริษัทที่มีส่วนแบ่งตลาดมากกว่า 90%

นอกจากนี้รัฐบาลได้ดำเนินนโยบายจำกัดกำลังการผลิตของอุตสาหกรรมกระจกในไทย ทำให้ไม่เกิดคู่แข่งรายใหม่ และยังมีการคุ้มครองด้านภาษี คือ เก็บภาษีนำเข้ากระจกสูงถึง 50% ทำให้ไม่มีการแข่งขันจากการนำเข้ามากนัก

ต่อมามีการร่วมลงทุนระหว่างเครือซีเมนต์ไทย กับ Gardian industries ของสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งบริษัท กระจกสยามการ์เดียน จำกัด ในปี 2535 ทำให้มีการแข่งขันในประเทศขึ้น นอกจากนี้ยังมีบริษัท กระจกสยาม จำกัด ซึ่งผลิตกระจกแผ่นสีชา กระจกลวดลายในราคาต่ำ ทำให้ในปี 2539 ทำให้บริษัทกระจกไทย-อาซาฮี มีส่วนแบ่งตลาดลดลงเหลือประมาณ 32% บริษัทบางกอกโฟลตกลาส 18% บริษัทกระจกสยามการ์เดียน 22% บริษัทกระจกสยาม 8% และกระจกนำเข้า 20%

หลังจากที่ทั้งบริษัทกระจกไทย-อาซาฮี และกระจกสยามการ์เดียน ได้ขยายกำลังผลิตโดยตั้งโรงงานใหม่ที่ระยองทำให้ในปี 2540 ประเทศไทยมีกำลังผลิตกระจกรวมประมาณ 834,500 ตัน/ปี ซึ่งเกินปริมาณความต้องการภายในประเทศ ทำให้เริ่มมีการส่งออกกระจกที่เกินความต้องการไปต่างประเทศ และยังก่อให้เกิดการพัฒนาผลิตภัณฑ์ การเพิ่มประสิทธิภาพการแข่งขันด้วยกลยุทธ์ทางการค้า และการลดต้นทุนต่างๆ เช่น บริษัทกระจกไทย-อาซาฮี เริ่มผลิตกระจกแปรรูปต่างๆ ในปี 2538 พร้อมกับสามารถลดต้นทุนการบริหารงานได้ถึง 8-10% ลดอัตราการสูญเสียจากการขนย้ายได้ไม่เกิน 1% จากเดิม 5-7% และได้รับการรับรองระบบคุณภาพ ISO9002 ในปี 2539 ส่วนบริษัทกระจกสยามการ์เดียน ได้ใช้ระบบ QCS (Quality, Cleanliness, Safety) เพื่อสร้างความพอใจสูงสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แก่ลูกค้า การใช้อุปกรณ์และเครื่องจักรที่ทันสมัยในการผลิตและการให้บริการ เช่น ใช้ระบบ Bar code และระบบคอมพิวเตอร์ในการควบคุมการผลิต การควบคุม stock และการขาย (ปราการ อาภาศิลป์.2554 : 28)

ในปี 2554 ประเทศไทยได้ลดภาษีนำเข้ากระจกตามข้อตกลงการจัดตั้งเขตการค้าเสรีอาเซียน (AFTA) ทำให้มีการนำเข้ากระจกจากอินโดนีเซียและมาเลเซียมากขึ้น และเนื่องจากภาษีนำเข้ากระจกจะต้องลดลงไปเรื่อยๆ ผู้ประกอบการเรียกร้องให้รัฐบาลปรับโครงสร้างภาษี โดยเฉพาะภาษีการนำเข้าเครื่องจักรและวัตถุดิบ แต่เนื่องจากการนำเข้ากระจกคุณภาพสูงที่ไม่ได้ผลิตในกลุ่มอาเซียนก็ยังมีปริมาณไม่ลดลง จึงเชื่อว่าผู้ผลิตกระจกไทยจำเป็นต้องมีการปรับตัวในแนวทางที่จะเน้นการผลิตกระจกที่มีคุณภาพสูงขึ้น การใช้พลังงานอย่างมีประสิทธิภาพ พร้อมกับควบคุม การสูญเสียให้น้อยลงซึ่งน่าจะเป็นแนวทางที่จะทำให้อุตสาหกรรมกระจกไทยสามารถมีศักยภาพแข่งขันได้อย่างยั่งยืนในอนาคต

ในระยะเริ่มต้นของอุตสาหกรรมกระจกในประเทศไทยแม้ว่าวัตถุดิบในการผลิตกระจกกว่า 80 % จะเป็นวัตถุดิบที่มีอยู่ภายในประเทศ แต่ด้วยข้อจำกัดด้านการผลิตที่ต้องใช้เงินลงทุนเครื่องจักรและเทคโนโลยีในการผลิตที่ค่อนข้างสูงจึงจำเป็นต้องนำเข้ากระจกจากต่างประเทศ ทว่าด้วยการเติบโตของเศรษฐกิจภายในประเทศและอุตสาหกรรมต่างๆ ที่มีความจำเป็นต้องใช้กระจกเป็นส่วนประกอบมีมากขึ้น เช่น การก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนที่นิยมใช้กระจกเป็นส่วนประกอบมากขึ้น ภาครัฐจึงได้ให้การส่งเสริมการผลิตกระจกไว้ใช้ภายในประเทศเอง โดยในระยะแรกของการผลิตกระจกในประเทศ เป็นการผลิตเพื่อทดแทนการนำเข้า และได้ขยายกำลังการผลิตเรื่อยมาเพื่อให้สามารถรองรับต่อปริมาณความต้องการใช้กระจกภายในประเทศที่เพิ่มมากขึ้นและเมื่อมีปริมาณการผลิตมากพอหลังจากใช้บริโภคภายในประเทศจึงจะส่งออกไปยังต่างประเทศ ซึ่งโดยภาพรวมในปัจจุบันประเทศไทยมีสัดส่วนการผลิตกระจกเพื่อจำหน่ายให้กับตลาดภายในประเทศประมาณ 60 % และส่งออกไปยังต่างประเทศสูงถึงประมาณ 40 % (ปราการ อาภาศิลป์.2554 : 30)

อุตสาหกรรมกระจกเป็นอุตสาหกรรมที่มีการขยายตัวตามการขยายตัวของภาวะเศรษฐกิจของประเทศ ซึ่งแนวโน้มอุตสาหกรรมกระจกสำหรับประเทศไทยใน ยังคงขึ้นอยู่กับปัจจัยเสี่ยงทั้งภายในและภายนอกประเทศหลายประการที่สำคัญได้แก่

ปัจจัยเสี่ยงภายในประเทศ

ต้นทุนด้านพลังงานเพิ่มสูงขึ้น ในการผลิตกระจกประกอบไปด้วยต้นทุนด้านเชื้อเพลิงประมาณ 20% ของต้นทุนการผลิตรวม ซึ่งจากการปรับตัวเพิ่มสูงขึ้นของราคาน้ำมันดิบได้ส่งผลกระทบต่อผลิตภัณฑ์น้ำมันเชื้อเพลิงทุกประเภท รวมถึงน้ำมันเตาที่ใช้เป็นเชื้อเพลิงในการผลิตกระจกให้เพิ่มสูงขึ้นเช่นกัน โดยราคาน้ำมันเตาได้มีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยมา และได้เพิ่มสูงขึ้นอย่างมากซึ่งหากราคาน้ำมันเตายังคงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นย่อมส่งผลกระทบต่อต้นทุนในการผลิตและกำไรของผู้ผลิตในอุตสาหกรรมอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

2.5.1 ปริมาณความต้องการภายในประเทศ

ความต้องการผลิตภัณฑ์กระจกในประเทศไทยจะขึ้นอยู่กับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวเนื่องที่นำกระจกไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตได้แก่ อุตสาหกรรมก่อสร้าง (50%) อุตสาหกรรมยานยนต์ (30%) และอุตสาหกรรมอื่นๆ เช่น เฟอร์นิเจอร์ และบรรจุภัณฑ์ (20%) ดังนั้นหากเกิดการเปลี่ยนแปลงในภาวะอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้อง ย่อมกระทบต่อภาวะตลาดอุตสาหกรรมกระจกอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ ซึ่งในปี 2551 แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรมที่ควรพิจารณาอย่างใกล้ชิดคือ อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำการดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อสร้าง แนวโน้มการลงทุนในอุตสาหกรรมการก่อสร้างในปี 2554 ในส่วนของการลงทุนจากภาครัฐอาจจะมีแนวโน้มขยายตัวจากการดำเนินการตามโครงการก่อสร้างขนาดใหญ่ หรือเมกะโปรเจกท์คือ โครงการรถไฟฟ้าสายสีแดง เส้นทางบางซื่อ-ตลิ่งชัน และบางซื่อ-รังสิต อีกทั้งโครงการรถไฟฟ้าสายสีม่วง เส้นทางบางใหญ่-บางซื่อที่จะเริ่มทำการก่อสร้างในปี 2551 อีกทั้งการก่อสร้างโครงการบ้านเอื้ออาทร และบ้านมั่นคงในพื้นที่ต่างๆ อย่างต่อเนื่อง ในส่วนของการลงทุนก่อสร้างอสังหาริมทรัพย์ของทางภาคเอกชนอาจจะมีแนวโน้มชะลอตัวลง จากปัญหาด้านเสถียรภาพและความมั่นคงทางการเมืองภายหลังการจัดตั้งรัฐบาลใหม่ซึ่งจะส่งผลให้ความเชื่อมั่นของผู้บริโภคจะกลับฟื้นคืนมาไม่สมบูรณ์มากนัก อีกทั้งต้นทุนวัสดุก่อสร้างที่ปรับตัวสูงขึ้น และปริมาณที่อยู่อาศัยรอขายสะสมที่สูงถึงประมาณ 1.1 แสนยูนิต แต่แนวโน้มการก่อสร้างคอนโดมิเนียมอาจขยายตัวโดยเฉพาะพื้นที่บริเวณตามแนวโครงการรถไฟฟ้าสายต่างๆ ที่จะเริ่มทำการก่อสร้างในปี 2551 เป็นต้นไป ซึ่งจะส่งผลให้ความต้องการกระจกแผ่นเรียบ และกระจกแปรรูปบางประเภท เช่น กระจกนิรภัย กระจกกันความร้อนเพิ่มขึ้น (ปราการ อาภาศิลป์.2554 : 36)

อุตสาหกรรมยานยนต์ แม้ว่าปริมาณความต้องการรถยนต์ของตลาดภายในประเทศจะเริ่มชะลอตัวลงบ้าง แต่ผู้ผลิตต่างชาติยังคงให้ความสำคัญและใช้ประเทศไทยเป็นฐานในการผลิตรถยนต์เพื่อการส่งออก ซึ่งสังเกตได้จากปริมาณรถยนต์ที่ผลิตในประเทศไทยมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นทุกปี อีกทั้งการส่งเสริมโครงการผลิตรถยนต์ประหยัดพลังงานมาตรฐานสากล (อีโคคาร์) ของภาครัฐ ซึ่งจะทำให้ปริมาณการผลิตรถยนต์ประเภทต่างๆ เพิ่มสูงขึ้น อันจะส่งผลให้ปริมาณความต้องการกระจกโดยเฉพาะกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์เพื่อใช้เป็นปัจจัยการผลิตเพิ่มขึ้นด้วย

การบริหารสินค้าคงคลัง เนื่องด้วยอุตสาหกรรมกระจกจำเป็นต้องทำการผลิตสินค้าอย่างต่อเนื่องตลอด 24 ชั่วโมง นับตั้งแต่เริ่มจุดเตาหลอมจนกระทั่งสิ้นอายุเตาหลอม ไม่สามารถหยุดหรือชะลอการผลิต เพราะหากหยุดการผลิตจะทำให้น้ำแก้วที่หลอมอยู่ในเตาเผาแข็งตัวเป็นแก้วไม่สามารถนำมาหลอมใหม่ได้ จึงต้องดำเนินการผลิตต่อเนื่องจนครบอายุของเตาเผาประมาณ 7 – 8 ปี จึงหยุดซ่อมเตาหลอม ทำให้เกิดความไม่สอดคล้องระหว่างปริมาณความต้องการใช้กระจกและปริมาณกระจกที่ผลิตได้ในแต่ละช่วงเวลาได้ นั่นคือปริมาณกระจกที่ผลิตออกสู่ตลาดในแต่ละช่วงเวลาจะมีปริมาณที่ค่อนข้างสม่ำเสมอ ขณะที่ปริมาณความต้องการกระจกในแต่ละช่วงเวลาจะขึ้นอยู่กับความต้องการใช้กระจกของอุตสาหกรรมอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่อง การบริหารสินค้าคงคลังในแต่ละช่วงเวลาให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญมากสำหรับอุตสาหกรรมที่มีการเปลี่ยนแปลงสินค้าคงคลังบ่อยครั้งเช่นอุตสาหกรรมกระจก เพราะสินค้าคงคลังถือเป็นต้นทุนของธุรกิจในแต่ละช่วงเวลา หากช่วงเวลาใดมีสินค้าคงคลังจำนวนมากเกินไปย่อมกระทบต่อสภาพคล่องทางการเงินของธุรกิจได้ และหากมีสินค้าคงคลังที่ต่ำเกินไปอาจเป็นการเสี่ยงต่อภาวะสินค้าขาดตลาดได้ (ปราการ อาภาศิลป์.2554 : 36)

2.5.2 ปัจจัยเสี่ยงภายนอกประเทศ

ค่าเงินบาทที่แข็งค่าขึ้น เนื่องจากปริมาณกระจกที่ผลิตได้ภายในประเทศประมาณ 40% จะถูกส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ หากค่าเงินบาทยังคงมีแนวโน้มแข็งค่าขึ้นอย่างต่อเนื่องอยู่ต่อไปอาจส่งผลกระทบต่อมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์กระจกที่จะลดลงได้ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นอุตสาหกรรมกระจกอาจได้รับผลดีบ้างจากการนำเข้าวัตถุดิบในการผลิตกระจกบางประเภทเช่น โซเดียมซัลเฟต ผงคาร์บอน และผงเหล็กที่จะมีราคาถูกลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแข่งขันที่รุนแรงจากต่างประเทศทั้งการนำเข้าและส่งออก ผู้ผลิตกระจกในแต่ละประเทศพยายามที่จะแข่งขันด้านต้นทุนในการผลิตให้ต่ำกว่ากันอยู่ตลอดเวลาด้วยการขยายกำลังการผลิตให้เกิดการประหยัดต่อขนาดในการผลิตเพิ่มมากขึ้น ทำให้ผู้ประกอบการในประเทศไทยไม่สามารถจำหน่ายหรือส่งออกกระจกในราคาที่สูงมากนัก อีกทั้งด้วยลักษณะของการผลิตกระจกที่ต้องดำเนินการผลิตต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ทำให้มีปริมาณกระจกจำนวนมากถูกผลิตขึ้นมา ขณะที่ความต้องการใช้กระจกของแต่ละประเทศขยายตัวไม่มากนัก ส่งผลให้เกิดการระบายสินค้าสู่ตลาดต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น

ในส่วนของการนำเข้ากระจกสำหรับประเทศไทยนั้น หากพิจารณามูลค่าการนำเข้ากระจกของประเทศไทยในช่วง 3 ปีที่ผ่านมาจะพบว่าประเทศไทยมีการนำเข้ากระจกแผ่นเรียบและกระจกแปรรูปด้วยมูลค่าที่ลดลง เนื่องจากปริมาณความต้องการใช้กระจกภายในประเทศไม่เพิ่มสูงขึ้นเท่าไรนัก และค่าเงินบาทแข็งค่าขึ้นอย่างต่อเนื่อง แต่ประเด็นที่น่าจับตามองก็คือการนำเข้ากระจกราคาถูกจากประเทศจีนที่อาจจะมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้น โดยคาดว่าในปี 2551 ปริมาณความต้องการใช้กระจกในประเทศจีนจะมีแนวโน้มลดลงมากหลังจากการเสร็จสิ้นการก่อสร้างสนามกีฬาโอลิมปิก ซึ่ง ณ ปัจจุบันจีนมีเตาหลอมผลิตกระจกที่เปิดทำการผลิตกระจกอยู่ถึง 200 เตา แต่ละเตามีกำลังการผลิตเฉลี่ยประมาณ 2 แสนตันต่อเตาต่อปี หรือมีกำลังการผลิตรวมกันถึงประมาณ 40 ล้านตันต่อปี ขณะที่ปัจจุบันไทยมีการผลิตเพียงประมาณ 1 ล้านตันต่อปี ซึ่งอาจส่งผลให้มีกระจกราคาถูกจำนวนมากที่เกินกว่าความต้องการบริโภคภายในประเทศจีนจำนวนหนึ่งเข้ามาสู่ประเทศไทยได้
(ปราการ อาภาศิลป์. 2554 : 44)

ขณะที่หากพิจารณาทางด้านการส่งออกกระจกของประเทศไทย แม้ว่าในช่วงสามปีที่ผ่านมาโดยภาพรวมประเทศไทยจะมีมูลค่าการส่งออกทั้งกระจกแผ่นเรียบและกระจกแปรรูปที่สูงกว่าการนำเข้าจากต่างประเทศ แต่การส่งออกกระจกแผ่นเรียบมีแนวโน้มลดต่ำลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งกระจกโฟลตกลาสที่ในปี 2554 มีมูลค่าการส่งออกลดต่ำลงจากช่วงเวลาในอดีตมาก อันเป็นผลสืบเนื่องมาจากภาวการณ์แข่งขันที่รุนแรงของกระจกที่ทำการส่งออกจากต่างประเทศโดยเฉพาะจากประเทศอินโดนีเซีย และจีนที่มีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าประเทศไทยประมาณ 20–30 % ด้วยความได้เปรียบทางด้านการประหยัดจากขนาดในการผลิตที่ผลิตในจำนวนที่มาก ต้นทุนค่าแรงงานและพลังงาน อีกทั้งคุณภาพของกระจกแผ่นเรียบที่ผลิตได้จากแต่ละประเทศไม่แตกต่างกันมาก ขณะที่หากพิจารณามูลค่าการส่งออกกระจกแปรรูปที่เป็นการนำเอากระจกแผ่นเรียบมาแปรรูปด้วยกระบวนการและเทคโนโลยีที่สูงขึ้นนั้น นับตั้งแต่ปี 2548 เป็นต้นมา กระจกแปรรูปที่ไทยส่งออกมีมูลค่าเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งเป็นเพราะกระจกแปรรูปที่ผลิตเพื่อส่งออกไปยังตลาดต่างประเทศของไทยสามารถผลิตได้ด้วยคุณภาพที่ได้มาตรฐานมากกว่ากระจกแปรรูปจากประเทศอินโดนีเซีย และจีน ซึ่งกระจกแปรรูปที่ประเทศไทยมีแนวโน้มการส่งออกได้ดี ได้แก่ กระจกนิรภัย กระจกเงา และกระจกลวดลาย โดยมีตลาดส่งออกที่สำคัญได้แก่ ประเทศญี่ปุ่น ออสเตรเลีย เม็กซิโก และสิงคโปร์ ดังนั้นจึงเป็นโอกาสที่ดีสำหรับประเทศไทยในการผลิตและส่งออกกระจกแปรรูปที่นำกระจกแผ่นเรียบมาพัฒนาปรับปรุงสร้างมูลค่าเพิ่มอีกระดับหนึ่ง อีกทั้งในปี 2558 ประเทศไทยจะได้รับประโยชน์จากการส่งออกผลิตภัณฑ์กระจกไปยังประเทศญี่ปุ่นที่เป็นประเทศคู่ค้าที่สำคัญของประเทศไทยด้วยผลของความตกลงหุ้นส่วนเศรษฐกิจไทย-ญี่ปุ่น (JTEPA) ที่ส่งผลให้อัตราภาษีผลิตภัณฑ์กระจกที่ส่งออกจากประเทศไทยไปยังประเทศญี่ปุ่นเป็น 0% แต่ทว่าการส่งออกกระจกของผู้ผลิตรายย่อยในประเทศไทยที่ไม่มีตลาดรองรับที่แน่นอนอาจจะส่งออกได้ยากลำบากขึ้นจากผลกระทบจากปริมาณการผลิตเพื่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งออกจำนวนมหาศาลของประเทศจีนที่อาจส่งออกแข่งขันกับประเทศไทยในปี 2559 ได้

โดยสรุป แม้ว่าภาวะต้นทุนการผลิตด้านพลังงานของอุตสาหกรรมกระจกจะเพิ่มสูงขึ้น และอุตสาหกรรมต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมกระจกจะมีแนวโน้มขยายตัวไม่มากนัก ประกอบกับค่าเงินบาทที่มีแนวโน้มแข็งค่าอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งการแข่งขันของอุตสาหกรรมกระจกในตลาดโลกที่จะมีความรุนแรงมากขึ้น จากปริมาณการผลิตจำนวนมหาศาลของประเทศจีนที่จะออกสู่ตลาดโลกแต่ บริษัท ศูนย์วิจัยกสิกรไทย จำกัด คาดการณ์ว่าในปี 2551 อุตสาหกรรมกระจกของประเทศไทยจะยังคงขยายตัวในระดับใกล้เคียงกับอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจของประเทศที่ประมาณ 5% โดยการลงทุนก่อสร้างในโครงการขนาดใหญ่ของภาครัฐ และการผลิตรถยนต์เพื่อการส่งออกของบริษัทรถยนต์จำนวนมากที่มาตั้งฐานการผลิตภายในประเทศ อีกทั้งการส่งออกกระจกแปรรูปที่ยังคงมีแนวโน้มที่ดีจะเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้เกิดการขยายตัวในอุตสาหกรรมนี้ต่อไปในปี 2560
(ปราการ อาภาศิลป์. 2554 : 44-48)

2.6 ศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม ดังนี้

ผลของการขยายตัวทางด้านเศรษฐกิจของประเทศในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา ทำให้ปริมาณการใช้สารเคมีชนิดต่าง ๆ ทั้งในภาคอุตสาหกรรม เกษตรกรรม และที่ใช้ในชีวิตประจำวันเพิ่มตามขึ้นอย่างรวดเร็ว จากข้อมูลของกรมควบคุมมลพิษ จะเห็นได้ว่าปริมาณของเสียอันตรายมีแนวโน้มเพิ่มสูงตามขึ้นทุกปี ผลที่ตามมา คือ ค่าใช้จ่ายในการบำบัด การจัดการที่สูงขึ้นเป็นเงาตามตัวและหากทุกฝ่ายไม่ร่วมมือกันในการวางแผนการจัดการอย่างเป็นระบบมลพิษเนื่องจากกากของเสียอันตรายอาจก่อให้ผลกระทบร้ายแรงต่อสิ่งแวดล้อมและต่อมนุษย์เองด้วย ดังนั้นปัญหาการจัดการกอกของเสียอันตราย จึงถือเป็นปัญหาที่สำคัญซึ่งควรได้รับการจัดการอย่างเร่งด่วน เพื่อป้องกันผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตที่อาจเกิดตามมา

2.6.1 สถานการณ์ปัญหา

ในรอบปีที่ผ่านมา ปัญหาสิ่งแวดล้อมอันมีสาเหตุมาจากกากของเสียอันตรายชนิดต่างๆ ยังคมมีอยู่ แม้ว่าภาครัฐรวมทั้งภาคเอกชนจะได้พยายามปรับปรุงการจัดการให้ดีขึ้นกว่าเดิม อีกทั้งปริมาณการผลิตกากของเสียอันตราย ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ยกเว้นในภาคอุตสาหกรรมทีมีแนวโน้มลดลง เนื่องจากผลของภาวะเศรษฐกิจตกต่ำในปลายปี พ.ศ.2540 ซึ่งทำให้มีการลดกำลังการผลิตลง และส่งผลต่อปริมาณกากของเสียอันตรายด้วย อย่างไรก็ตามในภาพรวมแล้ว ปัญหานี้ยังเป็นปัญหาเร่งด่วนที่ต้องการจัดการแก้ไข

สถานการณ์โดยรวมของประเทศไทยพบว่า สถิติการร้องเรียนปัญหามลพิษ ปี 2556 โรงงานอุตสาหกรรมเป็นแหล่งที่มาสำคัญของปัญหามลพิษที่ได้รับการร้องเรียนทั้งปัญหากลิ่นเหม็น ฝุ่นละออง/ เขม่าควัน เสียงดัง/ เสียงรบกวน โดยส่วนใหญ่มาจากการประกอบกิจการประเภทการทำการผลิตอาหารและเครื่องปรุง เฟอร์นิเจอร์และเครื่องประดับ เคมีภัณฑ์และถ่านหิน รถยนต์ พลาสติก โฟม อุตสาหกรรมเหล็ก มีของเสียอันตรายประมาณการว่า เกิดขึ้นทั่วประเทศปริมาณ 2.65 ล้านตัน ซึ่งมาจากภาคอุตสาหกรรม 2.04 ล้านตันหรือร้อยละ 77 และมาจากชุมชน 0.61 ล้านตัน ร้อยละ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยของเสียอันตรายจากภาคอุตสาหกรรมเกือบครึ่งหนึ่งอยู่ในภาคตะวันออก ส่วนที่เหลือมาจากกรุงเทพฯ ปริมณฑลและแหล่งอุตสาหกรรมในภาคกลาง

ตารางที่ 2.4 แสดงที่มา ปัญหา สาเหตุกากอุตสาหกรรม

การวิเคราะห์กระบวนการเกิดกากอุตสาหกรรม ด้วย SIPOC Model

Supplier	Input	Process	Output	Customer
วัตถุดิบ เช่น บรรจุภัณฑ์ วัตถุดิบ เสื่อมสภาพ วัตถุดิบปนเปื้อน	คน,เครื่องจักร	การก่อสร้าง/ ปรับปรุง/ รื้อถอนโรงงานการ ผลิตการซ่อม บำรุงการบำบัด มลพิษ การใช้ งานการประเมิน/ การตรวจสอบ	กากของเสีย อุตสาหกรรม	องค์การบริหาร ส่วนตำบล กรมโรงงาน อุตสาหกรรม กรมมลพิษ ประชาชน การนิคม อุตสาหกรรม บริษัทรับกำจัด
การเลือกใช้ วัตถุดิบที่ ก่อให้เกิดมลพิษ วัตถุดิบไม่มี คุณภาพเสื่อมเร็ว บรรจุภัณฑ์ ก่อให้เกิดมลพิษ	คนความรู้ไม่ เพียงพอเอาคนที่ ไม่มีทักษะมา ทำงานการ ดำเนินงานไม่ เป็นไปในทิศทาง เดียวกัน เครื่องจักร เทคโนโลยีเก่า ล้าสมัยระบบ บำบัดไม่มี ประสิทธิภาพ	มีการเปลี่ยน ระบบการบำบัด ให้แย่ลงระบบ การผลิตมีการ bypass ระบบ บำบัดการ ตรวจสอบเป็นไป อย่างไม่มี ประสิทธิภาพ	การลักลอบทิ้ง กากอุตสาหกรรม การลงทะเบียน กากอุตสาหกรรม การคัดแยกกาก	บริษัทกำจัดไม่มี ประสิทธิภาพ สิ่งแวดล้อมเสื่อม โทรมประชาชนมี ปัญหาด้าน สุขภาพใช้ภาษี ประชาชนในการ กำจัด
ยังใช้เทคโนโลยี เก่าในการผลิต การลด ต้นทุนทำ ให้เลือกใช้ วัตถุดิบที่ราคา ถูก ไม่มีคุณภาพ	ขาดจิตสำนึก ความมักง่ายใน การ ทำงาน เครื่องจักรต้นทุน การดำเนินงานที่ เพิ่มขึ้นจากการ เปลี่ยนเทคโนโลยี		ความยุ่งยากใน การคัดแยก รายงานการใช้ กากอุตสาหกรรม ไม่ตรงกันลด ต้นทุนในการ กำจัดกาก	ระบบการจัดตั้ง ตรวจสอบไม่มี ประสิทธิภาพการ ทิ้งของเสียทำให้ สิ่งแวดล้อมเชื่อม โทรม

ที่มา : รายงานข้อเสนอเชิงนโยบายการแก้ไขปัญหาสิ่งแวดล้อม กรณีศึกษาขยะอุตสาหกรรม : 2558

กรมโรงงานอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม เปิดเผยข้อมูล ปริมาณกากของเสีย ตั้งแต่ปี2555 ว่า มีกากของเสียอุตสาหกรรม เกิดขึ้นทั่วประเทศประมาณ 3.9 ล้านตัน แต่มีโรงงาน กำจัดของเสียอันตรายเหล่านี้ได้เพียง 10 ล้านตันต่อปี แต่ดีเอสไอระบุว่า ตั้งแต่เดือนมีนาคม 2555 ถึงเดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีนาคม2556 มีโรงงาน ที่มีของเสียอันตรายประมาณ 16,000 แห่ง มีใบแจ้งขนส่งกากขยะอันตรายจากโรงงานประมาณ 2.7 ล้านตันต่อปี แต่กลับมีใบขนส่งของเสียจริง หรือนำไปบำบัดจริงเพียง 900,000 ตัน เท่ากับมีกากของเสียหายไปจากระบบประมาณ 1.8 ล้านตันนอกจากนี้ยังมีโรงงานที่มีกากของเสียอีก 12,000 แห่ง ที่มีใบแจ้งขนส่งออกจากโรงงานกว่า 41ล้านตัน แต่กลับมีใบขนส่งจริงเพียง 12 ล้านตัน หายไปจากระบบถึงกว่า 29 ล้านตัน รวมของเสียทั้งหมดหายไปจากระบบทั้งสิ้นกว่า 31 ล้านตัน กากของเสียอุตสาหกรรม ที่ไม่ได้ถูกบำบัดอย่างถูกวิธี

เมืองใหญ่ต่างๆ ในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรุงเทพมหานครยังคงประสบปัญหาใหญ่เกี่ยวกับการจัดการกากของเสียอันตราย ซึ่งเกิดจากการดำเนินกิจกรรมของประชาชนและโรงงานอุตสาหกรรม ที่ได้ทิ้งของเสียเหล่านี้ลงในมูลฝอยชุมชนจากข้อมูลที่รวบรวมจากศูนย์กำจัดมูลฝอย 3 แห่ง ในกรุงเทพฯ คือ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช หนองแขม และท่าแร้ง เพื่อนำส่งไปกำจัดยังศูนย์กำจัดกากของเสียอันตรายของกระทรวงอุตสาหกรรม หรือที่บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (GENCO) ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมรับผิดชอบ กำกับ ดูแล (ตารางที่ 12.2) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรวบรวมกากของเสียอันตรายเพื่อการกำจัดมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต

กากของเสียอุตสาหกรรม ที่กฎหมายโรงงานเรียกว่า สิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วนั้น หมายถึงของเสียหรือสิ่งที่ไม่ใช้แล้วที่เกิดจากการประกอบกิจการโรงงาน ตั้งแต่กระบวนการรับวัตถุดิบ การผลิต การตรวจสอบคุณภาพ การบำบัดมลพิษ การซ่อมบำรุงเครื่องจักร/อุปกรณ์ การรื้อถอน/ก่อสร้างอาคารภายในบริเวณโรงงาน รวมทั้งกากตะกอน หรือสิ่งตกค้างจากสิ่งเหล่านั้น ทั้งที่อยู่ในสภาวะของแข็ง ของเหลว หรือก๊าซ ทั้งนี้รวมถึงของเสียอันตรายที่เกิดจากอาคารสำนักงานและที่พักคนงานที่อยู่ภาย ในบริเวณโรงงาน ยกเว้นของเสียไม่อันตรายที่เกิดจากอาคารสำนักงานและบ้านพักคนงาน เช่น หนังสือพิมพ์ เศษอาหาร ขยะมูลฝอยทั่วไป เป็นต้น

ภาพที่ 2.34 แสดงเส้นทางกากของเสียในงานอุตสาหกรรม
ที่มา : วารสารกรมมลพิษ : 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตัวอย่างของเสียข้างต้นจะเห็นว่ากากของเสียอุตสาหกรรมเกิดจากกิจกรรมทั้งหมดภายในบริเวณโรงงาน ซึ่งของเสียนั้นอาจมีคุณสมบัติที่มีความเป็นอันตราย หรือไม่มีความเป็นอันตรายและต้องกำจัด หรือจำหน่ายเป็นผลพลอยได้ หรือเป็นวัสดุรีไซเคิลไปยังอุตสาหกรรมต่อเนื่องอื่นได้ เช่น กากชานอ้อยถูกจำหน่ายเพื่อนำไปเป็นเชื้อเพลิงทดแทน หรือ ตะกรันหลอมทองแดงถูกจำหน่ายเพื่อนำไปเป็นวัตถุดิบทดแทน เป็นต้น

ตารางที่ 2.5 ปริมาณกากของเสียอันตรายในประเทศไทย ตั้งแต่ปี พ.ศ. 2556-2558 โดยแยกประเภทของแหล่งกำเนิดกากของเสีย

แหล่งกำเนิดกากของเสีย	พ.ศ. 2556	ปริมาณ(ตัน/ปี) พ.ศ. 2557	พ.ศ. 2558
อุตสาหกรรม	1,400,000	1,305,000	1,250,000
เกษตรกรรม	31,800	34,500	35,000
ธุรกิจการค้าและบริการ	197,400	213,900	215,600
สถานพยาบาลและห้องปฏิบัติการ	18,200	19,665	21,000
ท่าเรือและกิจการเดินเรือ	600	1,035	1,400
บ้านเรือน	70,000	75,900	77,000
รวม	1,718,000	1,650,000	1,600,000

ที่มา : กรมควบคุมมลพิษ ;2559

เมืองใหญ่ต่างๆ ในประเทศไทยโดยเฉพาะอย่างยิ่งกรุงเทพมหานคร ยังคงประสบปัญหาใหญ่เกี่ยวกับการจัดการกากของเสียอันตราย ซึ่งเกิดจากการดำเนินกิจกรรมของประชาชน และโรงงานอุตสาหกรรม ที่ได้ทิ้งของเสียเหล่านี้ลงในมูลฝอยชุมชน จากข้อมูลที่รวบรวมจากศูนย์กำจัดมูลฝอย 3 แห่ง ในกรุงเทพฯ คือ ศูนย์กำจัดมูลฝอยอ่อนนุช หนองแขม และท่าแร้ง เพื่อนำส่งไปกำจัดยังศูนย์กำจัดกากของเสียอันตรายของกระทรวงอุตสาหกรรม หรือที่บริษัท บริหารและพัฒนาเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม จำกัด (GENCO) ซึ่งกระทรวงอุตสาหกรรมรับผิดชอบ กำกับ ดูแล (ตารางที่ 12.2) แสดงให้เห็นว่าการเก็บรวบรวมกากของเสียอันตรายเพื่อการกำจัดมีแนวโน้มสูงขึ้นในอนาคต

2.7 ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วดังนี้

2.7.1 การนำเศษแก้วมาหลอมในการช่วยลดพลังงาน

เศษแก้วคือวัตถุดิบตัวที่สองที่จะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นตัวกลางสำคัญในการผลิตแก้วและสำหรับโรงงานแก้วเศษแก้วที่จะนำมาหลอมใหม่จะต้องตอบสนองความต้องการที่มีคุณภาพสูงความบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพสูงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรีไซเคิลที่ดีและการคัดประเภทของสีนั้นก็มีความสำคัญเท่าเทียมกันในการกำจัดสารปนเปื้อน (เซรามิค, หิน, ดิน, โลหะ, ฯลฯ) และการแยกตามประเภทของแก้ว (แก้วแบน, แก้วกลวง, แก้วพิเศษเช่นจอภาพแก้วหรือแก้วตะกั่ว, ฯลฯ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบัน โลกมีวิวัฒนาการสูงขึ้น และประชากรก็เพิ่มขึ้นตามไปด้วยปัญหาด้านมลภาวะและขยะต่างๆที่เกิดมาจากการกระทำของมนุษย์ส่งผลให้สภาวะแวดล้อมที่ มีอยู่เสียไปมีผลต่อการดำรงชีวิตของประชากร

ภาชนะ บรรจุภัณฑ์ต่างๆ เช่น กระดาษ พลาสติก โฟม อลูมิเนียม แก้ว ซึ่งได้ผลิตมาในรูปแบบที่แตกต่างกันจุดประสงค์เพื่อบรรจุอาหารและน้ำ เพื่อความสะดวกในการบริโภค เมื่อเสร็จสิ้นการบริโภค มนุษย์ก็จะนำไปทิ้งเป็นขยะ ดังที่สร้างปัญหาให้สังคมในปัจจุบัน

มนุษย์จึงได้หาหนทางที่จะจัดการกับขยะเหล่านั้นด้วยวิธีต่างๆ และวิธีการหนึ่งที่ได้พยายามนำบรรจุภัณฑ์เหล่านั้นกลับมาใช้ใหม่ เช่น แก้ว เพราะแก้วเป็นวัตถุที่ทนทานต่อสภาพแวดล้อมได้เป็นอย่างดีและเมื่อนำเศษแก้วมาหลอมใช้ใหม่ก็ยังคงคุณภาพเช่นเดิม ซึ่งจะแตกต่างกับพลาสติกหรือโฟมไม่ค่อยมีการนำกลับมาใช้ใหม่ แม้จะนำกลับมาใช้ใหม่คุณสมบัติก็ไม่บริสุทธิ์ครบถ้วนเหมือนเดิม

แก้วจึงเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมอย่างกว้างขวาง ในอดีต ปัจจุบัน และในอนาคตจากความสำเร็จในการนำเศษแก้วกลับมาใช้ในการผลิตใหม่ได้ ทำให้ประหยัดพลังงาน ทรัพยากรและลดปัญหาขยะ อีกทั้งยังลดการขาดดุลจากการที่ต้องสั่งซื้อสารเคมีจากต่างประเทศอีกด้วยบรรจุภัณฑ์แก้วนอกจากมีสีสันและรูปลักษณ์ที่สวยงาม สามารถปกป้องคุณภาพสินค้าได้อย่างดีเยี่ยมแล้วยังเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและผู้บริโภค ซึ่งการนำกลับมาใช้ใหม่มีได้หลายรูปแบบ คือ

Recycle ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากแก้วเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างดี สามารถนำกลับมารีไซเคิลหรือใช้ในการผลิตใหม่ซ้ำๆ ได้ไม่รู้จบโดยยังมีคุณสมบัติเหมือนเดิม 100% วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตบรรจุภัณฑ์แก้วคือ ทรายแก้ว หินปูน หินโดโลไมท์ หินฟันม้า เป็นแร่ธาตุในธรรมชาติ และโซดาแอซรวมถึงสารเคมีต่างๆ ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ การรีไซเคิลหรือการใช้ผลิตภัณฑ์แก้วเก่าหรือเศษแก้วกลับมาใช้ในการผลิตใหม่ จึงเป็นการลดการใช้ทรัพยากรธรรมชาติ อีกทั้งยังลดการขาดดุลจากการสั่งซื้อสารเคมี จากต่างประเทศด้วย เศษแก้วที่นำมาหลอมทำผลิตภัณฑ์ใหม่ยังช่วยประหยัดพลังงานในการหลอมได้อีก 2 ถึง 3% ทุกๆ 10% ของเศษแก้วที่ใช้เพิ่มขึ้น ผลพลอยได้จากการใช้พลังงานที่น้อยลง คือการลดมลภาวะ ทางอากาศจากไอเสียในการหลอมด้วยอีกทางหนึ่ง ดังนั้นปัญหาขยะมากมายในประเทศไทยถ้าได้มีการแยกแยะ เศษแก้วออกจากขยะอื่นๆ แล้วนำกลับมาหลอมใหม่ก็ย่อมเป็นการลดปัญหาได้ส่วนหนึ่ง

Refill คือการนำขวดแก้วกลับมาใช้ใหม่ เช่น น้ำอัดลม และสินค้าอื่นๆ หลายชนิดจะนำขวดเก่ามาทำความสะอาดและบรรจุใหม่ซ้ำอีกครั้ง เป็นการลดต้นทุน ลดภาระค่าบรรจุภัณฑ์แก่ผู้บริโภคด้วย

Re-use สินค้าหลายชนิดเมื่อบริโภคหมดแล้วขวดเก่านั้นยังสามารถนำมาใช้บรรจุสิ่งอื่น ๆ ได้อีกเป็นการใช้ประโยชน์ซ้ำสองได้เต็มที่ด้วย ตัวอย่างเช่น ขวดกาแฟผง เมื่อบริโภคหมดแล้วสามารถใช้ใส่เกลือน้ำตาล ใช้งานได้อีก

2.7.2 การตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเศษแก้ว

ปัจจุบันประเทศไทยมีปริมาณเศษแก้ว ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ในกระบวนการผลิตแก้วอยู่เป็นจำนวนมากในต่างประเทศ มีการนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์หลายด้าน อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fl uxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) เป็นต้นการใช้เศษแก้วสำหรับทำผลิตภัณฑ์ต่างๆ เป็นการอนุรักษ์ทรัพยากรธรรมชาติ เช่น ทราย หิน ดิน ฯลฯ ซึ่งนับวันมีแต่จะใช้หมดไป และยังเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การช่วยรักษาสิ่งแวดล้อมมิให้มีปริมาณของทิ้งกองอยู่เป็นจำนวนมาก อาจส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาวได้ กรมวิทยาศาสตร์บริการจึงได้ศึกษาวิจัยเพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำผลิตภัณฑ์กระเบื้องจากเศษแก้ว สำหรับใช้ประดับตกแต่งอาคารบ้านเรือน แก้วโซดาไลม์เป็นแก้วที่มีจุดอ่อนตัวอยู่ที่อุณหภูมิประมาณ 650-700 องศาเซลเซียส ที่อุณหภูมินี้ แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้ ดังนั้นหากนำเศษแก้วมาบดให้ละเอียด นำไปขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วให้ความร้อนประมาณ 700-900 องศาเซลเซียส จะทำให้อนุภาคของแก้วเกิดการเยิ้มตัวและเชื่อมต่อกัน (sintering) ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อแน่น การดูดซึมน้ำต่ำ ความแข็งแรงสูงเปรียบเทียบกับการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีความแข็งแรงเช่นนี้จะต้องใช้พลังงานความร้อนมากเป็น 2 เท่า ของการเผาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เพราะการเผาผลิตภัณฑ์เซรามิกให้มีเนื้อแกร่งจะต้องเผาที่อุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียสขึ้นไป ขั้นตอนการทำกระเบื้องประดับตกแต่งจากเศษแก้ว เริ่มจากการบดและคัดขนาดเศษแก้ว นำไปขึ้นรูปในแบบดินเผา และเผาที่อุณหภูมิ 800-850 องศาเซลเซียส แล้วนำมาตกแต่งลวดลายและสีสัน เพื่อเพิ่มความสวยงาม ใช้สำหรับตกแต่งอาคารบ้านเรือน

ขั้นตอนการกระทำกระเบื้องประดับตกแต่งจากเศษแก้ว เริ่มจาก การบดและคัดขนาดเศษแก้ว นำไปสู่การขึ้นรูปในแบบดินเผาที่อุณภูมิ 800-850 องศาเซลเซียส แล้วนำมาตกแต่งลวดลายและสีสันเพิ่มความสวยงาม ใช้สำหรับตกแต่งอาคารบ้านเรือน

ภาพที่ 2.35 แสดงการตกแต่งผลิตภัณฑ์เซรามิกด้วยเศษแก้ว
ที่มา : สำนักเทคโนโลยีชุมชน : 2558

2.7.3 กระเบื้องจากเศษแก้ว

แก้วเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เป็นภาชนะบรรจุสินค้า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารและยาต่างๆ เช่น น้ำอัดลม เบียร์ ซอสปรุงรส ยาน้ำ ฯลฯ เพราะแก้วมีสมบัติแข็ง โปร่งใสหรือโปร่งแสง ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับอาหารและยา อีกทั้งยังสามารถขึ้นรูปให้มีรูปทรงหลากหลาย

ขณะที่ขวดแก้ว หรือผลิตภัณฑ์แก้วใช้แล้วก็สามารถนำกลับมาหลอมเพื่อรีไซเคิลใหม่หลายครั้ง โดยสมบัติไม่เปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตแก้วมีการนำของเสียจากกระบวนการผลิต และขวดแก้วใช้แล้วประเภทเดียวกันที่รวบรวมจากกิจการรับซื้อของเก่าในชุมชนมาเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ โดยนำไปเข้าเครื่องบด และลำเลียงผ่านสายพานไปสู่เตาหลอมแก้ว เพื่อหลอมขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษขวดแก้วก็เป็นวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลใหม่ได้เช่นเดียวกับขวดแก้ว แต่ปัญหาข้อหนึ่งในการรีไซเคิลเศษขวดแก้วคือ เศษขวดแก้วมีราคาค่อนข้างถูก (< 1 บาท/กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบขวดแก้วที่มีรูปทรงสมบูรณ์ (≥ 0.50 บาท/ขวด) ทำให้ผู้ประกอบการขาดแรงจูงใจในการขนส่งเศษแก้วไปโรงงานหลอมแก้ว นอกจากนี้ยังมีเศษแก้วจากขวดหรือบรรจุภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น ขวดเบียร์ ขวดไวน์ และขวดบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ที่ไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากแก้วเหล่านี้มีสารให้สีหรือองค์ประกอบทางเคมีต่างจากแก้วทั่วไปดังนั้นการจัดการขยะด้วยการนำเศษขวดแก้วให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยไม่ต้องหลอมจึงเป็นวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ

นักวิจัยและทีมวิจัยจากศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ จึงพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อเพิ่มมูลค่าให้กับเศษแก้ว โดยนำเศษแก้วชนิดโซดาไลม์ (soda-lime) มาเป็นวัตถุดิบสำหรับผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ เพื่อเป็นอีกทางเลือกหนึ่งในการจัดการขยะประเภทแก้ว

ในการวิจัยและพัฒนา ทีมวิจัยนำเศษแก้วมาบดจนเป็นผงละเอียด และนำไปผสมกับปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์, Ca(OH)2) และน้ำ หลังจากผสมส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกันแล้ว จึงนำไปอัดขึ้นรูปให้กลายเป็นกระเบื้องจากเศษแก้วที่มีขนาด 10x10x0.6 เซนติเมตร ขั้นตอนสุดท้ายนำผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้วไปบ่มด้วยไอน้ำอิ่มตัวยิ่งยวดที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ทางทีมวิจัยได้ทดลองปรับเปลี่ยนส่วนผสมวัตถุดิบ เพื่อหาส่วนผสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งแรงดัด (flexural strength) สูงสุด และนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นไปวัดสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกล โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก. 613-2529)

การทดสอบต้นแบบผลิตภัณฑ์ปรากฏผลว่า กระเบื้องจากเศษแก้วสามารถใช้เป็นกระเบื้องบุผนังตกแต่งภายในได้ เพราะต้นแบบมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน ทนทานต่อการกระแทก อีกทั้งกระบวนการผลิตไม่ใช้เชื้อเพลิงปริมาณมากในการเผา จึงช่วยลดต้นทุนด้านวัตถุดิบและพลังงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบยังเติมผงสี และเคลือบผิวด้วยโพลิเมอร์เพื่อเพิ่มความสวยงาม และลดการดูดซึมน้ำได้เช่นเดียวกับกระเบื้องบุผนังปัจจุบันงานวิจัยและพัฒนากระเบื้องจากเศษแก้วได้รับการขึ้นทะเบียนอนุสิทธิบัตรเรียบร้อยแล้ว

2.7.4 อิฐมวลเบาจากเศษแก้ว

การทำโฟมกลาส จากเศษแก้วทำได้โดย นำแก้วที่บดละเอียดผสมกับสารที่ให้ก๊าซหรือสารก่อฟอง (gasifier or foaming agent) ส่วนมากเป็นพวกคาร์บอน หรือสารประกอบของ คาร์บอน (carbonaceous substances) ซึ่งสามารถแตกตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนระหว่าง อุณหภูมิ 400-1000 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันแก้วโซดาไลม์มีสมบัติอ่อนตัวที่อุณหภูมิ ประมาณ 650-750 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้ อนุภาค ของแก้วจะเกิดการเชื่อมต่อกันจนเกิดผนึก (viscous flow sintering) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงถูกกักอยู่ ภายใน และจะขยายตัวเป็นฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความดันแก๊สที่เพิ่มขึ้น เมื่อแก้วเย็นตัวลง ก๊าซที่ เกิดขึ้นก็จะกลายเป็นช่องว่างอยู่ภายใน ทำให้เกิดโครงสร้างพรุนตัว เหมาะที่จะนำมาทำอิฐมวลเบา กันความร้อน เนื่องจากมีน้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดี ไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่ เป็นพิษ มีค่าการ นำความร้อนต่ำ

การเตรียมตัวอย่างทดสอบสมบัติทางกายภาพ

(1) ชั่งเศษแก้วที่บดละเอียดเป็นผง จำนวน 100 กรัม

(2) ชั่งสารก่อฟอง(foaming agent) ชนิดหินปูน/ โดโลไมต์ ในปริมาณ 0.5, 1.0,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 และ 2.0 ส่วน ต่อ เศษแก้ว 100 ส่วน ตามลำดับ

(3) ผสมเศษแก้ว และสารก่อฟองให้เข้ากันอย่างดี โดยใช้เครื่องผสมสาร (homogenizer) เป็นเวลา 20 นาที แล้วเทเศษแก้วที่มีสารก่อฟองลงในบีกเกอร์

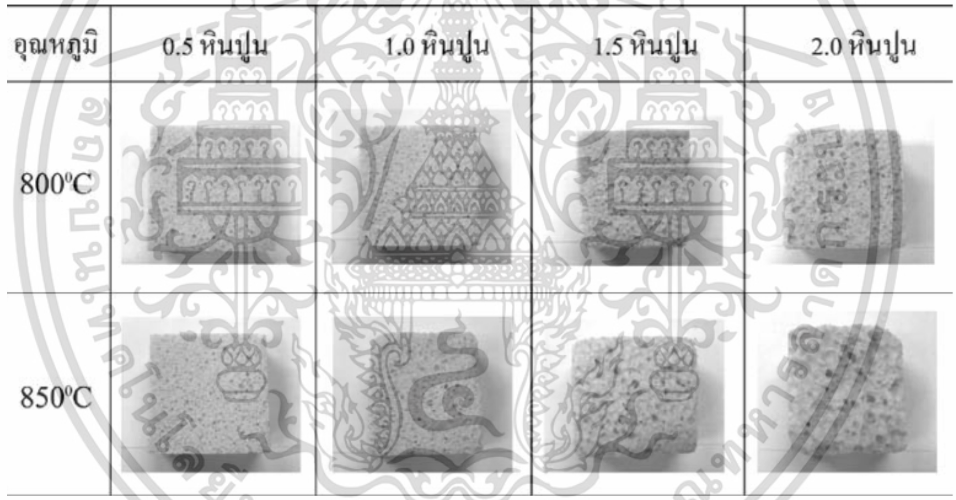
(4) เติมสารเชื่อมประสานโซเดียมซิลิเกต 10 มิลลิลิตร ซึ่งเตรียมโดยละลายโซเดียมซิลิเกต 100 มิลลิลิตร กับน้ำ 100 มิลลิลิตร ทำการผสมให้สารเชื่อมประสาน โซเดียมซิลิเกตเข้ากันกับเศษแก้วและสารก่อฟอง

(5) เทส่วนผสมที่เข้ากันดีแล้วลงในแบบสี่เหลี่ยมทำ ด้วยแผ่นพลาสติกอะคริลิค ขนาด 5 ซม. x 5 ซม. x 5 ซม. ใช้ ไม้เกลี่ยให้เสมอกัน และเอาแป้นพลาสติกกดให้ผิวหน้าเรียบ

(6) ถอดแบบออก ทิ้งตัวอย่างให้แห้งในอากาศ 1 วัน

(7) นำตัวอย่างเข้าเผาในเตาไฟฟ้าอุณหภูมิ 800 และ 850 องศาเซลเซียส โดยมีอัตราเร่ง 5 องศาเซลเซียส/ นาที และยืนไฟที่อุณหภูมิสูงสุดนาน 10 นาที

การเตรียมตัวอย่างสำหรับทดสอบค่าการนำความ ร้อน ใช้เศษแก้วสีชาจำนวน 2 กิโลกรัม ผสมสารก่อฟองและโซเดียมซิลิเกต ตามสัดส่วน วิธีการเตรียมตัวอย่าง เหมือนกับการเตรียมตัวอย่างทดสอบสมบัติทางกายภาพ แต่ใช้แบบขนาดใหญ่กว่าคือ 30 ซม. x 30 ซม. x 5 ซม.



ภาพที่ 2.36 แสดงลักษณะตัวอย่างที่ใช้โดโลไมต์เป็นสารก่อฟองโฟมกล๊าส
ที่มา : วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ : 2558

ภาพที่ 2.37 แสดงลักษณะตัวอย่างที่ใช้โดโลไมต์เป็นสารก่อฟองโฟมกล๊าส
ที่มา : วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ : 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังนี้

2.8.1 หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

การออกแบบผลิตภัณฑ์มีปัจจัย (Design factors) มากมายที่นักออกแบบที่ต้องคำนึงถึง แต่ในที่นี้จะขอกล่าวเพียงปัจจัยพื้นฐาน 10 ประการ ที่นิยมใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสร้างสรรค์ผลงานเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งปัจจัยดังกล่าวเป็นปัจจัยที่สามารถควบคุมได้ และเป็นตัวกำหนดองค์ประกอบของงานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่สำคัญ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร,2549:10) ได้แก่

2.8.1.2 หน้าที่ใช้สอย (Function) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดจะต้องมีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้ คือสามารถตอบสนองประโยชน์ใช้สอยตามที่ผู้บริโภคต้องการได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในหนึ่งผลิตภัณฑ์นั้นอาจมีหน้าที่ใช้สอยอย่างเดียวหรือกลายหน้าที่ก็ได้ แต่หน้าที่ใช้สอยจะดีหรือไม่นั้น ต้องใช้งานไประยะหนึ่งถึงจะทราบข้อบกพร่อง ตัวอย่างเช่น การออกแบบโต๊ะอาหารกับโต๊ะทำงาน โต๊ะทำงานมีหน้าที่ใช้สอยยุ่งยากกว่า มีลิ้นชักสำหรับเก็บเอกสาร เครื่องเขียน ส่วนโต๊ะอาหารไม่จำเป็นต้องมีลิ้นชักเก็บของ ระยะเวลาของการใช้งานสั้นกว่า แต่ต้องสะดวกในการทำความสะอาด การออกแบบเก้าอี้ หน้าที่ใช้สอยเบื้องต้นของเก้าอี้คือใช้นั่ง ด้วยกิจกรรมต่างกัน เช่น เก้าอี้รับประทานอาหารลักษณะและขนาดต้องเหมาะสมกับโต๊ะอาหาร เก้าอี้เขียนแบบลักษณะและขนาดต้องเหมาะสมกับโต๊ะเขียนแบบ ถ้าจะเอาเก้าอี้รับแขกมาใช้นั่งเขียนก็คงจะเกิดการเมื่อยล้า ปวดหลัง ปวดคอ และนั่งทำงานได้ไม่นาน การออกแบบมีดที่ในครัวนั้นมีอยู่มากกมายหลายชนิดตามการใช้งานเฉพาะเช่น มีดปอกผลไม้ มีดแล่เนื้อสัตว์ มีดสับกระดูก มีดหั่นผัก เป็นต้น ถ้าหากมีการใช้มีดอยู่ชนิดเดียวตั้งแต่แล่เนื้อ สับกระดูก หั่นผัก ก็อาจจะใช้ได้แต่จะไม่ได้ความสะดวกเท่าที่ควร หรืออาจจะได้รับอุบัติเหตุขณะใช้ได้ เพราะไม่ได้รับการออกแบบมาให้ใช้งานเป็นการเฉพาะอย่าง

2.8.1.3 ความสวยงามน่าใช้ (Aesthetics or sales appeal) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีรูปทรง ขนาด สีสันสวยงาม น่าใช้ ตรงตามรสนิยมของกลุ่มผู้บริโภคเป้าหมาย เป็นวิธีการเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์ที่ได้รับความนิยมและได้ผลดี เพราะความสวยงามเป็นความพึงพอใจแรกที่คนเราสัมผัสได้ก่อนมักเกิดมาจากรูปร่างและสีเป็นหลัก การกำหนดรูปร่างและสีในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น ไม่เหมือนกับการกำหนดรูปร่างและสีในงานจิตรกรรม ซึ่งสามารถที่จะแสดงหรือกำหนดรูปร่างและสีได้ตามความนึกคิดของจิตกร แต่ในงานออกแบบผลิตภัณฑ์นั้น จำเป็นต้องยึดข้อมูลและกฎเกณฑ์ผสมผสานของรูปร่างและสีสัน ระหว่างทฤษฎีทางศิลปะและความพึงพอใจของผู้บริโภคเข้าด้วยกัน ถึงแม้ว่ามนุษย์แต่ละคนมีการรับรู้และพึงพอใจในเรื่องของความงามได้ไม่เท่ากัน และไม่มีกฎเกณฑ์การตัดสินใจใดๆ ที่เป็นตัวชี้ขาดความถูกความผิด แต่คนเราส่วนใหญ่ก็มีแนวโน้มที่จะมองเห็นความงามไปในทิศทางเดียวกันตามธรรมชาติ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์เครื่องประดับ ของที่ระลึก และของตกแต่งบ้านต่างๆ ความสวยงามก็คือหน้าที่ใช้สอยนั้นเอง และความสวยงามจะสร้างความประทับใจแก่ผู้บริโภคให้เกิดการตัดสินใจซื้อได้

2.8.1.4 ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomics) การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีนั้นต้องเข้าใจกายวิภาคเชิงกลเกี่ยวกับขนาด สัดส่วน ความสามารถและขีดจำกัดที่เหมาะสมสำหรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อวัยวะต่างๆ ของผู้ใช้ การเกิดความรู้สึกที่ดีและสะดวกสบายในการใช้ผลิตภัณฑ์ ทั้งทางด้านจิตวิทยา (Psychology)และสรีระวิทยา(Physiology) ซึ่งแตกต่างกันไปตามลักษณะเพศ เผ่าพันธุ์ ภูมิลำเนา และสังคมแวดล้อมที่ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นเป็นข้อบังคับในการออกแบบการวัดคุณภาพทางด้าน กายวิภาคเชิงกล(ergonomics) พิจารณาได้จากการใช้งานได้อย่างกลมกลืนต่อการสัมผัส ตัวอย่างเช่น การออกแบบเก้าอี้ต้องมีความนุ่มนวล มีขนาดสัดส่วนที่นั่งแล้วสบาย โดยอิงกับมาตรฐานผู้ใช้ของชาวตะวันตกมาออกแบบเก้าอี้สำหรับชาวเอเชีย เพราะอาจเกิดความไม่พอดีหรือไม่สะดวกในการใช้งาน ออกแบบปุ่มบังคับ ด้ามจับของเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ผู้ใช้ต้องใช้ร่างกายไปสัมผัสเป็นเวลานาน จะต้องกำหนดขนาด (dimensions) ส่วนโค้ง ส่วนเว้า ส่วนตรง ส่วนแคบของผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้อย่างพอเหมาะกับร่างกายหรืออวัยวะของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์นั้นๆ เพื่อทำให้เกิดความถนัดและความสะดวกสบายในการใช้ รวมทั้งลดอาการเมื่อยล้าเมื่อใช้ไป นานๆ

2.8.1.5 ความแข็งแรง (Construction) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นจะต้องมีความแข็งแรงในตัว ทนทานต่อการใช้งานตามหน้าที่และวัตถุประสงค์ที่กำหนดโครงสร้างมีความเหมาะสมตามคุณสมบัติของวัสดุ ขนาด แรงกระทำในรูปแบบต่างๆ จากการใช้งาน ตัวอย่างเช่น การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ดีต้องมีความมั่นคงแข็งแรง ต้องเข้าใจหลักโครงสร้างและการรับน้ำหนัก ต้องสามารถควบคุมพฤติกรรมการใช้งานให้กับผู้ใช้ด้วย เช่น การจัดท่าทางในการใช้งานให้กับผู้ใช้ด้วย เช่น การจัดท่าทางในการใช้งานให้เหมาะสม สะดวกสบาย ถูกสุขลักษณะ และต้องรู้จักผสมความงามเข้ากับชิ้นงานได้อย่างกลมกลืน เพราะโครงสร้างบางรูปแบบมีความแข็งแรงดีมากแต่ขาดความสวยงาม จึงเป็นหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องเป็นผู้ผสานสองสิ่งเข้ามาอยู่ในความพอดีให้ได้ นอกจากการเลือกใช้ประเภทของวัสดุ โครงสร้างที่เหมาะสมแล้ว ยังต้องคำนึงถึงความประหยัดควบคู่กันไปด้วย

2.8.1.6 ราคา (Cost) ก่อนการออกแบบผลิตภัณฑ์ควรมีการกำหนดกลุ่มเป้าหมายที่จะใช้ว่าเป็นกลุ่มใด อาชีพอะไร ฐานะเป็นอย่างไร ซึ่งจะช่วยให้นักออกแบบสามารถกำหนดแบบผลิตภัณฑ์และประมาณราคาขายให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายได้ใกล้เคียงมากขึ้น การจะได้มาซึ่งผลิตภัณฑ์ที่มีราคาเหมาะสมนั้น ส่วนหนึ่งอยู่ที่การเลือกใช้ชนิด หรือเกรดของวัสดุ และวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่ายและรวดเร็ว แต่ในกรณีที่ประมาณราคาจากแบบสูงกว่าที่กำหนดก็อาจต้องมีการเปลี่ยนแปลงหรือพัฒนาองค์ประกอบด้านต่างๆ กันใหม่เพื่อลดต้นทุน แต่ทั้งนี้ต้องคงไว้ซึ่งคุณค่าของผลิตภัณฑ์นั้น

2.8.1.7 วัสดุ (Materials) การออกแบบควรเลือกวัสดุที่มีคุณสมบัติด้านต่างๆ ได้แก่ ความใส ผิวมันวาว ทนความร้อน ทนกรดด่างไม่ลื่น ฯลฯ ให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยของผลิตภัณฑ์นั้นๆ นอกจากนั้นยังต้องพิจารณาถึงความง่ายในการดูแลรักษา ความสะดวกรวดเร็วในการผลิต สั่งซื้อและคงคลัง รวมถึงจิตสำนึกในการรณรงค์ช่วยกันพิทักษ์สิ่งแวดล้อมด้วยการเลือกใช้วัสดุที่หมุนเวียนกลับมาใช้ใหม่ได้ (recycle) ก็เป็นสิ่งที่นักอกแบบต้องตระหนักถึงในการออกแบบร่วมด้วย เพื่อช่วยลดกันลดปริมาณขยะของโลก

2.8.1.8 กรรมวิธีการผลิต (Production) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถผลิตได้ง่าย รวดเร็ว ประหยัดวัสดุ ค่าแรงและค่าใช้จ่ายอื่นๆ แต่ในบางกรณีอาจต้องออกแบบให้สอดคล้องกับกรรมวิธีของเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่มีอยู่เดิม และควรตระหนักอยู่เสมอว่าไม่มีอะไรที่จะลดต้นทุนได้รวดเร็วอย่างมีประสิทธิภาพ มากกว่าการประหยัดเพราะการผลิตทีละมากๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.9 การบำรุงรักษาและซ่อมแซม (Maintenance) ผลิตภัณฑ์ทุกชนิดควรออกแบบให้สามารถบำรุงรักษา และแก้ไขซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหายเกิดขึ้น ง่ายและสะดวกต่อการทำความสะอาดเพื่อช่วยยืดอายุการใช้งานของผลิตภัณฑ์ รวมทั้งควรมีค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ประเภทเครื่องมือ เครื่องจักรกล เครื่องยนต์ และเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆ ที่มีกลไกภายในซับซ้อน อะไหล่บางชิ้นย่อมมีการเสื่อมสภาพไปตามอายุการใช้งานหรือจากการใช้งานที่ผิดวิธี การออกแบบที่ดีนั้นจะต้องศึกษาถึงตำแหน่งในการจัดวางกลไกแต่ละชิ้น เพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนของฝาครอบบริเวณต่างๆ ให้สะดวกในการถอดซ่อมแซมหรือเปลี่ยนอะไหล่ได้โดยง่าย นอกจากนั้นการออกแบบยังต้องคำนึงถึงองค์ประกอบอื่นๆ ร่วมด้วย เช่น การใช้ชิ้นส่วนร่วมกันให้มากที่สุด โดยเฉพาะอุปกรณ์ยึดต่อการเลือกใช้ชิ้นส่วนขนาดมาตรฐานที่หาได้ง่าย การถอดเปลี่ยนได้เป็นชุดๆ การออกแบบให้บางส่วนสามารถใช้เก็บอะไหล่ หรือใช้เป็นอุปกรณ์สำรับการซ่อมบำรุงรักษาได้ในตัว เป็นต้น

2.8.1.10 การขนส่ง (Transportation) ผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบควรคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ความสะดวกในการขนส่ง ระยะทาง เส้นทางการขนส่ง (ทางบก ทางน้ำหรือทางอากาศ) การกินเนื้อที่ในการขนส่ง (มิติความจุ กว้าง ´ ยาว ´ สูง ของรถยนต์ส่วนบุคคล รถบรรทุกทั่วไป ตู้บรรทุกสินค้า ฯลฯ) ส่วนการบรรจุหีบห่อต้องสามารถป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายของผลิตภัณฑ์ได้ง่าย กรณีที่ผลิตภัณฑ์ที่ทำการออกแบบนั้นมีขนาดใหญ่ อาจต้องออกแบบให้ชิ้นส่วนสามารถถอดประกอบได้ง่าย เพื่อทำให้หีบห่อมีขนาดเล็กลง ตัวอย่างเช่น การออกแบบเครื่องเรือนชนิดถอดประกอบได้ ต้องสามารถบรรจุผลิตภัณฑ์ลงในตู้สินค้าที่เป็นขนาดมาตรฐานเพื่อประหยัดค่าขนส่งรวมทั้งผู้ซื้อสามารถทำการขนส่งและประกอบชิ้นส่วนให้เข้ารูปเป็นผลิตภัณฑ์ได้โดยสะดวกด้วยตัวเอง

งานออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดีจะต้องผสมผสานปัจจัยต่างๆ ทั้งรูปแบบ(form) ประโยชน์ใช้สอย(function) กายวิภาคเชิงกล(ergonomics)และอื่นๆ ให้เข้ากับวิถีการดำเนินชีวิต แฟชั่น หรือแนวโน้มที่จะเกิดขึ้นกับผู้บริโภคเป้าหมายได้อย่างกลมกลืนลงตัวมีความสวยงามโดดเด่น มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ตั้งอยู่บนพื้นฐานทางการตลาด และความเป็นไปได้ในการผลิตจำนวนมาก ส่วนการให้ลำดับความสำคัญของปัจจัยต่างๆ ขึ้นอยู่กับจุดประสงค์และความซับซ้อนของผลิตภัณฑ์นั้นๆ เช่น การออกแบบเสื้อผ้า กระเป๋า รองเท้าตามแฟชั่น อาจพิจารณาที่ประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบายในการใช้ และความสวยงาม เป็นหลัก แต่สำหรับการออกแบบยานพาหนะ เช่น จักรยาน รถยนต์ หรือเครื่องบิน อาจต้องคำนึงถึงปัจจัยดังกล่าวครบทุกข้อหรือมากกว่านั้น

2.9 ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ดังนี้

2.9.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-Product Design) คือกระบวนการที่ผสมผสานแนวคิดด้านเศรษฐศาสตร์และด้านสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอนการอกแบบผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิต จะช่วยลดต้นทุนในแต่ละขั้นตอนของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ และลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อมๆ กันอันจะส่งผลดีต่อธุรกิจ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา 2552 : 29)

จะพบว่าการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ในอดีตนั้นจะมุ่งเน้นการออกแบบเพื่อตอบสนองความต้องการของลูกค้าและผู้ผลิตเป็นหลัก ด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เน้นการพิจารณาด้านต้นทุน หน้าที่ ความสวยงาม และความปลอดภัย แต่จากปัญหาที่ได้กล่าวมาทำให้มุมมองการออกแบบผลิตภัณฑ์มีการเปลี่ยนแปลงไปสู่แนวคิดการออกแบบที่มีการพิจารณาด้านอื่นๆ มากขึ้น นั่นคือการพิจารณาด้านสิ่งแวดล้อม สังคม และจริยธรรม ทำให้การออกแบบผลิตภัณฑ์จากแนวคิดเดิมได้ขยายไปสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ซึ่งแนวคิดนี้ไม่ได้เป็นเรื่องใหม่แต่อย่างใด เพราะได้ถูกนำมาพิจารณาตั้งแต่ปี 1980 ในการประชุม World Conservation Strategy (สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2549 : 7)

แนวคิดการพัฒนาอย่างยั่งยืนนี้จะเน้นที่การพัฒนาเพื่อตอบสนองความพึงพอใจของมนุษย์ทั้งในวันนี้และวันหน้า จากกการออกแบบที่ตระหนักถึงปัจจัยหลัก 3 ด้าน ได้แก่ 1) ด้านสิ่งแวดล้อม 2) ด้านสังคมและจริยธรรม และ 3) ด้านเศรษฐกิจ โดยทำให้ปัจจัยทั้ง 3 ด้านนี้เกิดความสมดุลมากที่สุด ด้วยการพิจารณาตลอดช่วงอายุของผลิตภัณฑ์ แต่บ่อยครั้งที่มีการถกเถียงกันว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน (Sustainable Design) การออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-design) การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for Environment) และการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design) มีความเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร มีแนวคิดและขอบเขตเท่ากันหรือไม่ ดังนั้นเพื่อให้เกิดความเข้าใจได้ชัดเจนยิ่งขึ้นสามารถอ้างอิงขอบเขตและความสัมพันธ์ของการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ชาร์เตอร์ และทิชเนอร์ (Charter and Tischner, 2001) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ และพบว่าการที่จะประสบความสำเร็จในการอกแบบผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องอาศัยหรือการเกื้อหนุนจากส่วนอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน ดังแสดงในภาพที่ 2.36

ภาพที่ 2.38 แสดงความสัมพันธ์ของการออกแบบผลิตภัณฑ์
การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจไปจนถึงการพัฒนาอย่างยั่งยืน
ที่มา : Charter and Tischner. 2001 : 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 2.38 จะเห็นได้ว่าทุกคำกล่าวมาต่างก็เป็นเรื่องเดียวกันแต่มีขอบเขตที่ต่างกัน โดยทุกคำมีหัวใจหลักอยู่ที่การอกกแบบผลิตภัณฑ์ทั้งสิ้น เพียงแต่จะสามารถพัฒนาได้มากน้อยเพียงใดเท่านั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

(1) การออกแบบผลิตภัณฑ์ (Product Design)

การออกแบบผลิตภัณฑ์ คือ การออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มุ่งเน้นให้เกิดผลกำไรโดยการตอบสนองความต้องการของลูกค้าและผู้ผลิตเป็นหลัก จากงานวิจัยของฮาวัตย์ (Huwaite, 1988) ได้สรุปไว้ว่าการออกแบบผลิตภัณฑ์เป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดที่จะต้องพิจารณา เพราะจะเป็นส่วนที่จะสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูงที่สุด เนื่องจากกว่า 70% ของผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมเกิดขึ้นจากผลการออกแบบ นอกจากนี้การออกแบบยังส่งผลกระทบมาถึง 30% ของคุณภาพในการทำงานของผลิตภัณฑ์

(2) การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจและการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Eco-Design and Design for Environment)

Eco-design มาจากคำว่า Economic (เศรษฐศาสตร์) และ Ecological (นิเวศวิทยา) เมื่อรวมกับ Design (การออกแบบ) จึงเรียกว่า Eco-Design หรือบางครั้งอาจเรียกว่า Green Design หรือ Design for Environment เป็นกระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจและสิ่งแวดล้อม เข้าไปในขั้นตอนการออกแบบผลิตภัณฑ์หรือกระบวนการ โดยมีเป้าหมายหลักคือให้มีการบริโภคทรัพยากรธรรมชาติ พลังงาน และส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยการพิจารณาตลอดวัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งแนวคิดนี้จะต้องอาศัยกลยุทธ์ในการพิจารณาออกแบบผลิตภัณฑ์ให้สามารถจำหน่ายได้ และลดผลกระทบสิ่งแวดล้อมไปพร้อมกัน อันจะส่งผลดีทั้งทางด้านธุรกิจ สังคมและสิ่งแวดล้อม ซึ่งปัจจุบันการอกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจนี้ได้ถูกนำไปใช้กันอย่างแพร่หลาย รวดเร็ว เช่น การออกฉลากสิ่งแวดล้อม หรือฉลากด้านพลังงาน (Energy Label) เป็นต้น ซึ่งการทำอีโค ดีไซน์ (Eco-design) มีประโยชน์ดังนี้

(2.1) สร้างผลกำไรให้กับองค์กรในการนำกระแสความต้องการสินค้าและบริการที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมมาใช้เป็นจุดเด่นในการสร้างความเชื่อมันให้กับผู้บริโภค

(2.2) ลดต้นทุนค่าใช้จ่ายในการผลิตจากการลดปริมาณวัตถุดิน หีบห่อ การใช้พลังงานในการผลิตสินค้าและบริการ

(2.3) สามารถนำวัสดุหรือชิ้นส่วนกลับมาใช้ได้ใหม่ โดยการปรับปรุงผลิตภัณฑ์จากการอกแบบโมดูลาร์ดีไซน์ (Modular Design)

(2.4) ป้องกันปัญหาการใช้กำแพงที่มีใช่ภาษีด้านสิ่งแวดล้อม และรองรับการเปลี่ยนแปลงของกฎระเบียบต่างๆ ที่มีความเข้มงวดทางด้านสิ่งแวดล้อมจากประเทศต่างๆ เช่น WEEE, RoHs, EuP เป็นต้น

(2.5) ส่งเสริมภาพลักษณ์ที่ดีให้กับองค์กรและผลิตภัณฑ์

(3) การออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน (Sustainable Product Design)

การออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืนนี้กล่าวได้ว่าเป็นการอกแบบที่เป็นมากกว่าการการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ เนื่องจากต้องเพิ่มเติมมุมมองที่ประสานกับของสังคมจริยธรรม เศรษฐศาสตร์ และสิ่งแวดล้อมเข้าไว้ด้วยกันโดยมีเป้าหมายเพื่อให้เกิดความสมดุลทั้ง 3 ด้าน ดังนั้นการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืนจึงจำเป็นที่จะต้องสร้างผลิตภัณฑ์ให้เกิดความสมดุลให้มากที่สุดและมีผลกระทบต่อทั้ง 3 ด้านต่ำสุด เช่น การออกแบบบรรจุภัณฑ์จากชานอ้อย (ภาพที่ 2.37) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัจจุบันบริษัทชั้นนำหลายแห่งได้มีการจัดตั้งหน่วยงานออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างยั่งยืน หรือหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทางด้านนี้กันบ้างแล้ว

ภาพที่ 2.39 บรรจุภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมจากชานอ้อย
ที่มา : สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. 2550 : 35

(4) การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development)

การพัฒนาอย่างยั่งยืน หมายถึง การที่ทำให้ทรัพยากรมีเหลือไปถึงลูกหลานเหมือนที่ปู่ย่าตายายเคยเหลือไว้ให้ การพัฒนาอย่างยั่งยืนรวมความถึง 3 ด้าน คือ เศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเชื่อมโยงและสัมพันธ์กันโครงการพัฒนาใดๆ จึงต้องคำนึงถึงองค์ประกอบทั้งสามด้านนี้ (เสรี พงศ์พิศ. 2551 : 150-151) การพัฒนาอย่างยั่งยืนเป็นการคำนึงถึงองค์รวมทั้งหมดจากต้นน้ำไปยังปลายน้ำ หรือจากผู้ผลิตไปยังผู้บริโภค จากแนวคิดของคนวันนี้เพื่อคนในวันหน้า ซึ่งการที่จะสามารถพัฒนาอย่างยั่งยืนได้ต้องผ่านขั้นตอนต่างๆ ของการออกแบบผลิตภัณฑ์จากกรอบเล็กๆ แล้วจึงขยายออกมาให้ครอบคลุมทุกด้าน เพราะการดำเนินการนี้จำเป็นต้องเตรียมความพร้อมในหลายด้าน ทั้งวิธีการ เครื่องมือ โดยเฉพาะบุคลากรซึ่งมีความสำคัญที่สุดในการสร้างแนวคิดและการดำเนินการ การพัฒนาแบบยั่งยืนต้องเน้นการตอบสนองความต้องการของประชากรผู้ยากไร้ในขณะเดียวกันต้องไม่ทำอะไรที่เป็นการทำลายอนาคตของคนรุ่นต่อไป นั้นคือการพัฒนาไปพร้อมกับการรักษาสิ่งแวดล้อม โดยการพัฒนายังคงยึดมั่นในเป้าหมายการเจริญเติบโต เพียงแต่ความเจริญนั้นต้องเป็นไปอย่างมีคุณภาพ และลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมด้วย

ปัจจุบันจะพบว่าการออกแบบเชิงนิเวศนั้นมีผลต่อการค้าระหว่างประเทศ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการค้ากับกลุ่มประเทศยุโรปที่จะมีการพิจารณาว่ากระบวนการผลิตสินค้า การนำไปใช้ และของเสียที่เหลือจะมีผลกับสิ่งแวดล้อมหรือไม่ หากผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมและผ่านเกณฑ์ที่กลุ่มประเทศเหล่านั้นกำหนดไว้จึงขณะมีสิทธิ์นำเข้าไปจำหน่าย

2.9.2 กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อนำออกไปสู่ตลาดนั้น บริษัทต่างๆ สามารถทำการจัดรูปแบบโครงสร้างขององค์กรเพื่อให้การบริหารงานและการดำเนินงานการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและประสิทธิผล อาจจัดความรับผิดชอบและหน้าที่การทำงานไว้ที่ผู้จัดการผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้จัดการผลิตภัณฑ์ใหม่ คณะกรรมการผลิตภัณฑ์ใหม่ แผนกผลิตภัณฑ์ใหม่ และทีงานผลิตภัณฑ์ใหม่ ในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งซึ่งจะขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจการ ตัวผลิตภัณฑ์ วัฒนธรรมและระบบการบริหารงานในกิจการนั้นๆ เพื่อให้เป็นไปตามความเหมาะสม

กระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่สามารถนำมาจัดบ่างออกได้เป็น 8 ขั้นตอน ได้แก่ 1) การสร้างแนวความคิด 2) การกลั่นกรองแนวความคิด 3) การพัฒนาและทดสอบแนวคิด 4) การพัฒนากลยุทธ์การตลาด 5) การวิเคราะห์ธุรกิจ 6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ 7) การทดสอบตลาด และ 8) การดำเนินการเชิงการค้า (Ulrich and Eppinger. 2004 : 18-23) ดังรายละเอียดคือ

(1) การสร้างแนวความคิด (Idea Generation)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์จะเริ่มต้นที่การวิจัยและการค้นหาแนวความคิดใหม่ๆ ของตัวผลิตภัณฑ์ที่ตลาดมีความต้องกา ซึ่งการหาแนวความคิดจะได้มาจากแหล่งข้อมูลข่าวสารทางการตลาดต่างๆ เช่น ลูกค้า พนักงานของกิจการ ผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งขัน พนักงานขาย คนกลางทางการตลาด ผู้บริหารระดับสูง เป็นต้น การสร้างแนวคิดเกิดขึ้นจาก

(1.1) ลูกค้า (Customer) แนวความคิดที่ได้มาจากลูกค้าที่ซื้อผลิตภัณฑ์ของบริษัทนี้จะเกี่ยวข้องกับความจำเป็นและความต้องการที่ผู้ซื้ออยากจะได้รับจากการใช้ผลิตภัณฑ์ต่างๆ โดยแนวความคิดของลูกค้านี้ถือว่าเป็นแนวความคิดที่สำคัญมากที่สุด เพราะเป็นผู้ที่จะทำการซื้อและใช้ผลิตภัณฑ์ของกิจการโดยตรง

(1.2) พนักงานของบริษัท (employee) เป็นแหล่างความคิดอีกแหล่งหนึ่งที่ใช้ประโยชน์ได้ดีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ของบริษัท เช่น วิศวกรการผลิต นักวิทยาศาสตร์ นักออกแบบผลิตภัณฑ์ พนักงานขาย พนักงานระดับต่างๆ เป็นต้น ซึ่งจะมีความใกล้ชิดและเกี่ยวข้องกับการคิดค้น การออกแบบ ผลิต การขาย และวิธีการลดต้นทุนต่างๆ โดยเฉพาะบริษัทชาวญี่ปุ่นที่นิยมนำเอาวิธีการที่พนักงานของบริษัทเสนอแนะมาใช้ประโยชน์ในการปรับปรุง เปลี่ยนแปลง พัฒนาวิธีการทำงานและการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ๆ ให้มีคุณภาพที่ดีขึ้นอย่างต่อเนื่องและสามารถสนองความต้องการของผู้บริโภคของกิจการได้เป็นอย่างดี

(1.3) ผลิตภัณฑ์คู่แข่งขัน (Competitor’s Product) การที่คู่แข่งขันได้นำเอาผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบ ชนิด และประเภทต่างๆ ของตัวผลิตภัณฑ์ไปเสนอขายในตลาดบริษัทสามารถทำการเรียนรู้ถึงผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งได้ว่าเหตุใดคู่แข่งจึงประสบผลสำเร็จในการออกผลิตภัณฑ์ใหม่ มีวิธีการตลาดอย่างไร แหล่งแนวความคิดอาจได้มาจากลูกค้า ผู้ขายปัจจัยการผลิตหรือผู้จัดจำหน่ายของคู่แข่ง เพื่อนำเอามาใช้ในการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์ใหม่ของกิจการที่จะนำออกไปเสนอขาย

(1.4) ผู้บริหารระดับสูง (Top Manager) เป็นแหล่งแนวความคิดที่สำคัญเช่นเดียวกัน เนื่องจากผู้บริหารจะเห็นช่องว่างและโอกาสทางการตลาดต่างๆ ได้ดี เพราะมีประสบการณ์ในการดำเนินธุรกิจมาก่อน ได้ไปศึกษาดูงานจากต่างประเทศ และยังเป็นเจ้าของบริษัทจึงได้มีการผลักดันให้มีการวิจัยการตลาด การคิดค้นการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้มีความสามารถเชิงการแข่งขันได้ดี

(1.5) แหล่งอื่นๆ (Other Sources) แหล่งแนวความคิดที่ได้มานอกเหนือจากที่กล่าวมาขางต้นแล้วยังสามารถหาแนวความคิดใหม่ได้จากนักวิชาการในสถาบันการศึกษา บริษัทที่ให้คำปรึกษา บริษัทตัวแทนโฆษณา บริษัททำงานด้านการวิจัยหน่วยงานของทางภาครัฐ นักประดิษฐ์คิดค้น และอื่นๆ แนวความคิดที่ได้สามารถนำเอาไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของบริษัทได้เช่นกัน

(2) การกลั่นกรองแนวความคิด (Idea Screening)

หลังจากที่ได้แนวความคิดมาจากแหล่งต่างๆ แล้วในขั้นนี้จะเป็นการกลั่นกรองแนวความคิดที่ได้ให้มีจำนวนน้อยลงเพื่อให้มีความสอดคล้องกับเป้าหมายของผลิตภัณฑ์ที่ตั้งไว้ เพื่อสามารถนำเอาไปใช้ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ประสบความสำเร็จได้ดี และให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ของกิจการและทรัพยากรที่มีอยู่ เช่น วิธีการผลิตเทคนิคที่นำเอามาใช้ เงินทุน วิธีการด้านการตลาด ความสามารถในการจัดจำหน่าย เป็นต้น เมื่อทุกอย่างเป็นไปตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แนวความคิดที่เป็นไปได้ และมีโอกาสทางด้านการตลาดที่จะประสบผลสำเร็จจะถูกนำเอาไปพัฒนาและทำการทดสอบในขั้นตอนต่อไป

(3) การพัฒนาและทดสอบแนวคิด (Concept Development and Testing)

แนวความคิดที่ดี มีแรงดึงดูด มีความน่าสนใจ จะต้องถูกนำเอามากำหนดและทำการทดสอบ ตัวอย่างเช่น แนวความคิดของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นโต๊ะเรียนหนังสือ ในสถาบันการศึกษาต่างๆ แนวความคิดที่ต้องการ คือ สามารถทำให้โต๊ะเรียนนี้สามารถพับเก็บได้ แนวความคิดนี้จะถูกพัฒนาให้เป็นแนวคิดซึ่งจะต้องสามารถประยุกต์ใช้งานต่างๆ ได้ เป็นแนวคิดพับได้หนึ่งขั้นตอน พับได้สามขั้นตอน หรือสามารถใช้ระบบควบคุมด้วยไฟฟ้าก็ได้ เมื่อได้แนวคิด สามถึงสี่แนวคิดแล้ว ให้นำไปทดสอบดูว่าแนวคิดใดที่สามารถเป็นจริงได้ เป็นจุดขายของสินค้า สามารถสร้างความได้เปรียบเมื่อนำไปขายในตลาดได้ หรือแนวคิดใดเป็นภาพเพ้อฝันไม่สามารถทำการผลิตได้ หรือมีความทันสมัยมากเกินไปซึ่งต้องรอเวลาให้มาถึงก่อน เป็นต้น

ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะต้องทำการจัดระเบียบแนวคิดที่สามารถสร้างประโยชน์ให้แก่ผู้บริโภค สร้างความได้เปรียบเชิงการแข่งขัน สามารถเป็นไปได้ทางการผลิตจากการใช้วัสดุที่มีอยู่และทำตลาด เมื่อบริษัทได้ทำการทดสอบแล้วว่าแนวคิดใดที่ดีที่สุดก็นำไปพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดซึ่งเป็นขั้นตอนต่อไปของการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

(4) การพัฒนากลยุทธ์การตลาด (Marketing Strategy Development)

ผู้บริหารการตลาดที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ออกสู่ตลาด จะต้องดำเนินการวางแผนงานในการใช้กลยุทธ์การตลาดที่จะแนะนำผลิตภัณฑ์นี้ไปสู่ตลาดได้อย่างประสบผลสำเร็จ ดังนั้นกลยุทธ์การตลาดในส่วนแรกที่จะนำมาใช้ต้องคำนึงถึงขนาด โครงสร้าง พฤติกรรมการซื้อของตลาดเป้าหมายที่จะนำมาพิจารณาการวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงยอดขาย ส่วนแบ่งตลาดที่จะได้รับ กำไรเป้าหมาย และรายละเอียดทางการเงินในการออกผลิตภัณฑ์ในปีแรกและปีต่อๆ ไปด้วย

ส่วนที่สองของแผนการใช้กลยุทธ์การตลาดจะต้องคำนึงถึงการตั้งราคาที่จะขาย การใช้ช่องทางการจัดจำหน่าย เงิน งบประมาณของการทำตลาดในปีแรก และส่วนสุดท้ายของแผนการใช้กลยุทธ์การตลาดจะประกบด้วยยอดขายในระยะยาว กำไร เป้าหมายที่ได้ตั้งเอาไว้ และวิธีการใช้ส่วนประสมการตลาดต่างๆ ตลอดช่วงระยะเวลาที่ได้มีการนำเอาผลิตภัณฑ์ไปขายในตลาด

(5) การวิเคราะห์ธุรกิจ (Business Analysis)

หลังจากที่ได้มีการบริหารงานด้านการพัฒนาแนวคิดของตัวผลิตภัณฑ์และกลยุทธ์ทางการตลาดต่างๆ แล้ว บริษัทจะต้องทำการประเมินสิ่งที่เป็นตัวดึงดูดที่ผู้บริหารองค์กรธุรกิจต้องการ ได้แก่ ยอดขายผลิตภัณฑ์ในครั้งแรกที่นำสินค้าออกสู่ตลาด ยอดขายที่มีการซื้อซ้ำของลูกค้า การประมาณการต้นทุนและค่าใช้จ่ายที่จะจ่ายออกไป กำไรที่จะได้รับคืนกลับมา ต้นทุนของผลิตภัณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และต้นทุการตลาด เมื่อทำการวิเคราะห์เชิงธุรกิจได้แล้วว่า คาใช้จ่ายต่างๆ ที่จะต้องใช้นั้นมีอะไรบ้าง กำไรที่จะได้รับจากยอดขายสินค้าในระดับต่างๆ ในช่วงระยะเวลาของการขายในปีแรก และปีต่อไปที่สามารถคิดออกมาเป็นเงินได้ เป็นจำนวนเท่าใด รวมถึงมีจุดคุ้มทุนเมื่อปีใด ความเป็นไปได้และแนวโน้มมีทิศทางเป็นอย่างไร ถ้าหากเป็นไปตามแผนงานและเป้าหมายที่ได้ ตั้งไว้ก็ให้ดำเนินการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ตามขั้นตอนต่อไป

(6) การพัฒนาผลิตภัณฑ์ (Product Development)

เมื่อแนวคิดผลิตภัณฑ์ผ่านการทดสอบเชิงธุรกิจแล้ว จะส่งงานผ่านไปยังแผนกวิจัยและพัฒนา หรือวิศวกรรมการผลิตเพื่อทำการพัฒนาตัวผลิตภัณฑ์ต้นแบบ โดยมีการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ระบุถึงรายละเอียดส่วนประกอบของตัวผลิตภัณฑ์ การพัฒนาผลิตภัณฑ์ในขั้นนี้จะใช้ระยะเวลายาวนานมากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับความสามารถและประสบการณ์ของบริษัท

เมื่อทำการผลิตสินค้าต้นแบบได้แล้วจะต้องทำการทดสอบตัวผลิตภัณฑ์ดูว่าใช้งานได้ตามหน้าที่และความต้องการหรือไม่ มีต้นทุนวัตถุดิบ และชิ้นส่วนที่นำมาประกอบจริงเปรียบเทียบกับแผนที่ตั้งไว้แตกต่างกันมากน้อยเพียงใด เป็นไปตามแนวความคิดครั้งแรกที่ได้กำหนดไว้หรือไม่ นอกจากนี้ยังจะต้องนำเอาผลิตภัณฑ์ไปทำการทดสอบกับผู้บริโภคเพื่อจะได้รับรู้ถึงตัวผลิตภัณฑ์ที่จะเสนอขายในด้านความชอบและความปรารถนาที่จะซื้อหามาใช้งานในขั้นตอนต่อไป

(7) การทดสอบตลาด (Market Testing)

หลังจากที่ได้ผ่านขั้นตอนการทดสอบตัวผลิตภัณฑ์ตามหนาที่และประโยชน์ใช้งานต่างๆ แล้ว ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบ รูปทรง และความสวยงามของผลิตภัณฑ์ ในขั้นนี้ผลิตภัณฑ์ของบริษัทพร้อมที่จะได้รับการตกแต่งใส่ตราสินค้า ใส่บรรจุภัณฑ์และใช้โปรแกรมการตลาดต่างๆ แล้วนำไปทดสอบตลาด เพื่อต้องการที่จะทราบถึงปฏิกิริยาการตอบสนองของผู้บริโภค พฤติกรรมการซื้อของคนกลางและปริมาณของอุปสงค์ตลาดว่ามีมากน้อยเพียงใด

การทดสอบตลาดอาจทำการทดสอบกับตลาดในบางแห่ง เพื่อเป็นตัวแทนให้กับตลาดทั้งหมด และลดความเสี่ยงต่อการล้มเหลวที่อาจจะเกิดขึ้นได้ นำเอาผลที่ได้จากการทดสอบไปทำการปรับปรุง ปรับแต่งเพียงเล็กน้อยก่อนมีการนำออกสู่ตลาดรวมจริงๆ ข้อควรระวังของการทดสอบตลาดของผลิตภัณฑ์คือ อย่าให้คู่แข่งในตลาดได้ทราบหรือมีตัวอย่างผลิตภัณฑ์ของกิจการอยู่ในมือเพราะอาจจะเอาทำให้คู่แข่งเลียนแบบ และนำเอาผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกับบริษัท ชิงตัดหน้านำเสนอไปยังตลาดก่อนอันจะส่งผลให้กิจการขายสินค้าได้ยากขึ้น

(8) การบริหารเชิงพาณิชย์ (Commercialization)

เมื่อผ่านขั้นตอนการทดสอบตลาดมาแล้ว บริษัทเห็นว่าผลิตภัณฑ์ที่จะนำออกมาเสนอขายในตลาดมีความเป็นไปได้สูง จากนั้นต้องจัดทำแผนการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ไปวางจำหน่ายให้ทั่วถึงเพราะการบริหารงานเชิงการค้านี้จะต้องใช้เงินทุนและงบประมาณค่อนข้างสูง ดังนั้นต้องมีการวางแผนการผลิตสินค้าให้ได้จำนวนมากและเก็บไว้ในสต๊อกให้เพียงพอต่ออุปสงค์หรือความต้องการที่มีอยู่ของตลาด บางครั้งบริษัทอาจจะต้องทำสัญญาว่าจ้างให้มีการผลิตในระยะยาวขึ้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการพยากรณ์ยอดขายของบริษัทว่ามีความถูกต้องใกล้เคียงกับ ความเป็นจริงหรือไม่มีต้นทุนที่เกิดขึ้นในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการบรรจุภัณฑ์การโฆษณาและวิธีการส่งเสริมการตลาด ดังนั้นการวางตลาดให้กับผลิตภัณฑ์ จะต้องคำนึงว่าเมื่อใดควรจะนำเอาเสนอขาย หรือควรใช้ช่องทางการตลาดใดในการจัดจำหน่ายและจะใช้วิธีการอย่างไรที่จะทำให้ผลิตภัณฑ์ที่เสนอออกไปนั้นประสบผลสำเร็จ ซึ่งอาจจะต้องนำกระแสความนิยมของผู้คนในขณะนั้นมาประกอบการพิจารณาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.3 ปัญหาที่เกิดจากการใช้เทคโนโลยีในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

เทคโนโลยีมีความสำคัญในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่มากเพราะทำให้การออกแบบ และการผลิตเกิดความรวมเร็ว อีกทั้งยังช่วยให้การปรับเปลี่ยนต่างๆ เป็นไปอย่างรวมเร็วด้วย ถึงแม้ว่าความต้องการของลูกค้าจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอยู่เสมอ แต่จากเทคโนโลยีที่มีความยืดหยุ่นก็จะช่วยให้ออกแบบได้หลายหลายรูปแบบ ทำให้สามารถปรับตัวตามการเปลี่ยนแปลงนั้นได้ การค้าระหว่างประเทศก็มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เช่นเดียวกัน เพราะสินค้าในปัจจุบันเป็นสินค้าระดับโลก สมัยก่อนอาจจะขายภายในประเทศเท่านั้น แต่ปัจจุบันตลาดเป็นการค้าเสรี จึงมีการส่งออกไปขายยังต่างประเทศมากขึ้น เช่น รถยนต์ เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักรกลต่างๆ เป็นต้น ซึ่งหมายความว่าโรงงานทุกแห่งทั่วโลกผลิตสินค้าชนิดเดียวกันเพื่อขายทั่วโลก ดังนั้นจึงเป็นแบบที่ใช้ได้ทั่วโลก ปัจจุบันเทคโนโลยีที่นำมาใช้ในการออกแบบ คือ CAD (Computer Aided Design) และใช้ CAM (Computer Aided manufacturing) ในการผลิตเพื่อช่วยเพิ่มความรวดเร็ว และความคล่องตัวในการผลิต ผลิตภัณฑ์หรือบริการได้ตามความต้องการของลูกค้าและตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้รวดเร็ว

ในการนำเทคโนโลยีมาใช้มักจะพบปัญหาด้านความเข้ากันได้หรือไม่ได้ ระหว่างรูปแบบผลิตภัณฑ์กับการผลิต ซึ่งสุมน มาลาสิทธิ์ (2546 : 171-181) ได้อธิบายรายละเอียดไว้ 3 รูปแบบ คือ

(1) ความไม่เข้ากันของเทคโนโลยี (Technology Misalignment)

ความไม่เข้ากันของเทคโนโลยี หมายความว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์ไม่สามารถผลิตได้โดยใช้เทคโนโลยีที่มีอยู่ในโรงงานขณะนั้น อาจต้องใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ หรือเป็นเทคโนโลยีที่ไม่ได้พิสูจน์ว่าใช้ได้แน่นอน ส่วนการผลิตสินค้าใหม่ก็ยังทำไม่ได้เพราะพนักงานยังไม่ชำนาญเพียงพอ ระบบการควบคุม การประกันคุณภาพ โครงสร้างองค์กร และระบบการให้รางวัลจูงใจพนักงานก็ยังต้องใช้เทคโนโลยีปัจจุบันจึงจะทำได้ เพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นจึงได้เกิดแนวคิดที่เรียกว่า วิศวกรรมร่วมสมัย (Concurrent Engineering) คือ การทำการออกแบบ ผลิตสินค้า และขายไปพร้อมๆ กัน ในขณะที่แบบเดิมต้องทำทีละอย่างซึ่งอาจทำให้สิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย

(2) ความไม่เข้ากันของโครงสร้างภายใน (Organizational Misalignment)

โครงสร้างภายในอันประกอบไปด้วย ความชำนาญของพนักงานในองค์กร (Labor Skill) ระบบการควบคุมการดำเนินงาน (Control Systems) การประกันคุณภาพ (Quality Assurance) และโครงสร้างองค์กร (Organization Chart) ที่ยังไม่สามารถปรับตัวในกระบวนการที่เข้ามาใหม่ได้ จึงอาจต้องใช้เวลาในการปรับตัวระยะหนึ่ง

(3) ระบบการให้รางวัลจูงใจ (Reward Misalignment)

ระบบการให้รางวัลจูงใจ คือการให้รางวัลที่มีความสอดคล้องกับการดำเนินงานจริง เนื่องจากมีการปรับรูปแบบผลิตภัณฑ์หรือบริการใหม่ หากไม่มีการปรับปรุงการผลิตหรือการบริการก็จะทำให้การทำงานอาจซับซ้อนมากขึ้น ปริมาณงานมากขึ้น รูปแบบสินค้าหรือบริการเพิ่มขึ้นก็ควรให้รางวัลจูงใจให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงดังกล่าว เพื่อไม่ให้เกิดปัญหาขาดแคนแรงงานหรือผู้เชี่ยวชาญเฉพาะ

จากปัญหาทั้ง 3 ประการดังกล่าวเป็นส่งที่บริษัทต้องคำนึงถึง และมีการเตรียมการก่อนนำเทคโนโลยีนั้นมาใช้จริง เพื่อลดโอกาสที่จะเกิดปัญหาขึ้น

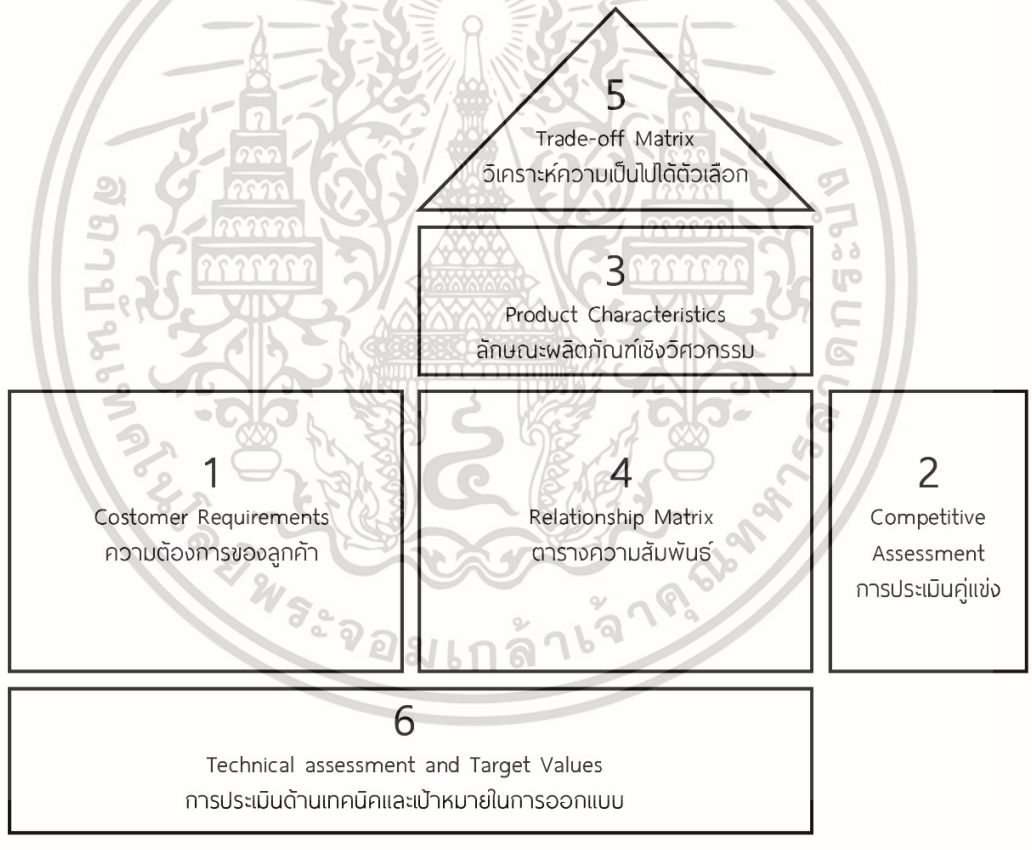
2.9.4 เครื่องมือในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

เครื่องมือที่ช่วยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์และบริการใหม่มีหลายวิธีด้วยกันแต่ในที่นี้จะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวถึง 4 วิธี ที่นิยมใช้อยู่โดยทั่วไป ซึ่งสุมน มาลาสิทธิ์ (2546 : 173-175) ได้อธิบายรายละเอียดไว้ดังนี้

(1) การพัฒนาสินค้าใหม่ด้วยความต้องการของลูกค้า (Quality Function Deployment) หรือเรียกสั้นๆ ว่า QFD เป็นเครื่องมือที่ใช้เชื่อมความถูกต้องของลูกค้ากับความต้องการการผลิต ณ ทุกขั้นตอนของการออกแบบและการผลิต เรียกว่า QFD ซึ่ง QFD ใช้ไดอะแกรมเป็นอนุกรม ต่อเนื่องเป็นบ้านที่ต่อเนื่องกัน ไดอะแกรมแรกเรียกว่าบ้านคุณภาพ (Quality House) (ภาพที่ 2.38) จะแปลงความต้องการต่างๆ ของลูกค้าไปเป็นลักษณะเฉพาะทางการผลิตต่างๆ ในรูปบ้านนี้ประกอบด้วย 6 ส่วน คือ 1) ส่วนบนสุด คือ ตารางพิจารณาตัวเลือก (Trade-off Matrix) 2) ส่วนลักษณะผลิตภัณฑ์เชิงวิศวกรรม (Product Characteristics) 3) ส่วนตารางความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการลูกค้า (Customer Requirement) 4) ส่วนตารางความสัมพันธ์ (relationship matrix) 5) ส่วนการประเมินสภาพการแข่งขัน (Competitive Assessment) และ 6) ส่วนลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ หรือค่าตัวเลขเป้าหมาย (Specification or Target Values) ดังมีรายละเอียด คือ



ภาพที่ 2.40 ไดอะแกรมบ้านคุณภาพ
ที่มา : สุมน มาลาสิทธิ์. 2546 : 174

(1.1) สิ่งที่ลูกค้าต้องการ (Customer Requirements) เป็นตัวผลักดันของกระบวนการ QFD ส่วนนี้เป็นลักษณะต่างๆ ที่ลูกค้าเห็นว่าสำคัญจากการวิจัยตลาด ลักษณะเหล่านี้ถูกจัดเป็นหมวดหมู่แล้วมีการให้น้ำหนักแต่ละความต้องการตั้งแต่ 1-10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.2) การประเมินคู่แข่ง (Competitive Assessment) อยู่ทางขวาของบ้านเป็นการประเมินผลิตภัณฑ์ของคู่แข่งโดยลูกค้า ตัวเลขที่มากแสดงว่าดีกว่า ข้อมูลที่ได้จะบอกถึงสิ่งที่ลูกค้าต้องการ และลักษณะที่ใช้ในการแข่งขันที่ต้องให้ความสนใจ ตัวอย่างเช่น เตารีดไฟฟ้า ที่มีลักษณะรีดได้เรียบเร็วรอยยับหายได้ดีกว่าคู่แข่ง รีดผ้าแล้วไม่ติดเตา เป็นต้น ดังนั้นจึงเลือกลักษณะที่ได้เปรียบกว่าคู่แข่งขัน เพื่อใช้ออกแบบผลิตภัณฑ์ครั้งต่อไป

(1.3) ลักษณะผลิตภัณฑ์เชิงวิศวกรรม (Product Characteristics) คือ ลักษณะเชิงวิศวกรรม เช่น ค่าแรงต้านของผ้า ค่าพลังงานที่ใช้ เป็นต้น เป้าหมายในการผลิตอยู่ด้านล่างของบ้านคุณภาพ จะให้ข้อมูลด้านเทคนิคเพื่อสะท้อนให้เห็นถึงความคิดเห็นของลูกค้าที่ใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น ลูกค้าให้คะแนนเตารีดแย่ในด้านเตารีดเย็นช้า การเย็นของเตารีดนั้นจะวัดโดยเวลาที่ใช้จากอุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส ลดลงจนถึง 100 องศาเซลเซียส ซึ่งเตารีดใช้เวลา 600 วินาทีถึงจะเย็น แต่ของคู่แข่ง A ใช้เวลา 500 วินาที และคู่แข่ง B ใช้เวลา 300 วินาที ดังนั้นเตารีดของบริษัทจึงใช้เวลานานกว่าเตารีดของคู่แข่ง เป็นต้น

(1.4) ตารางความสัมพันธ์ (Relationship Matrix) จะอยู่ตรงกลางของบ้านคุณภาพ จะเชื่อมความสัมพันธ์ระหว่างความต้องการของลูกค้ากับลักษณะเชิงวิศวกรรม จากตัวอย่างเตารีด จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของลักษณะตกไม่แตก และความหน้าของแผ่นเหล็กรีดผ้า มีค่าเป็นบวกมาก ต่ำความสัมพันธ์ของลักษณะเย็นเร็วกับความหน้าของแผ่นเหล็กรีดผ้า มีความสัมพันธ์เป็นลบ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์มาก ในการประสานการเปลี่ยนแบบผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการของลูกค้าแต่ละด้าน เพื่อไม่ให้เกิดการขัดแย่งกันเองในกลุ่มความต้องการของลูกค้าด้านอื่นๆ

(1.5) ตารางพิจารณาตัวเลือก (Trade-off Matrix) ตารางนี้จะดูผลกระทบเมื่อมีการเปลี่ยนลักษณะทางวิศวกรรม ตัวอย่างเช่น ถ้าความหนาของแผ่นรีดเพิ่มขึ้น เวลาที่ใช้ในการทำให้เตารีดเย็นและร้อนก็ต้องใช้เวลานานขึ้น แต่เตารีดจะรีดได้ดีกว่า กล่าวคือ พลังงานที่ใช้กดผ้าจะลดลง ส่วนแรงต้านของผ้าจะเพิ่มขึ้น ลักษณะทั้งหมดนี้ต้องตรวจสอบเมื่อมีการเปลี่ยนความหนาของแผ่นรีดเพื่อให้ได้ในระดับที่ต้องการ เป็นต้น

(1.6) การประเมินด้านเทคนิคและเป้าหมายการอกแบบ (Technical Assessments and Design Targets) เป็นส่วนล่างสุดของบ้านคุณภาพ ส่วนนี้จะประกอบด้วยสิ่งที่ผู้บริหารใช้ในการตัดสินใจค่าตัวเลขเป้าหมายต่างๆ ของการออกแบบ เช่น ด้านต้นทุน ความยาก ความสำคัญ เป็นต้น บรรทัดของเป้าหมายจะเป็นผลผลิตของบ้านคุณภาพ ในกรณีของเตารีดจะเป็นตัวเลขที่บอกค่าเป้าหมายของเตารีดแบบใหม่ที่จะผลิต ซึ่งตัวเลขเหล่านี้ได้มาจากการพิจารณาข้อมูลที่เกี่ยวข้องในบ้านคุณภาพ

(2) การออกแบบโดยใช้วิธีผลิตสินค้าให้ใช้ได้ในหลายสภาวะ (Robust Design)

การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เมื่อเปลี่ยนวิธีการผลิตเพียงเล็กน้อยก็ไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เปลี่ยน เช่น เอทีแอนที (AT&T) ผลิตอินเทอเกรท เซอร์กิต ใช้ในผลิตภัณฑ์หลายๆ แบบ เพื่อขยายความถี่ของสัญญาณเสียง หรือการออกแบบและพัฒนายางรถยนต์ควรใช้งานได้ดีในสภาพถนนที่ต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นฤดูฝน ฤดูร้อน หรือฤดูหนาว ทากุชิ (Taguchi) ได้คิดว่าคุณภาพสินค้าจะเหนือกว่าถ้าผลิตภัณฑ์ใช้งานได้หลายสภาวะแวดล้อมดังนั้นก็ควรอกแบบผลิตภัณฑ์แบบที่เรียกว่า โรบัสท์ ดีไซน์ (Robust Design) ปัจจัยของการควบคุมแบ่งเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ เช่น วัตถุดิบที่ใช้การออกแบบ ความยาว กว้าง สูง วิธีการผลิต เป็นต้น และปัจจัยที่ควบคุมไม่ได้ เช่น ระยะเวลาใช้งาน การดูแลรักษา การตั้งเครื่อง เป็นต้น หรือสิ่งที่เกิดขึ้นในสภาวะแวดล้อมของผู้ใช้ เช่นความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น การใช้งานเกินกำลัง เป็นต้น ก็เป็นสิ่งที่ควบคุมไม่ได้ ดังนั้นการออกแบบผลิตภัณฑ์แบบนี้คือพยายามเลือกปัจจัยที่ควบคุมได้ให้ผลิตภัณฑ์ใช้งานได้ในสภาวะที่ควบคุมไม่ได้

(3) การออกแบบโดยวิธีสร้างเป็นด้านๆ เฉพาะ (Module Design)

วิธีนี้เป็นการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เป็นด้านๆ เฉพาะหมายความว่าผลิตภัณฑ์หนึ่งหน่วยแตกออกเป็นส่วนส่วนเฉพาะด้านๆ ไป วิธีนี้จะให้ความยืดหยุ่นในการผลิตและการตลาดได้มากเป็นการช่วยให้การพัฒนาผลิตภัณฑ์การผลิตและการปรับเปลี่ยนตัวสินค้าง่ายขึ้นและลูกค้าเองก็มีความคล่องตัวในการเลือกชนิดสินค้ามากขึ้น

ตัวอย่างเช่น การผลิตเตียงนอน จะมีวัสดุที่ให้ทำเตียงต่างกัน ผ้าที่ใช้คลุมเตียงต่างกัน ขนาดเตียงต่างกัน ถ้ามีการกำหนดขนาดเฉพาะคือ ความกว้าง ความยาว ความสูง ให้แน่นอนว่า เตียงเดียว เตียงคู่ ใหญ่ที่สุดเป็นขนาดมาตรฐาน มีการกำหนดวัสดุที่ใช้เป็นมาตรฐานเช่นกัน กำหนดสีผ้าว่ามีสีใด เนื้อผ้าใดบ้าง ลูกค้าก็สามารถเลือกเตียงที่ลูกค้าต้องการได้ การผลิตก็สามารถผลิตได้หลากหลายรูปแบบตามความต้องการของลูกค้า เพราะผู้ผลิตเองก็ได้ทรายว่าลูกค้าต้องการแบบใด จำนวนมากน้อยเท่าใด หากผลิตไว้ก่อนก็อาจทำให้มีสินค้าในสต๊อกเป็นจำนวนมาก และอาจขายไม่ได้เป็นผลให้ต้นทุนสูงขึ้นเป็นต้น ซึ่งประโยชน์ของวิธีนี้คือ

(3.1) มีชนิดสิ้นค้าให้เลือกมาก

(3.2) ทำให้เกิดมาตรฐานขององค์ประกอบสินค้าเป็นส่วนๆ เฉพาะด้าน

(4) การวิเคราะห์คุณค่า (Value Analysis)

วิธีนี้เป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ให้ใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์และช่วยประหยัดไปด้วยวิธีนี้ผู้พัฒนาต้องกำหนดวัตถุประสงค์ของสินค้า หน้าที่การใช้งานพื้นฐาน และหน้าที่รองของการใช้งาน เพื่อจะได้ออกแบบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เช่น การออกแบบที่เปิดกระป๋อง วัตถุประสงค์ของที่เปิดกระป๋องคือ เพื่อเอาของที่อยู่ในกระป๋องออกมา หน้าที่พื้นฐานคือเปิดกระป๋อง หน้าที่รองคือ ตัดฝากระป๋องแล้วจึงมาคำนวณต้นทุนของแต่ละหน้าที่ แล้วออกแบบและพัฒนาที่เปิดกระป๋องหลายๆ แบบที่ลดต้นทุนและเพิ่มคุณค่าของที่เปิดกระป๋องเป็นต้น

2.9.5 แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม

ได้มีการคิดค้นแนวทางการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมไว้มากมาย แต่ออตโต้และวูด(Otto and Wod.2002:725-728) ได้รวบรวมแนวทางพื้นฐานไว้ซึ่งแนวทางเหล่านั้นสามารถปฏิบัติตามได้ง่ายและมีประสิทธิภาพสูง ดังนั้น ผู้ออกแบบจึงควรนำมาประยุกต์ใช้เพื่อปรับเปลี่ยนแนวคิดของผลิตภัณฑ์ให้เหมาะสมยิ่งขึ้น นอกจากนี้ควรนำแนวทางเหล่านั้นมาพิจารณาในช่วงออกแบบรายละเอียดเป็นแนวทางเกี่ยวกับ กลยุทธ์ในการแข่งขันด้านการตลาด ปัจจุบันมีหลายบริษัทที่พัฒนากลยุทธ์การแข่งขัน โดยนำปัญหาสิ่งแวดล้อมเข้ามา ปรับปรุงกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ ซึ่งสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตในส่วนของรายการผลิต และบริษัทยังสามารถนำกลยุทธ์นี้ไปโฆษณาสินค้าของบริษัทตนเอง เพื่อสร้างความน่าเชื่อถือได้อีกประการ รวมถึงการร่วมกันรักษาสิ่งแวดล้อมโลกด้วย ซึ่งเป็นแนวทางพื้นฐานของการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อมโดยมีรายละเอียด ดังนี้

(1) แนวทางการออกแบบที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (Guideline on Design to Reduce Environment Impact)แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ในที่นี้กล่าวถึงแนวทางการออกแบบและเหตุผลที่ใช้ประกอบพิจารณาซึ่งนักออกแบบสามารถ นำข้อมูลต่างๆ ทั้ง 12 ข้อ ดังจะกล่าวต่อไปไว้เป็นแนวทางในการพิจารณาการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นส่วนผลิตภัณฑ์เพื่อให้ลดปัญหาสิ่งแวดล้อม และปัญหาสภาวะโลกร้อน ซึ่งปัญหาเหล่านี้กำลังเป็นที่สนใจของคนทั้งโลก การออกแบบเพื่อลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและยังส่งผลไปถึงการออกแบบเพื่อการผลิต (DFM) และการออกแบบเพื่อประกอบ (DFA) ซึ่งเป็นส่วนช่วยลดค่าใช้จ่ายต่างๆ ในกระบวนการผลิตทั้งหมด แนวทางนี้ถือว่าเป็นแนวทางที่มีประโยชน์ต่อบริษัทผู้ผลิต ทั้งต่อการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และลดค่าใช้จ่ายในการผลิตซึ่งเป็นแนวทางของการออกแบบ และเหตุผลของการลดปัญหาสิ่งแวดล้อมมีรายละเอียด ดังตาราง 2.7

ตารางที่ 2.6 แนวทางการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อช่วยลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
ออกแบบผลิตภัณฑ์ให้ทำหน้าที่ได้หลายอย่าง Multifunctional	มีผลดีต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ทำหน้าที่ได้ อย่างเดียว
ออกแบบให้มีจำนวนชิ้นส่วนน้อยที่สุดสร้างชิ้นส่วนที่มีหลายหน้าในตัว	ลดเวลาการถอดแยกส่วน
หลีกเลี่ยงการใช้สปริง รอก สายยึดควรออกแบบให้ชิ้นส่วนทำหน้าที่เหล่านี้ในตัว	ลดเวลาการถอดแยกส่วน
ออกแบบให้ผลิตภัณฑ์มีลักษณะแยกส่วน มากที่สุดโดยแยกหน้าที่ต่างๆ ออกจากกัน	ช่วยเพิ่มทางเลือกในการให้บริการอัพเกรดหรือรีไซเคิล
จัดให้ชิ้นส่วนที่ไม่สามารถรีไซเคิลได้ตั้งอยู่ในที่เดียวกัน	ช่วนถอดแยกส่วนได้เร็วขึ้น
ออกแบบให้ชิ้นส่วนที่มีมูลค่าสูงสุดอยู่ในตำแหน่งที่เข้าถึงง่ายและทิศทางที่ถอดออกง่าย	ช่วยให้สามารถถอดแยกส่วนได้ง่ายในส่วนที่ต้องการ
ออกแบบชิ้นส่วนให้มีความมั่นคงในระหว่างการถอดแยกส่วน	การถอดแยกชิ้นส่วนโดยใช้มือจะทำได้ง่ายกว่า
สำหรับชิ้นส่วนพลาสติก หลีกเลี่ยงการใช้โลหะสอดใส่หรือเสริมความแข็งแรง	ทำให้ไม่เสียเวลาแยกพลาสติกออกจากโลหะ
ควรระบุให้ชัดเจนถึงชิ้นส่วนที่สามารถนำไปผลิตซ้ำได้	ทำให้เกิดความต้องการในการผลิตซ้ำและลดการใช้วัตถุดิบ
ควรระบุให้ชันเจนถึงกล่องบรรจุที่สามารถนำไปใช้ใหม่ได้	ลดการใช้วัตถุดิบ
ออกแบบให้มีระบบตัดพลังงานในส่วนที่ไม่ได้ใช้	กำจัดการใช้พลังงานโดยไม่จำเป็นส่วนที่ไม่ได้ใช้
ออกแบบให้ชิ้นส่วนต่างๆทำด้วยวัสดุชนิดเดียวกัน	ลดความจำเป็นในการถอดแยกชิ้นส่วนระหว่างรีไซเคิล

ที่มา : Otto and Wood. 2002 : 726 อ้างใน ซิสิกกา วรรณจันทร์. 2554 : 413

(2) แนวทางการเลือกวัสดุในการออกแบบ (Guideline on Selecting Material for Design)

การเลือกวัสดุในการออกแบบที่มีความสำคัญเช่นกัน เพราะการออกแบบผลิตภัณฑ์ต้องเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน และควรมีการระบุข้อบ่งชี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่างๆ ด้วย รวมถึงอาจมีทางเลือกใหม่ในการใช้วัสดุทดแทนกลุ่มย่อยสลายได้เองหรือกลุ่มที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

ตารางที่ 2.7 แนวทางการเลือกวัสดุในการออกแบบผลิตภัณฑ์

แนวทางการออกแบบ	เหตุผล
หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุที่อยู่ในรายการควบคุม	วัสดุเหล่านี้มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมสูง
ลดความหลากหลายของการใช้วัสดุชนิดต่างๆ	ช่วยให้กระบวนการรีไซเคิลง่ายขึ้น
เลือกใช้วัสดุชนิดเดียวกัน (หรือเข้ากันได้) กับชิ้นส่วนที่อยู่ติดกัน	ลดความจำเป็นในการถอดแยกส่วนและคัดแยก
ทำการบ่งชี้วัสดุบนชิ้นส่วนบนชิ้นส่วนทุกชิ้น	มูลค่าของวัสดุหลายชนิดจะเพิ่มขึ้นโดยการบ่งชี้และคัดแยกที่ชัดเจน
ใช้วัสดุที่ผ่านการรีไซเคิลแล้ว	เพื่อสนับสนุนตลาดสำหรับวัสดุที่ผ่านการรีไซเคิลแล้ว
ใช้วัสดุที่สามารถรีไซเคิลได้โดยเฉพาะวัสดุที่บริสุทธิ์	เพื่อลดของเสีย และเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์เมื่อสิ้นสุดอายุใช้งาน
หลีกเลี่ยงการใช้วัสดุจำพวกคอมโพสิต	คอมโพสิตเป็นวัสดุที่ไม่บริสุทธิ์
สำหรับชิ้นส่วนที่ต้องเคลื่อนที่เลือกใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงสูงและน้ำหนักเบา	การลดน้ำหนักที่เคลื่อนที่ช่วยประหยัดการใช้พลังงาน
ใช้โลหะผสมต่ำ ซึ่งสามารถนำไปรีไซเคิลได้ง่ายกว่าโลหะผสมสูง	โลหะที่บริสุทธิ์มากกว่า สามารถนำไปรีไซเคิลเพื่อใช้งานได้หลากหลายมากขึ้น
ควรทำเครื่องหมายชิ้นส่วนที่เป็นพิษต่อสิ่งแวดล้อม	เพื่อให้สามารถกำจัดชิ้นส่วนเป็นพิษได้อย่างรวดเร็ว

ที่มา : Otto and Wood. 2002 : 228 อ้างใน ชิสิกกา วรรณจันทร์. 2554 : 414

(3) แนวทางการทำผิวสำเร็จและการติดป้ายในการออกแบบ (Guideline on Making Ready Surface and Labeling for Design)การทำผิวสำเร็จและการติดป้ายในการออกแบบผลิตภัณฑ์นั้นผู้ออกแบบต้องมีการวางแผนตั้งแต่ดำเนินการออกแบบว่าผิวผลิตภัณฑ์จะเป็นอย่างไร ถ้าต้องทำสีก็ต้องวางแผนในส่วนของโทนสี ว่าจะเป็นสีอ่อนหรือแก่ และส่วนไหนต้องทำก่อน

ตารางที่ 2.8 แนวทางการทำผิวสำเร็จและการติดป้ายในการออกแบบ

แนวทางออกแบบ	เหตุผล
ตรวจสอบให้แน่ใจว่าหมึกพิมพ์เข้ากันได้ในบริเวณที่ต้องพิมพ์บนชิ้นส่วน	ช่วยรักษามูลค่าของวัสดุให้มากที่สุดในการนำกลับมาใช้ใหม่
กำจัดสีที่ไม่เข้ากันบนชิ้นส่วนพยายามใช้วิธีกัดแม่พิมพ์ลงไปในเนื้อ	กรรมวิธีการกำจัดสีออกมักทำให้ชิ้นส่วนเสื่อมสภาพ
ใช้โลหะที่ไม่ผ่านการเคลือบ	การเคลือบโลหะอาจทำให้ไม่สามารถนำไปรีไซเคิลได้

ที่มา : Otto and Wood. 2002 : 229 อ้างใน ชิสิกกา วรรณจันทร์. 2554 : 415

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(4) แนวทางการจับยึดในการออกแบบ (Guideline on Fixing for Design) การออกแบบอุปกรณ์จับยึดในการต่อประสานชิ้นส่วน ควรมีความเข้าใจว่าส่วนใดใช้หรือจับถือบ่อยก็ควรให้ความสำคัญ หรือออกแบบให้ติดยึดโดยไม่ใช้น็อตหรือสกรู หากจำเป็นต้องใช้ให้น้อยที่สุดและใช้อย่างระมัดระวัง เพราะนอกจากจะสิ้นเปลื้องวัสดุแล้วยังเสียเวลาในการผลิตด้วย

ตารางที่ 2.9 แนวทางการออกแบบอุปกรณ์จับยึดในผลิตภัณฑ์

แนวทางออกแบบ	เหตุผล
ลดจำนวนอุปกรณ์จับยึดให้น้อยที่สุด	เวลาการถอดแยกส่วนมักจะสูญเสียที่การถอดอุปกรณ์จับยึด
ลดจำนวนเครื่องมือที่ใช้ถอดอุปกรณ์จับยึดให้น้อยที่สุด	การเปลี่ยนเครื่องมือจะทำให้เสียเวลา
อุปกรณ์จับยึดควรจะถอดได้ง่าย	ช่วยประหยัดเวลาการถอดแยกส่วน
ตำแหน่งจับยึดควรจะเข้าถึงได้ง่าย	การเคลื่อนที่ไม่สะดวกจะทำให้ถอดแยกส่วนได้ช้าลง
การประกบติดกันได้ ควรอยู่ในตำแหน่งที่เห็นได้ชัดเจนและสามารถถอดได้ง่ายโดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน	เครื่องมือพิเศษอาจจะไม่สามารถหาได้ง่าย
พยายามใช้อุปกรณ์จับยึดที่เข้ากันได้กับชิ้นส่วนที่ต้องการยึดเข้าด้วยกัน	ลดความจำเป็นในการถอกแยกส่วนในภายหลัง
ถ้าชิ้นส่วนสองชิ้นเข้ากันไม่ได้ต้องออกแบบให้แยกออกจากกันได้ง่าย	ชิ้นส่วนสองชิ้นจะต้องแยกออกจากกันก่อนนำมา รีไซเคิล
หลีกเลี่ยงการใช้กาว ยกเว้นเข้ากันได้กับชิ้นส่วนที่ต้องการยึดเข้าด้วยกัน	กาวหลายชนิดทำให้เกิดสารปนเปื้อนในชิ้นส่วนที่ต้องนำมา รีไซเคิล
พยายามใช้สายต่อหรือเคเบิ้ลให้น้อยที่สุด	ชิ้นส่วนที่ยืดหยุ่นจะถอดออกจากกันได้ช้า
ออกแบบให้ส่วนข้อต่อขาดจากกันแทนที่จะต้องถอดอุปกรณ์จับยึดออก	การขาดออกจากกันเป็นวิธีถอดแยกส่วนที่รวดเร็ว

ที่มา : Otto and Wood. 2002 : 728 อ้างใน ชิสิกกา วรรณจันทร์. 2554 : 415

โดยแนวทางที่ได้กล่าวมาทั้ง 4 แนวทางถือเป็นประโยชน์มาก หากนำไปพิจารณาในการออกแบบจะช่วยลดค่าใช้จ่ายและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมได้เป็นอย่างดี

2.10 ศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวลความรู้ ในการศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว ดังนี้

2.10.1 การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์

มาตรฐาน คือ สิ่งที่ทุกคนยึดถือปฏิบัติไปในแนวเดียวกัน วนมาตรฐานที่ใช้ในระบบคุณภาพหมายถึง ข้อตกลงที่ได้จัดทำขึ้นเป็นเอกสารไว้ล่วงหน้า ซึ่งได้รับความเห็นชอบจากองค์กร หรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยงานที่ยอมรับโดยทั่วไป โยมีเนื้อหาที่เกี่ยวกับข้อกำหนด ด้ายวิธีการทำงานและหรือกฎเกณฑ์ทางด้านเทคนิคที่กำหนดขึ้น ซึ่งเป็นคุณสมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ (บรรจง จันทมาศ. 2546 : 54)

ปัจจุบันประชากรโลกกำลังเผชิญกับการสูญเสียเนื่องจากผลิตภัณฑ์ไม่มีมาตรฐาน เช่น ถ้าอะไหล่รถยนต์ทุกยี่ห้อใช้ได้เหมือนกัน จะสามารถลดต้นทุนการผลิตอะไหล่ได้อย่างมหาศาล เพราะสามารถทำการผลิตจำนวนมากๆ (Mass Production) การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์จึงเป็นเทคนิคที่ช่วยให้เกิดการเพิ่มผลผลิต ถ้าผลิตภัณฑ์ที่เป็นชิ้นส่วนในการประกอบเครื่องจักรกลใดๆ ไม่ได้มาตรฐานจะพบว่าในการประกอบเครื่องจักรเครื่องนั้น จะต้องใช้เวลาในการปรับแต่งชิ้นส่วนนั้น ซึ่งเป็นเวลาที่ไม่ทำให้เกิดผลผลิต เป็นการสูญเปล่าทางการผลิต

ถ้ามีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ขึ้นในทางการผลิต จะสามารถสร้างและใช้เครื่องมือจิ๊กและฟิกซ์เจอร์ได้ง่ายขึ้น และมีต้นทุนเหล่านี้ต่ำลง ความผิดพลาดทางการผลิตและเวลาที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนเครื่องจักรและอุปกรณ์น้อยลงทำให้ผลผลิตสูงขึ้น เมื่อมีการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์จำนวนพัสดุคงคลังจะลดลงกระบวนการจัดเก็บ ค้นหา และการนำส่งง่ายขึ้น ทำให้ต้นทุนการจัดการพัสดุคงคลังลดลง

2.10.2 รูปแบบมาตรฐานผลิตภัณฑ์

รูปแบบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ หมายถึง การกำหนดมาตรฐานของผลิตภัณฑ์ซึ่ง บรรจง จันทมาศ (2546 : 54) แบ่งมาตรฐานผลิตภัณฑ์ออกเป็น 2 ประเภท โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

(1) มาตรฐานระบบ (System Standards) เป็นมาตรฐานที่จัดทำขึ้นมาเพื่อสร้างความเชื่อมั่นว่าปัจจัยที่สำคัญในการผลิตเป็นไปตามมาตรฐานที่กำหนดเช่น มาตรฐานระบบบริหารคุณภาพของกระบวนการ (Processes) ซึ่งเป็นกิจกรรมต่างๆ ในการผลิตและ/หรือการบริการมีการแปรรูปโดยต้องมีสิ่งนำเข้า (Input) แล้วผ่านกระบวนการ (Processes) จึงได้ผลลัพธ์ (Output) เป็นมาตรฐานวิธีการทำงานที่จะต้องปฏิบัติโดยคำนึงถึงข้อกำหนด ซึ่งเป็นพันธะร่วมระหว่างประเทศเป็นมาตรฐานระดับโลกความเป็นมาตรฐาน คือ การสร้างความเท่าเทียมกันของกระบวนการปฏิบัติงานภายในองค์กรให้เกิดความสม่ำเสมอคงเส้นคงวา มาตรฐานนี้จะมีการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงให้ทันสมัยอย่างต่อเนื่อง โดยคำนึงถึงความต้องการของลูกค้าเป็นหลัก และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับธุรกิจ ทั้งทางด้านอุตสาหกรรมการผลิต และงานบริการโดยไม่จำกัดขนาด มาตรฐานนี้ได้แก่ ระบบบริหารคุณภาพ ISO 9000 ISO 14000 และ TSO 9001

(2) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Product Standards) เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้น เพื่อให้แน่ใจว่าผลิตภัณฑ์ดังกล่าวจะมีคุณลักษณะและคุณสมบัติเป็นมาตรฐานโดยเป็นไปในแบบเดียวกันหมด เช่น มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเป็นมาตรฐาน ที่เป็นกฎเกณฑ์ทางเทคนิคที่กำหนดขึ้นไว้สำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ทางด้านผลผลิตที่ได้ระบุลักษณะของผลิตภัณฑ์ประสิทธิภาพ การนำไปใช้งาน การทดสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ที่เป็นไปตามมาตรฐาน และมีเครื่องหมายมาตรฐานเป็นไปตามกำหนดซึ่งได้แก่

(2.1) เครื่องหมายมาตรฐาน ผู้ผลิตที่ต้องการแสดงเครื่องหมายมาตรฐานที่ผลิตภัณฑ์ จะต้องยื่นคำขอรับใบอนุญาตที่สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมตรวจสอบโรงงานและผลิตภัณฑ์ทีเป็นไปตามมาตรฐานนี้เท่านั้น

(2.2) เครื่องหมายมาตรฐานบังคับ ผลิตภัณฑ์ใดที่กำหนดไว้ว่าเป็นมาตรฐานบังคับ ผู้ผลิต ผู้นำเข้า และผู้จำหน่ายจะต้องผลิต นำเข้า และจำหน่ายเฉพาะผลิตภัณฑ์ที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามมิให้ทำซ้ำ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นไปตามมาตรฐานนี้เท่านั้น โดยมีเครื่องหมายมาตรฐานบังคับแสดง

(2.3) เครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย ผลิตภัณฑ์บางชนิดที่ต้องมีความปลอดภัยในการใช้งาน เช่น ผลิตภัณฑ์ไฟฟ้า เป็นต้น สำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรมจะกำหนดมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัย หากผู้ผลิตได้รับอนุญาตก็จะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานเฉพาะด้านความปลอดภัยที่ผลิตภัณฑ์

2.10.3 ระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์

ระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ หมายถึง ระดับของมาตรฐานที่ใช้กำหนดว่าแต่ละผลิตภัณฑ์จะอยู่ในระดับใด สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (2550) ได้กำหนดไว้ 6 ระดับ คือ

(1) มาตรฐานระดับบุคคล (Individual Standards) เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นโดยผู้ที่ต้องการใช้แต่ละบุคคล รวมไปถึงการกำหนดโดยแต่ละหน่วยงาน เพื่อให้เป็นไปตามความประสงค์ของแต่ละคนหรือแต่ละหน่วยงานนั้น

(2) มาตรฐานระดับบริษัท (Company Standards) เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นจากการตกลงร่วมกันของแผนกในบริษัท เพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ การผลิต การซื้อขาย

(3) มาตรฐานระดับสมาคม (Association Standards) เป็นมาตรฐานที่กำหนดขึ้นจากลุ่มบริษัท หรือกลุ่มบุคคลที่อยู่ในวงการค้าเดียวกัน หรือเกิดจากข้อตกลงของกลุ่มบริษัทหรือโรงงานที่มีกิจกรรมของอุตสาหกรรมอย่างเดียวกัน หรือมีการผลิตของชนิดเดียวกัน

(4) มาตรฐานระดับประเทศ (National Standards) เป็นมาตรฐานที่ได้จากการประชุมหารือเพื่อหาข้อตกลงร่วมกันของผู้เกี่ยวข้องหลายฝ่ายในชาติ โดยมีหน่วยงานมาตรฐานของชาตินั้นๆ เป็นศูนย์กลาง ซึ่งหน่วยงานมาตรฐานของชาติอาจเป็นหน่วยงานรัฐหรือเอกชนก็ได้

(5) มาตรฐานระดับภูมิภาค (Regional Standards) เป็นมาตรฐานที่เกิดขึ้นจากการประชุมปรึกษาหารือกันระหว่างประเทศในภูมิภาคเดียวกัน แล้วกำหนดข้อตกลงร่วมกัน ส่วนมากจะเป็นการปรับมาตรฐานระดับประเทศในภูมิภาคเดียวกัน ให้มีสาระสำคัญสอดคล้องกัน

(6) มาตรฐานระดับระหว่างประเทศ (International Standards) เป็นมาตรฐานที่ได้จากข้อตกลงร่วมกันของประเทศสมาชิกต่างๆ ที่มีความสนใจ ร่วมกัน เช่น มาตรฐานระหว่างประเทศขององค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (International Organization for Standardization : ISO)

ระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์ทั้ง 6 ข้างต้นนั้นได้ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อเป็นแนวทางให้ยึดถือปฏิบัติไปในแนวทางเดียวกัน ซึ่งการกำหนดกฎเกณฑ์มาตรฐานในแต่ละหน่วยงานก็มีความแตกต่างกัน โดยมาตรฐานที่กำหนดขึ้นมาจะใช้เฉพาะในองค์กรเท่านั้น ซึ่งแต่ละองค์กรก็ได้พยายามสร้างมาตรฐานของตนเพื่อหาจุดเด่น และให้สามารถแข่งขันในตลาดได้

2.10.4 ด้านการวิเคราะห์ทดสอบแก้ว

มีรายการทดสอบที่จำเป็นสำหรับผู้ประกอบการแก้วคือการให้บริการคำปรึกษาและคำนวณค่าพลังงานของเตาหลอมแก้ว การคำนวณด้านวัตถุดิบและสูตรส่วนผสม และดำเนินการขยายขอบข่ายการรับรองคุณภาพห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 ในด้านการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของวัตถุดิบที่สำคัญ เช่น ทราย โดโลไมต์ และด้านสมบัติทางความร้อนของวัสดุแก้ว โดยทำกิจกรรมเพื่อเสริมศักยภาพห้องปฏิบัติการกับหน่วยงานในต่างประเทศอย่างต่อเนื่อง เน้นทางเคมีเพื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดสอบด้านความปลอดภัย เช่นการวิเคราะห์ leaching test ของ สารหนูหรือ Arsenic ของขวดยา รวมทั้งพัฒนาเครื่องมือ ขยายการให้บริการทางด้านเคมีให้มากขึ้นใน ภาชนะแก้วบรรจุอาหาร แก้วสำหรับเวชภัณฑ์ เป็นต้น

การพัฒนาให้เป็นศูนย์เชี่ยวชาญเฉพาะทาง การพัฒนาห้องปฏิบัติการให้ผลการทดสอบมีความน่าเชื่อถือมีความสำคัญมาก ขณะนี้ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการ ISO/IEC 17025 เรื่องการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของแก้วโซดาไลม์จำนวน 9 รายการ และเพื่อต้องการเพิ่มศักยภาพด้านการวิเคราะห์ทดสอบ ศูนย์เชี่ยวชาญด้านแก้วได้เข้าเป็นสมาชิกของ Technical Committee 02 (Chemical Durability and Glass Analysis), ICG ซึ่งมีสมาชิกเป็นห้องปฏิบัติการที่มีความเป็นเลิศทางด้านแก้วในต่างประเทศประมาณ 20 ประเทศ ได้เข้าร่วมประชุมและทำงานร่วมกันคือการทดสอบความชำนาญ การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างห้องปฏิบัติการ และ Round Robin มีโอกาสได้รู้เทคนิคการทดสอบและความก้าวหน้าใหม่ๆ เพื่อนำมาพัฒนางาน กิจกรรมที่ได้ร่วมทำกับ TC02 ที่ผ่านมา เช่น

(1) การวิเคราะห์ องค์ประกอบทางเคมีของ Standard glass sand BCS-CRM 528 ของ Society of Glass Technology ประเทศอังกฤษ

(2) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทางเคมีของแก้วและ homogeneity ของแผ่นแก้ว CRM BAM 500SA ของประเทศเยอรมนี

(3) การวิเคราะห์องค์ประกอบหลักทางเคมีของทราย Sand LIS-2009 จาก Bureau of Analysed Samples LTDหรือ (BAS) ของประเทศอังกฤษ

(4) การวิเคราะห์ปรอท (mercury) ในแก้ว เนื่องจากปรอทเป็นหนึ่งในสารต้องห้ามของ RoHs โดยเป็นตัวอย่างของประเทศอิตาลี

(5) การหาองค์ประกอบทางเคมีของ Vitreous ceramic ลักษณะเป็นแผ่นแก้วสีแดงจากประเทศจีน จากการทำงานของศูนย์แก้วในลักษณะนี้ ทำให้มีส่วนในการให้ค่าวัสดุอ้างอิงรับรอง (CRM) เช่นให้ค่าองค์ประกอบทางเคมีของทราย BCS-CRM 528 ของ Bureau of Analysed Samples LTD (BAS) จาก ประเทศอังกฤษ ซึ่งเป็นองค์กรที่ผลิตและให้ค่าวัสดุมาตรฐานอ้างอิงที่มีชื่อเสียงระดับโลก

ภาพที่ 2.41 แสดงลักษณะการทดลองผลิตภัณฑ์แก้ว
ที่มา : วารสารกรมวิทยาศาสตร์บริการ : 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5 ด้านมาตรฐานผลิตภัณฑ์แก้ว

2.10.5.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขวดยาแก้วบรรจุยาเม็ด มอก. 417 – 2548 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะ ขวดยาแก้วสำหรับบรรจุยาเม็ด แคปซูล และยาผง เป็นแก้วประเภท III หรือแก้ว ประเภท NP (nonparenteral) เป็น แก้ว ใสไม่มี หรือ มีสีชา และเป็นภาชนะ ที่สัมผัส โดยตรงกับยา (primary pack) ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้เรียกว่า ขวดยาแก้ว

หมายเหตุ ภาชนะบรรจุที่สัมผัสโดยตรงกับยามีผลต่อฤทธิ์ยา ความบริสุทธิ์เสถียรภาพและความปลอดภัยของยาระหว่างการผลิตและเก็บรักษา

2.10.5.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บล็อกแก้วกลวง มอก. 1395 – 2554 มาตรฐานครอบคลุมบล็อกแก้วกลวงที่ทำด้วยแก้วใช้สำหรับก่อผนัง (ไม่ครอบคลุมบล็อกแก้วสำหรับใช้ปูพื้น) โดยจำแนกบล็อกแก้วตามลักษณะเป็น 2 แบบ คือ แบบสี่เหลี่ยมจัตุรัสและแบบสี่เหลี่ยมผืนผ้า สาระสำคัญของ มอก. ฉบับนี้ ประกอบด้วย:

(1) มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน: ความกว้าง ความยาว และความหนา และความหนาผิวด้านนอกไม่น้อยกว่า 3.0 mm

(2) คุณลักษณะที่ต้องการ โดยลักษณะผิวด้านนอกต้องเรียบ ภายในเนื้อแก้วต้องไม่มีฟองอากาศ ปราศจากสิ่งเจือปน และตำหนิ (ร้าว บิดเบี้ยว บิ่น หรือกะเทาะ) ความเว้าหรือความโค้งของสันขอบและผิวด้านนอก ความได้ฉาก ความเหลื่อมกันของแก้วประกอบ และความต้านแรงอัดต้องไปตามที่มาตรฐานกำหนด

(3) การบรรจุต้องสามารถป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการเก็บรักษา การขนส่ง และการขนย้าย

(4) เครื่องหมายและฉลาก: บล็อกแก้วทุกก้อนต้องระบุขนาด (กว้าง x ยาว x หนา หน่วย mm) และชื่อผู้ทำ/โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน และภาชนะบรรจุบล็อกแก้วทุกหน่วยต้องแจ้งรายละเอียด

- ชื่อผลิตภัณฑ์ "บล็อกแก้วกลวง"
- แบบรุ่น หรือชื่อลายพิมพ์
- รหัสรุ่น
- ขนาด (ความกว้าง x ความยาว x ความหนา) เป็นมิลลิเมตร
- จำนวนสุทธิ (ก้อน)
- ชื่อผู้ทำ/โรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน
- ประเทศที่ทำ

(5) การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ระบุรายละเอียดไว้ในภาคผนวก ก.

(6) วิธีการทดสอบต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด

2.10.5.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ กระจกเทมเปอร์มอก. 197-2536 กำหนดชั้นคุณภาพ ความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน วัสดุ คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบกระจกนิรภัย กระจกหลายชั้น ครอบคลุมกระจกหลายชั้น โปร่งใส ทั้งที่มีสีและไม่มีสี สำหรับใช้เป็นกระจกกันลมหน้า (Windscreen) และไม่ใช้เป็นกระจกกันลมหน้า แต่ไม่รวมถึงกระจกนิรภัยที่ทำขึ้นเพื่อวัตถุประสงค์ในการป้องกันกระสุนปืน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขวดแก้วสำหรับเครื่องดื่มประเภทอัดก๊าซ มอก.2-2525 มาตรฐานกำหนดชนิดและความจุระบุ มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน การทำและความเรียบร้อย คุณลักษณะที่ต้องการ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินและการทดสอบ ตาม มอก. ฉบับนี้ จำแนกออกเป็น 2 แบบตามประเภทของฝาปิด ได้แก่ แบบฝาจีบ ความจุตั้งแต่ 170-650 มิลลิลิตร และแบบฝาเกลียว ความจุขนาด 1,000 มิลลิลิตร

2.10.5.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขวดยาฉีดแก้ว: ทำจากหลอดแก้ว มอก.503-2547 ครอบคลุมเฉพาะขวดยาฉีดแก้วทำจากหลอดแก้ว

แก้วประเภท หมายถึง แก้วบอโรซิลิเกต ซึ่งเป็นแก้วที่มีความทนทานทางเคมีสูง โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุยาฉีด

แก้วประเภท II หมายถึง แก้วโซดาไลม์หรือแก้วโซดาไลม์ซิลิกาที่ผ่านกรรมวิธีดีแอลคาไลน์ที่ผิวอย่างเหมาะสม โดยทั่วไปใช้ทำภาชนะบรรจุยาฉีดที่มีความเป็นกรดหรือเป็นกลาง

แก้วประเภท III เป็นแก้วใสไม่มีสี หรือมีสีชา ทำจากแก้วโซดาไลม์หรือแก้วโซดาไลม์ซิลิกา โดยทั่วไปไม่ใช้ทำภาชนะบรรจุยาฉีด ยกเว้นทดสอบแล้วมีความคงตัวเหมาะสม

ทั้งนี้ การทดสอบวัสดุของขวดยาฉีดแก้ว ให้เป็นไปตาม มอก. 501 วิธีทดสอบความทนทานทางเคมีของภาชนะแก้วบรรจุยา

คุณลักษณะทั่วไปของขวดยาฉีดแก้ว : ต้องเป็นแก้วใสไม่มีสี หรือมีสีชา มีผิวเรียบ ไม่ร้าว หรือมีรูเข็ม ไม่มีฟองอากาศ หรือข้อบกพร่องอื่นที่มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า มีก้นแบนหรือเว้าเล็กน้อย เมื่อตั้งขวดยาฉีดบนพื้นราบต้องตั้งตรง ไม่โคลง และสมมาตรกัน

การอบผสานเนื้อ : ขวดยาฉีดแก้วต้องผ่านการลดความเครียดอย่างเหมาะสม โดยทดสอบตาม ASTM C 148 Standard Test Methods for Polariscopic Examination of Glass Containersเฉพาะประเภท I ค่าสารหนูต้องไม่เกิน 0.1 µg/g

การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก: ต้องระบุชื่อผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐานนี้หรือชื่ออื่นที่สื่อความหมายว่าเป็นผลิตภัณฑ์ตาม มอก. 503 ประเภทของแก้ว แบบ ขนาดระบุ สี จำนวน รหัสรุ่นที่ทำ ชื่อผู้ทำ หรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

2.10.5.6 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกแผ่น มอก.54-2516 กระจกแผ่นแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

(1) กระจกใส ทำโดยการดึงออกมาเป็นแผ่นสำเร็จ ซึ่งมีลักษณะเป็นแผ่นเรียบใส

(2) กระจกฝ้า ทำจากกระจกใสโดยกรรมวิธีทำผิวด้านหนึ่งบนเนื้อกระจกให้เป็นรอยฝ้า

การแบ่งชั้นคุณภาพแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือ

(1) ชั้นคุณภาพ A

(2) ชั้นคุณภาพ B

กระจกแผ่นแบ่งความหนาออกเป็น : 3 4 5 และ 6 mm

2.10.5.7 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมกระจกสำหรับอาคาร: กระจกนิรภัยหลายชั้นมอก.122-2539 ครอบคลุมกระจกนิรภัยหลายชั้นสำหรับอาคาร ทั้งที่มีสีและมีสีในเนื้อกระจก และ/หรือมีสีเนื่องจากวัสดุคั่นกลาง แต่ไม่รวมถึงกระจกนิรภัยหลายชั้นที่แต่งแต้มหรือเคลือบสีผิวนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระจกนิรภัย หมายถึง กระจกที่ทำขึ้นโดยวิธีการอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อให้มีสมบัติในการป้องกันหรือลดอันตรายเนื่องจากการบาดและแทงของเศษกระจกเมื่อกระจกแตก

กระจกนิรภัยหลายชั้น แบ่งตามลักษณะแผ่นออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ประเภทแผ่นเรียบ: แบ่งตามความทนแรงกระแทกและความทนแรงกระแทกทะลุออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิด I เป็นกระจกนิรภัยตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป ความหนาไม่จำกัด ใช้สัญลักษณ์ L I และชนิด II เป็นกระจกนิรภัย 2 ชั้น ความหนาไม่เกิน 16 mm ใช้สัญลักษณ์ L II

(2) ประเภทแผ่นโค้ง: มีชนิดเดียว ใช้สัญลักษณ์ CL I โดย L หมายถึง กระจกนิรภัยหลายชั้น และ C หมายถึง ประเภทแผ่นโค้ง

กระจกนิรภัยประเภทแผ่นเรียบ

ความหนา : เป็นไปตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ที่ฉลาก และความคลาดเคลื่อนให้เป็นไปตามเกณฑ์ของ มอก. ที่เกี่ยวข้อง หรือหากยังไม่มีการกำหนดมาตรฐาน ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย ความกว้าง x ความยาว: เป็นไปตามเกณฑ์ที่ระบุไว้ที่ฉลาก ความคลาดเคลื่อนเป็นไป ของเล่ม มอก. 1222

กระจกนิรภัยประเภทแผ่นโค้ง : ความหนา ความกว้าง ความยาว ความโค้ง และเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย

วัสดุและการทำกระจก : กระจกโฟลต ใช้คุณภาพตาม มอก. 880 กระจกนิรภัยเทมเปอร์ ใช้คุณภาพตาม มอก. 965 กระจกแผ่นตาม มอก. 54 กระจกเสริมลวด (Wired plate glass) กระจกเสริมลวดขัดเงา (Wired polished plate glass) หรือกระจกสีตัดแสงที่ทำจากกระจกโฟลตและกระจกขัดเงา

วัสดุคั่นกลาง : ชนิด Polyvinylbutyral หรือวัสดุคั่นกลางชนิดอื่นที่มีคุณภาพเทียบเท่า

โดยการทำใช้วิธีอัดประกบกระจกโดยมีวัสดุคั่นกลางคั่นระหว่างชั้นของกระจก พร้อมกับให้ความร้อนเพื่อให้วัสดุคั่นกลางยึดแผ่นกระจกแต่ละชั้นให้ติดแน่นเป็นแผ่นเดียวกัน

คุณลักษณะที่ต้องการ: แสดงไว้ในตารางที่ 2 ของเล่ม มอก. 1222

การบรรจุ : บรรจุในภาชนะที่แน่นหนา แข็งแรง และมีวัสดุกันแตก

เครื่องหมายและฉลาก : ทุกแผ่นต้องมีสัญลักษณ์แสดงชนิด ความหนา ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

2.10.5.8 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม วิธีทดสอบกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ มอก.195-2536 กำหนดรายการทดสอบกระจกนิรภัยสำหรับรถยนต์ ประกอบด้วย:

- กำหนดภาวะการทดสอบที่อุณหภูมิ 20 ± 15 องศาเซลเซียส
- ความหนา: กำหนดเครื่องมือวัด การเตรียมชิ้นทดสอบ และวิธีทดสอบ
- ลักษณะทั่วไป: โดยการตรวจพินิจด้วยตาเปล่า
- การส่งผ่านแสง
- การแยกภาพทุติยภูมิ
- การเห็นภาพเพี้ยน
- การชี้บ่งสี
- ความทนการขัดถู
- ความทนอุณหภูมิสูง
- ความทนรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความทนความชื้น
- การกระแทกโดยศีรษะทดสอบ
- ความทนการทะลุ
- ความทนการกระแทก
- ลักษณะการแตก

2.11 ศึกษาความพึงพอใจ

จากการศึกษาจากเอกสาร หลักฐาน ภาพถ่ายและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถประมวล ความรู้ ในการศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว ดังนี้

2.11.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจ (Satisfaction) ได้มีผู้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้หลาย ความหมาย ดังนี้

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน (2542) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

(ดิเรก. 2528) กล่าวว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความรู้สึกหรือทัศนคติที่ดีต่องานที่ทำของบุคคลที่มีต่องานในทางบวก ความสุขของบุคคลอันเกิดจาก การปฏิบัติงานและได้รับผลเป็นที่พึงพอใจ ทำให้บุคคลเกิดความกระตือรือร้น มีความสุข ความมุ่งมั่น ที่จะทำงาน มีขวัญและมีกำลังใจ มีความผูกพันกับหน่วยงาน มีความภาคภูมิใจในความสำเร็จของงานที่ทำ และสิ่งเหล่านี้จะส่งผลต่อประสิทธิภาพและประสิทธิผลในการทำงานส่งผลต่อถึงความก้าวหน้าและความสำเร็จขององค์การอีกด้วย

(วิรุฬ. 2542) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ขึ้นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะมีความคาดหมายกับสิ่งหนึ่งสิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจ มาก และได้รับการตอบสนองด้วยดีจะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย สอดคล้องกับ

จากการตรวจเอกสารข้างต้นสรุปได้ว่า ความพึงพอใจ หมายถึง ความรู้สึกที่ดีหรือทัศนคติที่ดี ของบุคคล ซึ่งมักเกิดจากการได้รับการตอบสนองตามที่ตนต้องการ ก็จะเกิดความรู้สึกที่ดีต่อสิ่งนั้น ตรงกันข้ามหากความต้องการของตนไม่ได้รับการตอบสนองความไม่พึงพอใจก็จะเกิดขึ้น

2.11.2 แนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Shelly อ้างโดย (ประกายดาว.2536) ได้เสนอแนวคิดเกี่ยวกับความพึงพอใจว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกสองแบบของมนุษย์ คือ ความรู้สึกทางบวกและความรู้สึกทางลบ ความรู้สึกทางบวกเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นแล้วจะทำให้เกิดความสุข ความสุขนี้เป็นความรู้สึกที่แตกต่าง จากความรู้สึกทางบวกอื่นๆ กล่าวคือ เป็นความรู้สึกที่มีระบบย้อนกลับความสุขสามารถทำให้เกิดความรู้สึกทางบวกเพิ่มขึ้นได้อีก ดังนั้นจะเห็นได้ว่าความสุขเป็นความรู้สึกที่สลับซับซ้อนและความสุขนี้จะมีผล ต่อบุคคล มากกว่า ความรู้สึกในทางบวกอื่นๆ

สิ่งจูงใจที่เป็นวัตถุ (material inducement) ได้แก่ เงิน สิ่งของ หรือสภาวะ ทางกายที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้แก่ผู้ประกอบกิจกรรมต่างๆ

สภาพทางกายที่พึงปรารถนา (desirable physical condition) คือ สิ่งแวดล้อมในการประกอบกิจกรรมต่างๆ ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญอย่างหนึ่งอันก่อให้เกิดความสุขทางกาย

ผลประโยชน์ทางอุดมคติ (ideal benefaction) หมายถึง สิ่งต่างๆที่สนอง ความต้องการของบุคคล

ผลประโยชน์ทางสังคม (association attractiveness) หมายถึง ความสัมพันธ์ฉันท์มิตรกับผู้ร่วมกิจกรรม อันจะทำให้เกิดความผูกพัน ความพึงพอใจและสภาพการร่วมกัน อันเป็นความพึงพอใจของบุคคลในด้านสังคมหรือความมั่นคงในสังคมซึ่งจะทำให้รู้สึกมีหลักประกันและมีความมั่นคงในการประกอบกิจกรรม

2.11.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

Kotler and Armstrong (2002) รายงานว่า พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับดัน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคล เกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ซึ่งความต้องการของแต่ละคนไม่เหมือนกัน ความต้องการบางอย่างเป็นความต้องการทางชีววิทยา (biological) เกิดขึ้นจากสภาวะตึงเครียด เช่น ความหิวกระหายหรือความลำบากบางอย่าง เป็นความต้องการทางจิตวิทยา (psychological) เกิดจากความต้องการการยอมรับ (recognition) การยกย่อง (esteem) หรือการเป็นเจ้าของทรัพย์สิน (belonging) ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์ บุคคลพยายามที่สร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดเป็นอันดับแรกก่อนเมื่อความต้องการนั้นได้รับความพึงพอใจความต้องการนั้นก็จะหมดลงและเป็นตัวกระตุ้นให้บุคคลพยายามสร้างความพึงพอใจให้กับความต้องการที่สำคัญที่สุดลำดับต่อไป ตัวอย่าง เช่น คนที่อดอยาก (ความต้องการทางกาย) จะไม่สนใจต่องานศิลปะชิ้นล่าสุด (ความต้องการสูงสุด) หรือไม่ต้องการยกย่องจากผู้อื่นแต่เมื่อความต้องการแต่ละขั้นได้รับความ พึงพอใจแล้วก็จะมีความต้องการในขั้นลำดับต่อไป

2.12 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยทำการศึกษาและรวบรวมทฤษฎีเอกสารที่เกี่ยวข้องใน ด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จากแหล่งข้อมูลต่างๆ จากนั้น ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งหมายถึง งานวิจัย ที่มีข้อมูล บางส่วนที่ใกล้เคียงกับงานที่ผู้วิจัยศึกษา โดยที่นำมาประยุกต์ใช้กับงานวิจัยของโครงการนี้ ผู้วิจัยจึงขอนำงานวิจัยมาอ้างอิงเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ ได้แก่

วรรณา ต.แสงจันทร์ (2557) เรื่อง **การพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว** จากการศึกษาวิจัยนี้เป็นการทำอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว เพื่อใช้เป็นฉนวนกันความร้อนสำหรับ อาคารบ้านเรือน โดยนำเศษแก้วสีชาบดให้ละเอียด ผสมสารก่อฟอง (foaming agent) ชนิดหินปูน หรือโดโลไมต์ ในปริมาณ 0.5-2.0 ส่วน ต่อเศษแก้ว 100 ส่วน ขึ้นรูปเป็นก้อนอิฐ เผาที่อุณหภูมิ 800 และ 850 องศาเซลเซียส นำตัวอย่างไปทดสอบหาค่าความหนาแน่น ความต้านแรงอัด และ ค่าการนำความร้อน ศึกษาผลของปริมาณสารก่อฟอง และอุณหภูมิเผาต่อสมบัติ ความหนาแน่น และความต้านแรงอัด ประเทศไทยมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ใน กระบวนการผลิตแก้ว และนับวันจะมีปริมาณขยะเศษแก้วเพิ่มมากขึ้น ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อสิ่ง แวดล้อมในอนาคต ทำให้มีการรณรงค์การนำวัสดุเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ ในประเทศไทยยังไม่มี การนำเศษแก้วไปใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมใหม่ แต่ในต่างประเทศมี การนำเศษแก้วกลับมาใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆ มากมาย อาทิเช่น ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี (abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) และใช้ทำโฟมกลาส (foam glass) เป็นต้น การทำโฟมกลาส จากเศษแก้วทำได้โดย นำแก้วที่บดละเอียดผสมกับสารที่ให้ก๊าซหรือสาร ก่อฟอง (gasifier or foaming agent) ส่วนมากเป็นพวกคาร์บอน หรือสารประกอบของ คาร์บอน(carbonaceous substances) ซึ่งสามารถแตกตัวให้ก๊าซเกิดขึ้นเมื่อให้ความร้อนระหว่าง อุณหภูมิ 400-1000 องศาเซลเซียส ในขณะเดียวกันแก้วโซดาไลม์มีสมบัติอ่อนตัวที่อุณหภูมิ ประมาณ 650-750 องศาเซลเซียส ณ อุณหภูมินี้แก้วจะมีความหนืดลดลงและไหลตัวได้อนุภาค ของแก้วจะเกิดการเชื่อมต่อกันจนเกิดผนึก (viscous flow sintering) ก๊าซที่เกิดขึ้นจึงถูกกักอยู่ ภายใน และจะขยายตัวเป็นฟองอากาศใหญ่ขึ้นตามความดันแก๊สที่เพิ่มขึ้น เมื่อแก้วเย็นตัวลง ก๊าซที่ เกิดขึ้นก็จะกลายเป็นช่องว่างอยู่ภายใน ทำให้เกิดโครงสร้างพรุนตัว เหมาะที่จะนำมาทำอิฐมวลเบากันความร้อน เนื่องจาก มีน้ำหนักเบา แข็ง ทนต่อแรงอัดได้ดี ไม่ติดไฟ ไม่ไวต่อสารเคมีและไม่ เป็นพิษ มีค่าการนำความร้อนต่ำการศึกษาวิจัยนี้เป็นการศึกษาวิจัย เพื่อหาเทคโนโลยีที่เหมาะสมในการทำอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว เพื่อใช้เป็นฉนวน กันความร้อนสำหรับอาคารบ้านเรือน ซึ่ง จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวงการก่อสร้าง ของประเทศไทยตัวอย่างที่ใช้หินปูน และโดโลไมต์เป็นสารก่อฟอง ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส มีรูพรุนกระจายตัวอยู่ทั่วไป แสดงว่าทั้งหินปูนและโดโลไมต์ เริ่มเกิดปฏิกิริยาแตกตัว ให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส แล้ว และปริมาณหินปูนและโดโลไมต์เพิ่มขึ้น ตัวอย่าง จะมีรูพรุนมากขึ้น และขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากเกิดก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น จึงทำให้ตัวอย่างมีฟองอากาศ มากขึ้น เกิดรูพรุนมากขึ้น จากรูปที่ 2 กราฟแสดงค่า ความหนืด-อุณหภูมิของแก้วสีชา จะเห็นได้ว่า แก้วเริ่ม อ่อนตัวที่อุณหภูมิประมาณ 735 องศาเซลเซียส อนุภาคของแก้วเริ่มเชื่อมต่อกัน เกิดการผนึกตัว (viscous flow sintering) แล้ว โดยเฉพาะผิวหน้าของตัวอย่างจะได้รับ ความร้อนมากกว่าผิวใน ผิวหน้าจึงเกิดการผนึกตัวก่อน ทำให้ก๊าซที่เกิดขึ้นภายในตัวอย่างไม่สามารถออกไปจากผิวหน้าของตัวอย่างได้ จึงถูกกักอยู่ภายใน และรวมตัวกัน ทำให้ตัวอย่างมีรูพรุนขนาดใหญ่ขึ้น ความพรุนตัวมากขึ้น ทำให้ค่าความหนาแน่นลดลง และเป็นผลให้ค่าความต้าน แรงอัดลดลงด้วย

ตัวอย่างที่ใช้หินปูนและโดโลไมต์เป็นสารก่อ ฟอง เมื่อเผาที่อุณหภูมิสูงขึ้น คือ 850 องศาเซลเซียส รูพรุนมีขนาดใหญ่กว่า ตัวอย่างที่เผาอุณหภูมิ 800 องศา เซลเซียส เนื่องมาจากที่อุณหภูมิสูงขึ้น หินปูนและโดโลไมตสามารถเกิดปฏิกิริยาแตกตัวให้ก๊าซได้มากขึ้น และค่า ความดันก๊าซจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น จึงทำให้รูพรุน มีขนาดใหญ่ขึ้น ส่งผลให้ค่าความหนาแน่น และความต้านแรงอัดที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียสน้อยกว่าตัวอย่าง ที่เผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส

ตัวอย่างที่ใช้หินปูนเป็นสารก่อฟอง 1 ส่วนต่อ แก้ว 100 ส่วน มีค่าการนำ ความร้อนมากกว่า ตัวอย่างที่ใช้ โดโลไมต์เป็นสารก่อฟอง 1.5 ส่วนต่อแก้ว 100 ส่วน เนื่องจาก ตัวอย่างที่ใช้หินปูนมีความหนาแน่นมากกว่า จึง นำความร้อนได้ดีกว่าตัวอย่างที่ใช้โดโลไมต์ ตัวอย่างที่มี ความหนาแน่นมากกว่า จะสามารถนำความร้อนได้ดีกว่า และจะมีความเป็นฉนวนน้อยกว่า

เศษแก้วสามารถนำมาทำเป็นอิฐมวลเบาได้ โดยผสม สารก่อฟองชนิดหินปูน 1 ส่วนหรือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดโลไมต์ 1.5 ส่วนต่อ เศษแก้วบดละเอียด 100 ส่วน และใช้โซเดียมซิลิเกตเป็น สารเชื่อมประสาน เพื่อช่วยในการขึ้นรูปให้เป็นก้อนอิฐเผาที่อุณหภูมิ 800 องศาเซลเซียส จะได้อิฐมวลเบาที่มีค่า ความหนาแน่น 0.30-0.32 กรัม/ลบ.ซม. มีค่าความต้าน แรงอัด 5.4-5.6 เมกะปาสคาล และค่าการนำความร้อน 0.60-0.65 วัตต์/เมตร.เคลวิน สามารถนำมาตัดให้มีขนาด ต่างๆ ตามที่ต้องการได้

วรพงษ์ เทียมสอน (2554) เรื่อง **การศึกษาผลิตภัณฑ์เซรามิกส์และแก้วจากการเหลือทิ้งอุตสาหกรรม** จากการศึกษางานวิจัย กากเหลือทิ้งบางชนิดสามารถนำไปใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนวัตถุดิบธรรมชาติได้ เพียงแต่ผู้ ประกอบการโรงงานส่วนใหญ่อาจะยังไม่มี ข้อมูลที่บ่งบอกถึงแนวทางการนำกากเหลือทิ้งของตนไปใช้ประโยชน์ ทำให้ผู้ประกอบการต้องเสียพื้นที่ในการจัดเก็บกากเหลือทิ้ง เสียค่าใช้-จ่ายในการกำจัด จากเหตุผลที่กล่าวมาจึงเป็นมูลเหตุจูงใจให้ผู้เขียน สนใจทำวิจัยนำกากเหลือทิ้งอุตสาหกรรมชนิดของแข็ง (solid waste) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ เพื่อเป็นแนวทางหนึ่งสำหรับลดปริมาณกาก เหลือทิ้งอุตสาหกรรมในอนาคต

การวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นถึงการนำเศษแก้วมาใช้ทดแทนแร่ลอย (หินฟันม้า) ในกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์เซรามิกส์ โดยมุ่งหวัง ให้ต้นทุนการผลิตมีมูลค่าต่ำลง ตัวแปรที่นำมาใช้ศึกษาถึงการปรับปรุงส่วนผสม ได้แก่ ปริมาณเศษแก้วและอุณหภูมิที่ใช้เผา ได้แก่ 1,180˚C และ 1,200˚C รวมถึงระยะเวลาการเผา ทั้งนี้คุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเทียบเท่าเดิม และ หรือดีขึ้นกว่าวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตปัจจุบัน ดัชนีที่ใช้ชี้วัดถึงการลดลงของต้นทุนการผลิตพิจารณาจากมูลค่า ปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) อัตราผลตอบแทน ขั้นต่ำสุด (MARR) และอัตราผลประโยชน์ต่อ ต้นทุน (B/C) โดยกำหนดให้โครงการมีอายุ 10 ปี ผลการศึกษาพบว่า

สุขภัณฑ์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,200˚C จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กล่าวคือ มีการหดตัวร้อยละ 12.16 มีการดูดซึมค่าเฉลี่ยร้อยละ 0.30 มีค่าโมดูลัสแตกร้าว 38.87 เมกะ ปาสคัลและลักษณะผิวเคลือบไม่มีการ รานตัว สีขาวมันวาว มีตำหนิรูฟองอากาศเล็กน้อยและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสุขภัณฑ์ของบริษัทขอนแก่นเซรามิกส์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,230˚C มากกว่าสุขภัณฑ์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,180˚C สามารถลดต้นทุนค่าวัตถุดิบและเชื้อเพลิงได้ 622,188.88 บาท/ปี โดยมีต้นทุนในการผลิตเศษแก้ว 408,197.85 บาท/ปี เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิ มีค่าเท่ากับ 1,069,469.25 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 45.97% สูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 10% ต่อปีและอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1 เท่ากับ 1.39 ซึ่งมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เมื่อพิจารณาถึงการ วิเคราะห์ความไวพบว่าการนำเศษแก้วเพื่อมาใช้ในกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์จะให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า หากราคาเศษแก้ว เพิ่มขึ้นสูงกว่า 2.10 บาท / กิโลกรัม

โดยบทความชิ้นนี้จะกล่าวถึงตัวอย่างผลงานวิจัยที่ได้มรการนำกากเหลือทิ้งอุตสาหกรรมที่เป็น ของแข็ง ประกอบด้วย เศษแก้ว กากแร่ซิลิเกตจากการสกัดโลหะ กากแร่โลหะซิงค์ และตะกรันมาใช้เป็นวัตถุดิบหลักหรือใช้เป็นวัตถุดิบทดแทนสารเคมี ในการผลิตเซรามิกส์ กระเบื้องแก้ว แก้วพรุนสำหรับบำบัดน้ำเสีย รวมถึงใช้ทดแทนสารให้สี หรือให้เกิดผลึกในเคลือเซรามิกส์

การทำกระเบื้องลายหินจากเศษแก้วงานวิจัย ได้มีแรงจูงใจจากแผ่นหินอ่อนและกระเบื้องเซรามิกส์ลายแกรนิตที่มีความสวยงาม น่าใช้ ทำให้เกิดแนวคิดที่จะผลิตกระเบื้องจากวัสดุอื่นๆ แต่มีลวดลายหรือคุณสมบัติเทียบเคียงได้กับผลิตภัณฑ์ทั้ง 2 ชนิด จึงได้วิจัยทำกระเบื้องลายหินจากเศษแก้วใส และแก้วสีดำ เพื่อเป็นทางเลือกทางหนึ่งสำหรับงานวัสดุก่อสร้าง โดยเศษแก้วใสได้จากเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ แสวงหาประโยชน์เชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แก้วขวดสีชา

บุญรักษ์ กาญจนวรวณิชย์ (2552) เรื่อง **การศึกษาและพัฒนากระเบื้องจากเศษแก้ว** โดยจากการศึกษาจากการศึกษาของกรมควบคุมมลพิษระบุว่า ขยะในประเทศไทยสามารถแบ่งเป็น ขยะย่อยสลายได้ เช่น เศษอาหาร ใบไม้ ฯลฯ ประมาณร้อยละ 46 2.ขยะรีไซเคิล เช่น แก้ว พลาสติก ฯลฯ ประมาณร้อยละ 42 ส่วนขยะอันตราย เช่น ขยะที่มีวัสดุปนเปื้อนมีประมาณร้อยละ 3 และขยะทั่วไป ได้แก่ ขยะที่ย่อยสลายยากและไม่คุ้มค่ากับการรีไซเคิลมีประมาณร้อยละ 9 ซึ่งตลอดเวลา 5 ปีที่ผ่านมาพบว่า แนวโน้มการนำขยะกลับมาใช้ใหม่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีสัดส่วนเฉลี่ยร้อยละ 22 ของขยะทั้งหมด สำหรับขยะที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่หรือรีไซเคิลประกอบด้วย กระดาษร้อยละ 31 เหล็กร้อยละ 29 แก้วร้อยละ 25 พลาสติกร้อยละ 12 และอะลูมิเนียมร้อยละ 3 แก้ว: รีไซเคิลได้ไม่รู้จบ แก้วเป็นวัสดุชนิดหนึ่งที่นิยมใช้เป็นภาชนะบรรจุสินค้า โดยเฉพาะผลิตภัณฑ์อาหารและยาต่างๆ เช่น น้ำอัดลม เบียร์ ซอสปรุงรส ยาน้ำ ฯลฯ เพราะแก้วมีสมบัติแข็ง โปร่งใสหรือโปร่งแสง ไม่เกิดปฏิกิริยาเคมีกับอาหารและยา อีกทั้งยังสามารถขึ้นรูปให้มีรูปทรงหลากหลาย ขณะที่ขวดแก้ว หรือผลิตภัณฑ์แก้วใช้แล้วก็สามารถนำกลับมาหลอมเพื่อรีไซเคิลใหม่หลายครั้ง โดยสมบัติไม่เปลี่ยนไปจากเดิม ซึ่งในอุตสาหกรรมการผลิตแก้วมีการนำของเสียจากกระบวนการผลิต และขวดแก้วใช้แล้วประเภทเดียวกันที่รวบรวมจากกิจการรับซื้อของเก่าในชุมชนมาเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่ โดยนำไปเข้าเครื่องบด และลำเลียงผ่านสายพานไปสู่เตาหลอมแก้ว เพื่อหลอมขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่

เศษขวดแก้วก็เป็นวัสดุเหลือใช้ที่สามารถนำกลับมารีไซเคิลใหม่ได้เช่นเดียวกับขวดแก้ว แต่ปัญหาข้อหนึ่งในการรีไซเคิลเศษขวดแก้วคือ เศษขวดแก้วมีราคาค่อนข้างถูก (< 1 บาท/กิโลกรัม) เมื่อเปรียบเทียบกับขวดแก้วที่มีรูปทรงสมบูรณ์ (≥ 0.50 บาท/ขวด) ทำให้ผู้ประกอบการขาดแรงจูงใจในการขนส่งเศษแก้วไปโรงงานหลอมแก้ว นอกจากนี้ยังมีเศษแก้วจากขวดหรือบรรจุภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น ขวดเบียร์ ขวดไวน์ และขวดบรรจุอาหารชนิดต่างๆ ที่ไม่สามารถนำมาใช้ใหม่ได้ เนื่องจากแก้วเหล่านี้มีสารให้สีหรือองค์ประกอบทางเคมีต่างจากแก้วทั่วไป ดังนั้นการจัดการขยะด้วยการนำเศษขวดแก้ว ให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยไม่ต้องหลอมจึงเป็นวิธีหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจ

ในการวิจัยและพัฒนา ทีมวิจัยนำเศษแก้วมาบดจนเป็นผงละเอียด และนำไปผสมกับปูนขาว (แคลเซียมไฮดรอกไซด์, Ca(OH)2) และน้ำ หลังจากผสมส่วนผสมทั้งหมดเป็นเนื้อเดียวกันแล้วจึงนำไปอัดขึ้นรูปให้กลายเป็นกระเบื้องจากเศษแก้วที่มีขนาด 10x10x0.6 เซนติเมตร ขั้นตอนสุดท้ายนำผลิตภัณฑ์ที่ขึ้นรูปแล้วไปบ่มด้วยไอน้ำอิ่มตัวยิ่งยวดที่มีอุณหภูมิและความดันสูง ทางทีมวิจัยได้ทดลองปรับเปลี่ยนส่วนผสมวัตถุดิบ เพื่อหาส่วนผสมที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความแข็งแรงดัด (flexural strength) สูงสุด และนำผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นไปวัดสมบัติทางกายภาพ และสมบัติทางกล โดยใช้วิธีทดสอบตามมาตรฐานเทียบกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก. 613-2529)

การทดสอบต้นแบบผลิตภัณฑ์ปรากฏผลว่า กระเบื้องจากเศษแก้วสามารถใช้เป็นกระเบื้องบุผนังตกแต่งภายในได้ เพราะต้นแบบมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน ทนทานต่อการกระแทก อีกทั้งกระบวนการผลิตไม่ใช้เชื้อเพลิงปริมาณมากในการเผา จึงช่วยลดต้นทุนด้านวัตถุดิบและพลังงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบยังเติมผงสี และเคลือบผิวด้วยโพลิเมอร์เพื่อเพิ่มความสวยงาม และลดการดูดซึมน้ำได้เช่นเดียวกับกระเบื้องบุผนัง ปัจจุบันงานวิจัยและพัฒนากระเบื้องจากเศษแก้วได้รับการขึ้นทะเบียนอนุสิทธิบัตรเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาณุวัตร รื่นเรืองฤทธิ์ (2554) เรื่อง **การศึกษาการใช้เศษแก้วเพื่อลดต้นทุนในกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์เซรามิกส์** โดยการวิจัยนี้ได้มุ่งเน้นถึงการนำ เศษแก้วมาใช้ทดแทนแร่ลอย (หินฟันม้า) ในกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์เซรามิกส์ โดยมุ่งหวังให้ต้นทุนการผลิตมีมูลค่าต่ำลง ตัวแปรที่นำมาใช้ศึกษาถึงการปรับปรุงส่วนผสม ได้แก่ ปริมาณเศษแก้วและอุณหภูมิที่ใช้เผาได้แก่ 1,180˚C และ 1,200˚C รวมถึงระยะเวลาการเผา ทั้งนี้คุณสมบัติทางกลและทางกายภาพของผลิตภัณฑ์ยังคงเทียบเท่าเดิมและ/หรือดีขึ้นกว่าวัตถุดิบที่ใช้ในกระบวนการผลิตปัจจุบัน ดัชนีที่ใช้ชี้วัดถึงการลดลงของต้นทุนการผลิตพิจารณาจากมูลค่าปัจจุบันสุทธิ (NPV) อัตราผลตอบแทนภายในโครงการ (IRR) อัตราผลตอบแทนขั้นต่ำสุด (MARR) และอัตราผลประโยชน์ต่อต้นทุน (B/C) โดยกำหนดให้โครงการมีอายุ 10 ปี ผลการศึกษาพบว่าสุขภัณฑ์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,200˚C จะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม กล่าวคือมีการหดตัวร้อยละ 12.16 มีการดูดซึมน้ำร้อยละ 0.30 มีค่าโมดูลัสแตกร้าว 38.87 เมกะ ปาสคัลและลักษณะผิวเคลือบไม่มีการรานตัว สีขาวมันวาว มีตำหนิรูฟองอากาศเล็กน้อยและมีคุณสมบัติใกล้เคียงกับสุขภัณฑ์ของบริษัทขอนแก่นเซรามิกส์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,230˚C มากกว่าสุขภัณฑ์ที่เผา ณ อุณหภูมิ 1,180˚C สามารถลดต้นทุนค่าวัตถุดิบและเชื้อเพลิงได้ 622,188.88บาท/ปี โดยมีต้นทุนในการผลิตเศษแก้ว 408,197.85 บาท/ปี เมื่อวิเคราะห์ความคุ้มค่าทางเศรษฐศาสตร์พบว่ามูลค่าปัจจุบันสุทธิมีค่าเท่ากับ 1,069,469.25 บาท อัตราผลตอบแทนภายในเท่ากับ 45.97% สูงกว่าอัตราผลตอบแทนขั้นต่ำสุดซึ่งมีค่าเท่ากับ 10% ต่อปีและอัตราส่วนผลตอบแทนต่อต้นทุนมีค่ามากกว่า 1 เท่ากับ 1.39 ซึ่งมีความคุ้มค่าต่อการลงทุน เมื่อ

พิจารณาถึงการวิเคราะห์ความไวพบว่าการนำ เศษแก้วเพื่อมาใช้ในกระบวนการผลิตสุขภัณฑ์จะให้ผลตอบแทนที่ไม่คุ้มค่า หากราคาเศษแก้วเพิ่มขึ้นสูงกว่า 2.10 บาท/กิโลกรัม อุตสาหกรรมเซรามิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่สำคัญของประเทศอย่างหนึ่งที่สร้างรายได้เข้าประเทศ ในแต่ละปีมียอดส่งออกปีละประมาณ 25,000–30,000 ล้านบาท ในปีพ.ศ. 2547 จนถึงปี พ.ศ. 2550 ผลิตภัณฑ์เดียวที่ยังคงมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ได้แก่ เครื่องสุขภัณฑ์ โดยในปี พ.ศ. 2548 มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 15.79 ปี พ.ศ.2549 อัตราการขยายตัวร้อยละ 4.34 และในปี พ.ศ. 2550 มีอัตราการขยายตัวร้อยละ 6.18 แต่ปี พ.ศ. 2551 การผลิต เครื่องสุขภัณฑ์ได้รับผลกระทบจากปัญหาภาวะซบเซาของ ธุรกิจอสังหาริมทรัพย์ในประเทศและปัญหาราคาน้ำมัน ทีปรับตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่อง อีกทั้งรัฐมีเป้าหมายต้องการชำระหนี้กองทุนน้ำมันให้หมดโดยเร็วจึงจำ เป็นต้องยกเลิกการชดเชยราคาแก๊สหุงต้ม เป็นเหตุให้ราคาขายปลีกก๊าซหุงต้มอยู่ที่ 18.01 บาทต่อกิโลกรัมจากเดิม 16.81 บาทต่อกิโลกรัม ส่งผลให้ต้นทุนการผลิตสูงขึ้น จนผู้ผลิตหลายรายหันมานำ เข้าสินค้าที่มีราคาถูกจากจีนแทนการผลิตภายในประเทศทำ ให้การผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ลดลงโรงงานตัวอย่างที่ใช้เป็นกรณีศึกษาเป็นโรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์เซรามิกส์ประเภทวิเทรียสไชน่า (VitreousChina) ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตในปัจจุบัน ได้แก่ สุขภัณฑ์นั่งยองลูกกรงแก้วเซรามิกส์ใช้สำ หรับเป็นราวบันไดและม้านั่งบนระเบียง โดยในกระบวนการผลิตจะเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิ 1,230 - 1,250˚C โดยใช้แก๊สหุงต้มเป็นเชื้อเพลิงในการเผาประมาณ 55,000 กิโลกรัมต่อเดือน ผลของการขึ้นราคาแก๊สหุงต้มกิโลกรัมละ 1.20 บาท ทำให้ต้นทุนการผลิตในช่วงต้นปี พ.ศ. 2551 เพิ่มขึ้นประมาณ 65,000 – 67,000 บาทต่อเดือน ทางโรงงานจึงต้องหาวิธีการลดต้นทุนการผลิตโดยการนำ เศษแก้วที่เป็นวัสดุเหลือใช้และมีราคาถูกมาเป็นวัตถุดิบที่ผสมในเนื้อดินและน้ำเคลือบ เพราะเศษแก้วมีองค์ประกอบหลักทางเคมี คือ แคลเซียม โซเดียม และซิลิกาซึ่งใกล้เคียงกับวัตถุดิบที่ใช้ในงานเซรามิกส์ อีกทั้งเศษแก้วยังมีคุณสมบัติช่วยลดอุณหภูมิการสุกตัวของผลิตภัณฑ์เซรามิกส์ลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีประกอบกับงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ดังนี้

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 เครื่องมือที่ใช้ดำเนินการวิจัย
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ขั้นการศึกษาข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ 1

ในการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตด้านประชากร และกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยไว้ตามปัจจัยที่ต้องการศึกษา 4 ปัจจัย คือด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ ด้านการผลิตแก้ว ด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว ด้านการตลาดแก้ว กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้คือกลุ่มผู้ผลิตแก้ว ในจังหวัดระยอง ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดขนาดของกลุ่มตัวอย่าง (Sample Size) ดังต่อไปนี้

3.1.1.1 การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ในเขต จังหวัดระยอง ในกลุ่มผู้ผลิตแก้วและกลุ่มอุตสาหกรรมแก้ว

(1) ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ

กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตแก้วและอุตสาหกรรมแก้ว ภายในเขตพื้นที่จังหวัดระยอง จำนวน 4 กลุ่ม (ชัญญากานต์ ปิตุภูมิรักษ์. 2553 : 96) ได้แก่

(1.1) กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้วรายเดียวในประเทศไทย
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด
ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

(1.2) กลุ่มผู้ผลิตงานเป่า เครื่องแก้ว เจียระไน
รายแรกรายเดียวของประเทศไทย
บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด
ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

(1.3) กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้วในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด
ตำบลกระแสบน อำเภอแกลง จังหวัดระยอง

(1.4) กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำบลมาบยางพร อำเภอปลวกแดง จังหวัดระยอง

(2) ด้านการผลิตแก้ว

ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่ ในกลุ่มผู้ผลิตแก้วและกลุ่มอุตสาหกรรมแก้ว ในจังหวัดระยองกลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตแก้วและอุตสาหกรรมแก้ว ภายในเขตพื้นที่จังหวัดระยอง จำนวน 4 กลุ่ม (ชัญญากานต์ ปิตุภูมิรักษ์. 2553: 96) ได้แก่

(2.1) กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้วรายเดียวในประเทศไทย
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

(2.2) กลุ่มผู้ผลิตงานเป่า เครื่องแก้ว เจียระไน
รายแรกรายเดียวของประเทศไทย
บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด

(2.3) กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้วในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด

(2.4) กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

(3) ด้านสมบัติพื้นฐานแก้ว

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ผลิตแก้วและกลุ่มอุตสาหกรรมแก้ว ใน จังหวัดระยอง กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตแก้วและอุตสาหกรรมแก้ว ภายในเขตพื้นที่จังหวัดระยอง จำนวน 4 กลุ่ม (ชัญญากานต์ ปิตุภูมิรักษ์. 2553: 96) ได้แก่

(3.1) กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้วรายเดียวในประเทศไทย
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

(3.2) กลุ่มผู้ผลิตงานเป่า เครื่องแก้ว เจียระไน
รายแรกรายเดียวของประเทศไทย
บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด

(3.3) กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้วในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด

(3.4) กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

(4) ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

กลุ่มตัวอย่าง คือ กลุ่มผู้ผลิตแก้วและอุตสาหกรรมแก้ว จำนวน 3 ท่าน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) ได้แก่

(4.1) กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้วรายเดียวในประเทศไทย
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

(4.2) กลุ่มผู้ผลิตงานเป่า เครื่องแก้ว เจียระไน
บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด

(4.3) กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้วในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด

(4.4) กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบในระบบอุตสาหกรรม
บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ขั้นการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ตามวัตถุประสงค์ที่ 2

ในการดำเนินงานการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขต ด้านกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

ประชากร และกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์แก้ว โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) ได้แก่

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 คน

(1) ดร.จุฑาทิพย์ ปุระมงคล
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพรรณี

(2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธนกฤต ชัยอภิเจริญ
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพรรณี

(3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณัฐชานันท์ สมบัติประธาน
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพรรณี

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 2 คน

(1) คุณวีรยศ จุฬเกตุ
ผู้จัดการฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด
99 หมู่ 8 ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

(2) คุณเสน่ห์ ปิ่นทอง
ผู้จัดการฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์
บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด
161 หมู่ 6 ซอย 4 ตำบลนิคมพัฒนา อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์มาประเมินประสิทธิภาพ ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มาตรฐานผลิตภัณฑ์แก้ว) โดยกำหนดประชากรและ กลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

3.3.3. ขั้นการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ตามวัตถุประสงค์ที่ 3

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 ท่าน โดยใช้การสุ่มแบบเจาะจง (Purposive Sampling) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 125) ได้แก่

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านการทดสอบ ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้าง จำนวน 3 คน

(1) ดร.เอกรัฐ มีชูวาศ
นักวิทยาศาสตร์ชำนาญการพิเศษ
ศูนย์เชี่ยวชาญด้านแก้ว กรมวิทยาศาสตร์บริการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

75/7 ถนนพระรามที่ 6 ราชเทวี กรุงเทพฯ

(2) คุณนิมิตร เกตุคำ
ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา ศูนย์ทดสอบแก้ว
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด
99 หมู่ 8 ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

(3) คุณสมพร สมจิตร
วิศวกรวิจัยและพัฒนา ศูนย์ทดสอบแก้ว
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด
99 หมู่ 8 ตำบลมาบข่า อำเภอนิคมพัฒนา จังหวัดระยอง

3.3.4. ขั้นการศึกษาความพึงพอใจ ตามวัตถุประสงค์ที่ 4

จากการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วแล้วการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มผู้บริโภค ผู้วิจัยได้นำผลิตภัณฑ์มาประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภค โดยกำหนด กลุ่มตัวอย่าง ผู้วิจัยได้กำหนดแบ่งดังต่อไปนี้

แหล่งข้อมูลกลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์ จากเศษแก้ว ภายในสถานที่จำหน่าย ผลิตภัณฑ์แก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด โดยเก็บข้อมูล เดือน กันยายน พ.ศ. 2559 จำนวน 112 คน โดยเฉลี่ยจำนวนสัปดาห์ละ 28 คน โดยการประเมินผลความพึงพอใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ได้รับความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญ และผู้ทรงคุณวุฒิแล้วนั้น โดยจะเป็นกลุ่มประชากรผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่มาเยี่ยมชมผลิตภัณฑ์แก้ว ในส่วนจัดแสดงผลิตภัณฑ์แก้ว โดยใช้ตารางสำเร็จรูปของ Yamane โดยกำหนดกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คนตารมค่าความคาดเคลื่อน $\pm$5% โดยใช้ระดับความเชื่อมั่น 95% (Yamane, 1973 อ้างใน จักรกฤษณ์ สำราญใจ, 2554) คือ

ผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน โดยใช้การสุ่มอย่างง่าย

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น สอดคล้องกับวัตถุประสงค์จากการศึกษาทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ดังนี้

3.2.1 เครื่องมือในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1

3.2.1.1 ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ

การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Observation) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง.2550 : 122) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับประวัติความเป็นมา สมบัติทางกายภาพของแก้วและการนำเศษแก้วมาใช้ประโยชน์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ในเรื่องของการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นโดยบันทึกลงแบบบันทึกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล มีดังต่อไปนี้

กล้องถ่ายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการถ่ายภาพ สมบัติในงานอุตสาหกรรมแก้ว และรูปแบบผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นกล้องที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเสียงจากผู้ให้สัมภาษณ์ ในเรื่องสมบัติแก้ว เพื่อนำข้อมูลเสียงที่ได้มาจดบันทึกรายละเอียด เพื่อนำมาวิเคราะห์หารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

โดยผู้วิจัยได้ทำการลงพื้นที่เพื่อสังเกตและเก็บรวบรวมข้อมูล สำหรับการวิจัยเรื่องศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ในส่วนของโรงงานผลิตแก้วและสถานที่สาธิตในการทำผลิตภัณฑ์แก้ว ตามที่กำหนดประเด็นไว้ในวัตถุประสงค์ในการวิจัย

3.2.1.2 ด้านการผลิตแก้ว

การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Observation) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 122) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการผลิตแก้ว โดยบันทึกลงแบบบันทึกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

กล้องถ่ายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อนำมาใช้ในการถ่ายภาพ การผลิตในงานอุตสาหกรรมแก้ว และรูปแบบผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นกล้องที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

เครื่องอัดเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลสียงจากผู้ให้สัมภาษณ์ ในเรื่อง การผลิตแก้ว เพื่อนำข้อมูลเสียงได้มาจดบันทึกรายละเอียด เพื่อนำมาวิเคราะห์หารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

3.2.1.3 ด้านสมบัติพื้นฐานแก้ว

การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Observation) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 122) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับสมบัติแก้ว โดยบันทึกลงแบบบันทึกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว.

กล้องถ่ายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการถ่ายภาพชนิดของแก้วในงานอุตสาหกรรมแก้ว และรูปแบบผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นกล้องที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

เครื่องอัดเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเสียงจากผู้ให้สัมภาษณ์ ในเรื่องสมบัติแก้ว เพื่อนำข้อมูลเสียงที่ได้มาจดบันทึกรายละเอียด เพื่อนำมาวิเคราะห์หารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

3.2.1.4 ด้านการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

การสังเกตแบบมีส่วนร่วม (Observation) (พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. 2550 : 122) เป็นการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยบันทึกลงแบบบันทึกเพื่อนำข้อมูลที่ได้มาศึกษา ใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

กล้องถ่ายภาพ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูล เพื่อนำมาใช้ในการถ่ายภาพชนิดของแก้วในงานอุตสาหกรรมแก้ว และรูปแบบผลิตภัณฑ์แก้ว เป็นกล้องที่ได้รับรองมาตรฐาน ISO

เครื่องอัดเสียง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลเสียงจากผู้ให้สัมภาษณ์ ในเรื่องสมบัติแก้ว เพื่อนำข้อมูลเสียงที่ได้มาจดบันทึกรายละเอียด เพื่อนำมาวิเคราะห์หารูปแบบการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

3.2.2 เครื่องมือในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 2

แบบประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิผลการศึกษา และพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์แก้ว เพื่อทำการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์แก้ว และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิต ประเมินตามแบบมาตรฐานประเมินค่า ระดับ(Rating

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือจำหน่าย ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Scale) คือ เหมาะสมมากที่สุด เหมาะสมมาก เหมาะสมปานกลาง เหมาะสมน้อยและใช้อ่านค่าตามอัตราส่วนดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1.01 - 1.50 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.2.3 เครื่องมือในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 3

แบบสอบถาม (Questionnaire) เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับ การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ซึ่งจะใช้คำถามภายใต้กรอบแนวคิดการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ดังต่อไปนี้

3.2.3.1 ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้างและของตกแต่งบ้าน กรอบแนวคิดในด้านประสิทธิภาพการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ (มอก. 2508-2555) ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

(1) การทดสอบเสียง

(2) การทดสอบทางสภาพแวดล้อมและความคงทนของผลิตภัณฑ์

(3) ทดสอบเกี่ยวกับสมบัติด้านอัคคีภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์

(4) การวิเคราะห์ความล้มเหลวและการทดสอบวัสดุ

สอบถามตามแบบมาตรฐานประเมินค่าระดับตามความคิดเห็น ซึ่งเป็นแบบชนิดปลายปิด (Closed – ended question) และแบบชนิดปลายเปิด (Open ended questions)

3.2.4 เครื่องมือในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 4

แบบประเมินความพึงพอใจ คือ แบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่สนใจผลิตภัณฑ์แก้ว ใช้ประเมินความพึงพอใจตามวัตถุประสงค์ที่ 4 เพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่ได้พัฒนาขึ้นโดยประเมินตามมาตรฐานประเมินค่าระดับ (RatingScale) และใช้อ่านค่าตามอัตราส่วน ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

1.01 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

3.4.2.1 การสร้างเครื่องมือแบบประเมินมีวิธีการดำเนินการ ดังนี้

การสร้างเครื่องมือเพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยใช้กรอบแนวความคิดกรอบแนวคิดดังนี้

(1) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2549 : 10) มีเกณฑ์การพิจารณาตัดทอนลงเหลือ 5 ด้าน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.1) วัสดุ

(1.2) ความปลอดภัย

(1.3) ความประหยัด

(1.4) มีลักษณะเฉพาะ

(1.5) หน้าที่ใช้สอย

(2) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณา ในมุมมองของกลุ่มผู้ผลิต ตามหลัก 4P (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) ดังนี้

(2.1) รูปแบบผลิตภัณฑ์

(2.2) ราคา

(2.3) ช่องทางการจัดจาหน่าย

(3) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณาในมุมมองของกลุ่ม ผู้บริโภคตามหลัก 4C (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) ดังนี้

(3.1) คุณค่าผู้บริโภค

(3.2) ต้นทุนต่อผู้บริโภค

(3.3) ความสะดวกสบาย

3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

3.3.1 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ที่ 1

การสร้างเครื่องมือในการวิจัยตามวัตถุประสงค์ที่ 1 เพื่อศึกษาทางสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยแบ่งตามการศึกษาทางปัจจัยทั้ง 4 ด้าน ดังนี้

3.3.1.1 ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ (Interview Guide) สัมภาษณ์ตัวแทนจากกลุ่มผู้ผลิตแก้วใน จังหวัดระยอง จำนวน 4 กลุ่ม เป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิด โดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

ศึกษาทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากการลงพื้นที่การสังเกตเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ ภายใต้กรอบแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551 : 92-98) การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด

(1) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1.2 ด้านการผลิตแก้ว

การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ตัวแทนจากกลุ่มผู้ผลิตแก้วใน จังหวัดระยอง จำนวน 4 กลุ่มเป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดโดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

ศึกษาทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากการลงพื้นที่การสังเกตเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ภายใต้กรอบแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551 : 92-98) การผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1.3 ด้านสมบัติพื้นฐานแก้ว

การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ (Interview Guide) จากศูนย์เชี่ยวชาญด้านแก้ว กระทรวงวิทยาศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน เป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดโดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

ศึกษาทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และข้อมูลจากการลงพื้นที่การสังเกต เพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ ภายใต้กรอบแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551 : 92-98) วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต

(1) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

3.3.1.4 ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

การสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง เครื่องมือที่ใช้ในการสัมภาษณ์ (Interview Guide) ตัวแทน จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านการตลาดทั้ง 4 กลุ่มผู้ผลิตแก้วใน จังหวัดระยอง เป็นแบบสัมภาษณ์แบบปลายเปิดโดยมีขั้นตอนการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์ มีวิธีการดังต่อไปนี้

ศึกษาทฤษฎีเอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและข้อมูลจากการลงพื้นที่การสังเกตเพื่อนำไปใช้ในการสร้างเครื่องมือแบบสัมภาษณ์เกี่ยวกับแนวโน้มทางการตลาด เพื่อนำมาพัฒนาเป็นแนวทาง ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ ที่ส่งเสริมกับสิ่งแวดล้อม

(1) นำแบบสัมภาษณ์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(2) นำแบบสัมภาษณ์ที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง

แบบสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้าง (InterviewGuide) เป็นเครื่องมือที่ใช้ สัมภาษณ์สำรวจข้อมูลเบื้องต้น จากตัวแทนกลุ่มผู้ผลิตแก้วทั้ง 4 กลุ่ม เพื่อให้ทราบข้อมูลสมบัติทางกายภาพและกการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว การสัมภาษณ์ที่มีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Standardized Interview) ผู้วิจัยได้กำหนดโครงสร้าง และคำถามที่ใช้ในการสัมภาษณ์ไว้ล่วงหน้าก่อน การไปเก็บข้อมูลและไปสัมภาษณ์กับผู้ให้ข้อมูลตามโครงสร้างคำถามที่กำหนดไว้ เป็นแบบที่มีการเตรียมการมีแผนการสัมภาษณ์และการบริหารการสัมภาษณ์ จัดเตรียมไว้ค่อนข้างแน่นอน ผู้ให้สัมภาษณ์ทุกคน จะตอบคำถามเดียวกัน ที่กำหนดประเด็นให้ครอบคลุมตาม วัตถุประสงค์ในการวิจัย

3.3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ที่ 2

การสร้างเครื่องมือแบบประเมินมีวิธีดำเนินการดังนี้ ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วจากการสังเคราะห์ข้อมูลทั้ง 4 ด้าน และรูปแบบผลิตภัณฑ์แก้ว จากการสัมภาษณ์ในวัตถุประสงค์ เพื่อประเมินภายใต้ กรอบแนวคิดในการพัฒนาโดยผู้วิจัยได้ประยุกต์กรอบแนวคิดในการพัฒนาโดยใช้หลักกระบวนการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ในแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี (Kevin Otto and Kristin Wood. 2002 : 725-728) โดยแบ่งเป็น 4 ขั้นตอนมาใช้ในการศึกษาดังนี้

(1) ด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(2) ด้านคุณภาพในการใช้งาน
(3) ด้านรูปลักษณ์สวยงาม
(4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยที่ได้ทำการออกแบบร่างเพื่อหารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอย(Quality function deployment: QFD) (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71) นำมาสร้างตารางกับเกณฑ์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบกับ ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรม (Theory of Inventive Problem Solving: TRIZ) เพื่อช่วยในการสร้างแนวทางในการออกแบบ และทำการคัดเลือกแบบอย่างเหมาะสม นำแบบร่างจากการคัดเลือกด้วยทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรม ย้อนรอยและทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรมมาสร้างแบบสอบถามและนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเสนอ ต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับ วัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย (Index of ObjectiveCongruence: IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มี ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญศักดิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
(2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญจันทร์ สีสันต์
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
(3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา คิดดี
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์
-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
∑R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปเป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไข หรือตัดทิ้ง

ผลการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้เท่ากับ 1 แปลผล คำถามทั้งหมดนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ของงานวิจัย

จากนั้นนำแบบสอบถาม และตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่ม ตัวอย่างข้างต้น

3.3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ที่ 3

เป็นการสร้างเครื่องมือแบบประเมิน ที่ใช้สำหรับการสอบถามความคิดเห็น ของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษา เกี่ยวกับการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ซึ่งจะใช้คำถามภายใต้กรอบแนวคิดการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ โดยแบ่งผลิตภัณฑ์ที่ทำการศึกษาความเป็นไปได้ทั้ง 2 แนวทาง ดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มวัสดุก่อสร้างและของตกแต่งบ้าน กรอบแนวคิดในด้านประสิทธิภาพการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ ว่าด้วยเรื่องมาตรฐานผลิตภัณฑ์ก่อสร้าง โดยมีลำดับขั้นตอนดังนี้

(1) การทดสอบเสียง
(2) การทดสอบดูดซึมน้ำ
(3) ทดสอบเกี่ยวกับคุณสมบัติด้านอัคคีภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์
(4) ทดสอบแรงอัด
(5) การทดสอบน้ำหนักของวัสดุ

ผู้วิจัยที่ได้ทำรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วโดยใช้ทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอย (Quality functiondeployment: QFD) (มณฑลี ศาสนนันทน์. 2550 : 71) นำมาสร้างตารางกับเกณฑ์หลักการออกแบบผลิตภัณฑ์ ประกอบกับ ทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรม (TheoryofInventiveProblemSolving: TRIZ) เพื่อช่วยในการสร้างแนวทาง ในการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

นำแบบร่างจากการคัดเลือกด้วยทฤษฎีการกระจายหน้าที่เชิงคุณภาพวิศวกรรมย้อนรอยและทฤษฎีการแก้ปัญหาเชิงประดิษฐกรรม มาสร้างแบบสอบถามและนำแบบสอบถามการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหาค่าดัชนี ความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์

3.3.4 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย ตามวัตถุประสงค์ที่ 4

การสร้างเครื่องมือ เพื่อประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยใช้กรอบแนวความคิดกรอบแนวคิด ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัย ดังนี้

(1) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของ (อุดมศักดิ์ สาริบุตร, 2549 : 10) มีเกณฑ์การพิจารณาตัดทอนลงเหลือ 5 ด้าน ดังนี้

(1.1) วัสดุ
(1.2) ความปลอดภัย
(1.3) ความประหยัด
(1.4) มีลักษณะเฉพาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(1.5) หน้าที่ใช้สอย

(2) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณา ในมุมมองของกลุ่มผู้ผลิต ตามหลัก 4P (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) ดังนี้

(2.1) รูปแบบผลิตภัณฑ์ (Product)

(2.2) ราคา (Price)

(2.3) ช่องทางการจัดจาหน่าย (Place)

(3) โดยผู้วิจัยใช้กรอบแนวคิดด้านการตลาดมาพิจารณาในมุมมองของกลุ่มผู้บริโภคตามหลัก 4C (คอทเลอร์, ฟิลิป. 2549) ดังนี้

(3.1) คุณค่าผู้บริโภค (Customer Value)

(3.2) ต้นทุนต่อผู้บริโภค (Cost to the Customer)

(3.3) ความสะดวกสบาย (Convenience)

การตรวจสอบเครื่องมือนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างคำถามกับวัตถุประสงค์และกรอบแนวคิดในการวิจัย (IndexofObjectiveCongruence: IOC) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้มีผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

(1) รองศาสตราจารย์ ดร.กาญจนา บุญศักดิ์
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(2) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญจันทร์ สีสันต์
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(3) ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กฤษณา คิดดี
อาจารย์ประจำภาควิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาตรวจสอบความครอบคลุมของเนื้อหา (Content Validity) และข้อเสนอแนะ ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

0 หมายถึง ไม่แน่ใจในคำถามนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์

-1 หมายถึง แน่ใจในคำถามนั้นไม่สอดคล้องกับนิยามศัพท์

จากคะแนนนำผลการพิจารณามาคำนวณจากสูตร

$$IOC = \frac{\Sigma R}{n}$$

IOC แทน ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

∑R แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อคำถาม IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป เป็นคำถามที่ใช้ได้ ถ้าไม่ถึง 0.5 ต้องแก้ไข หรือตัดทิ้ง

ผลการวิเคราะห์หาความเที่ยงตรงของแบบสอบถาม มีค่าเฉลี่ยของดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ได้เท่ากับ 1 แปลผล คำถามทั้งหมดนั้นสอดคล้องกับนิยามศัพท์ของงานวิจัย

นำแบบสอบถาม และตารางที่ผ่านการตรวจสอบแล้ว ไปดำเนินการเก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่างข้างต้น

3.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลทุติยภูมิ

โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลจากแหล่งเอกสารต่างๆ เพื่อนำมาวิเคราะห์ถึงปัญหาและเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาผลิตภัณฑ์โดยแบ่งเป็นหัวข้อในการศึกษาต่างๆ ดังต่อไปนี้

(1) ศึกษาความเป็นมาและความหมายของแก้ว
(2) ศึกษาสมบัติทางกายภาพของแก้ว
(3) ศึกษาการผลิตแก้ว
(4) ศึกษาสมบัติพื้นฐานของแก้ว
(5) ศึกษาด้านการตลาดของแก้ว
(6) ศึกษาปัญหากากของเสียในระบบงานอุตสาหกรรม
(7) ศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว
(8) ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
(9) ศึกษาหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม
(10) ศึกษามาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมแก้ว
(11) ศึกษาความพึงพอใจ
(12) งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.4.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล ปฐมภูมิ

การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ โดยการใช้การสังเกตแบบมีส่วนร่วมและสัมภาษณ์ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ตามวัตถุประสงค์ดังนี้

3.4.2.1 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 1ผู้วิจัยได้แบ่งดังต่อไปนี้

(1) ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และบันทึกเกี่ยวกับข้อมูลสมบัติทางกายภาพเศษแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้ผลิตแก้ว 4 กลุ่มในพื้นที่ จังหวัดระยอง โดยการสัมภาษณ์เกี่ยวกับ สมบัติทางกายภาพเศษแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และตีกรอบแนวความคิดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(2) ด้านการผลิตแก้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และบันทึกเกี่ยวกับข้อมูลด้านการผลิตแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้ผลิตแก้ว 4 กลุ่มในพื้นที่ จังหวัดระยอง โดยการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับ ด้านการผลิตแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และตีกรอบแนวความคิดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(3) ด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และบันทึกเกี่ยวกับข้อมูลด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้เชียวชาญเรื่องแก้ว จากศูนย์เชี่ยวชาญด้านแก้ว โครงการฟิสิกส์และวิศวกรรมกระทรวงวิทยาศาสตร์ แห่งประเทศไทย โดยการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับ ด้านสมบัติพื้นฐานของแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และตีกรอบแนวความคิดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

(4) ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

การเก็บรวบรวมข้อมูลจากการสัมภาษณ์และบันทึกเกี่ยวกับข้อมูลด้านการศึกษาด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการประยุกต์การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยการเก็บข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มตัวอย่างกลุ่มผู้ผลิตแก้ว 4 กลุ่มในพื้นที่ จังหวัดระยอง โดยการสัมภาษณ์ เกี่ยวกับ ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และตีกรอบแนวความคิดให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น

3.4.2.2 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 2โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ โดยในตอนต้นใช้การสอบถามสัมภาษณ์ และบันทึกในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ทรงคุณวุฒิ โดยผู้วิจัยได้แบ่งดังต่อไปนี้

(1) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จากการประยุกต์ใช้การใช้ ประโยชน์จากเศษแก้ว และทำการสอบถามผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อประเมินหารูปแบบ

(2) ทำการผลิตชิ้นงานต้นแบบสำหรับประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจในจุดประสงค์ที่ 3 และจุดประสงค์ที่ 4

3.4.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 3 โดยการเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากผู้เชี่ยวชาญด้านแก้ว โดยในตอนต้นใช้การสอบถามสัมภาษณ์ และบันทึกในการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นจากผู้ทรงคุณวุฒิ ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลเพื่อประเมินผลงานผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วได้ดังนี้

(1) ผู้วิจัยได้นำแบบสอบถามสร้างเสร็จแล้วไปทำการสอบถาม ผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(2) ผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการสดสอบนำมาวิเคราะห์เปรียบเทียบและสรุปผล

3.4.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูลปฐมภูมิจากกลุ่มเป้าหมาย เพื่อตอบวัตถุประสงค์ข้อที่ 4 ผู้วิจัยนำแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มผู้จำหน่ายผลิตภัณฑ์แก้ว และผู้ที่สนใจ ผลิตภัณฑ์แก้วที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่พัฒนาตามกรอบแนวคิดการวิจัย จากนั้นนำมาสรุปผล ที่ได้ในรูปแบบข้อมูลเชิงปริมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ 1

3.5.1.1 ด้านการศึกษาสมบัติทางกายภาพ การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้ผลิตแก้ว จากการสังเกตุ จดบันทึก และภาพถ่ายนำมารวบรวม และวิเคราะห์ ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

3.5.1.2 ด้านการผลิต การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จาก กลุ่มผู้ผลิตแก้ว จากการสังเกต จดบันทึก และภาพถ่ายนำผลมารวบรวม และนำไปวิเคราะห์ ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

3.5.1.3 ด้านสมบัติพื้นฐาน การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านแก้ว จากการสังเกต จดบันทึก และภาพถ่ายนำผลมารวบรวม และนำไปวิเคราะห์ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ จากเศษแก้วต่อไป

3.5.1.4 ด้านการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากกลุ่มผู้ผลิตแก้ว จากการสังเกต จดบันทึก และภาพถ่ายนำผลมารวบรวม และนำไปวิเคราะห์ ในรูปแบบความเรียง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป

3.5.2 การวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ 2

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็น ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง มาก
2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง น้อย
1.01 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

3.5.3 การวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ 3

การวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จากการทดสอบมาวิเคราะห์ในรูปแบบเรียงเฉพาะบุคคล และความเห็นที่สอดคล้องเพื่อเป็นแนวทางในการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ที่เน้นพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้วมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ยดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มากที่สุด
3.51 - 4.50 หมายถึง มาก
2.51 - 3.50 หมายถึง ปานกลาง
1.51 - 2.50 หมายถึง น้อย
1.01 - 1.50 หมายถึง น้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การวิเคราะห์ข้อมูล ตามวัตถุประสงค์ที่ 4

ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความพึงพอใจความคิดเห็นที่มีต่อ รูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วมาวิเคราะห์โดยหาค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation: S.D.) โดยแบ่งเกณฑ์ในการแปลความหมายของค่าเฉลี่ย ดังนี้

4.51 - 5.00 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมากที่สุด

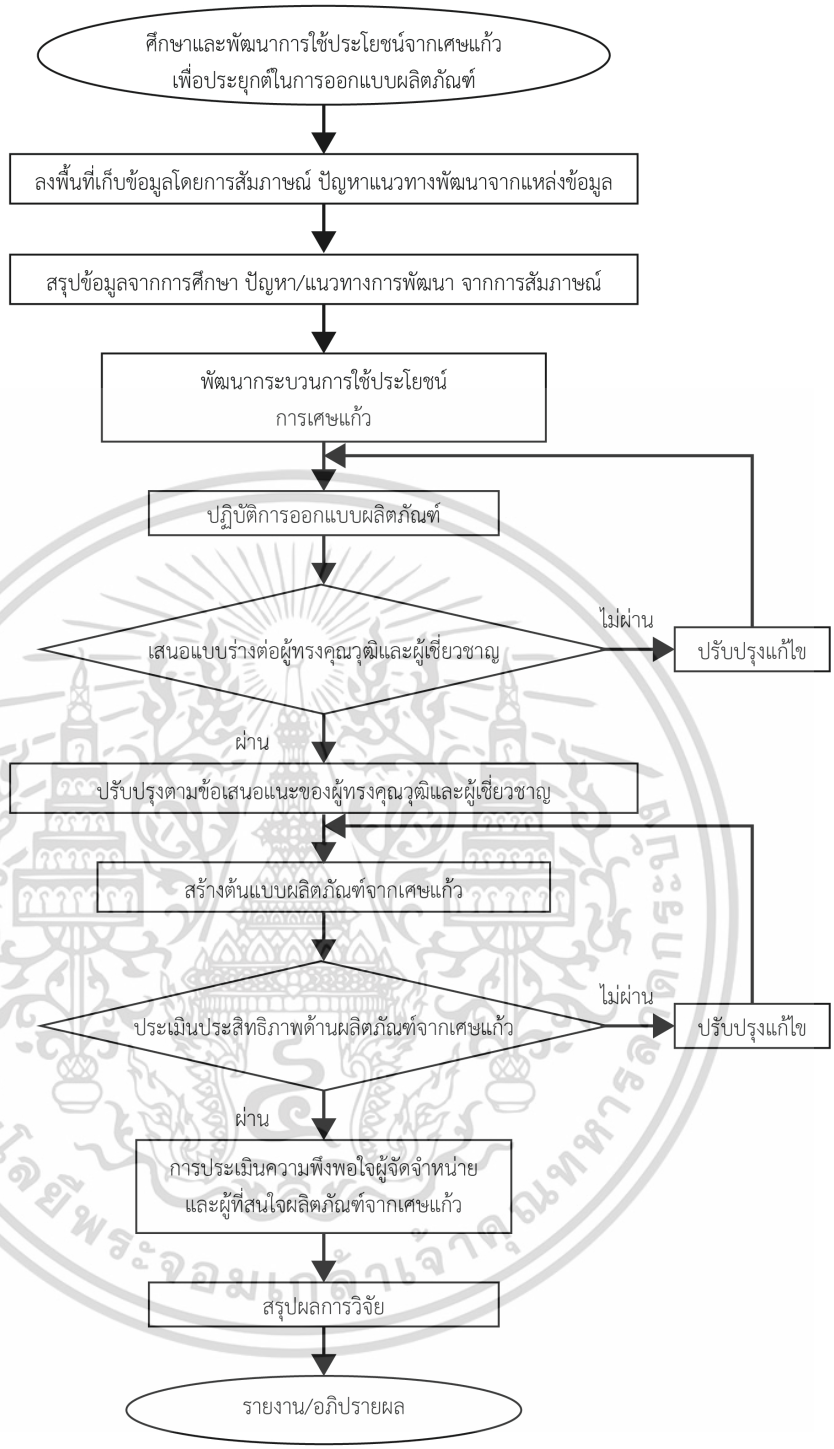
3.51 - 4.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อย

1.01 - 1.50 หมายถึง มีความพึงพอใจในระดับน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนภูมิแสดงขั้นตอนศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว เพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการดำเนินการวิจัยเรื่อง ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้นำแบบสัมภาษณ์และแบบสอบถามที่ผ่านการประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ นำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและผู้เชียวชาญทางด้านการทดสอบวัสดุแก้ว จากนั้นผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถาม และนำเสนอในรูปแบบของตารางและเรียบเรียงเป็นคำบรรยายในแต่ละขั้นตอนตามวัตถุประสงค์

4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

4.2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

4.3 ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

4.1 ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

ผลการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มผู้ผลิตแก้วใน จังหวัดระยอง และทำการศึกษาข้อมูลเอกสาร หลักฐาน หนังสือ ตำรา และการสังเกตปัญหา ซึ่งผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วดังนี้

4.1.1 ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตแก้ว

จากการศึกษาข้อมูลสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ด้านปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยศึกษาตามกรอบแนวคิดกระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551 : 92-98) วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของ กลุ่มผู้แทน กลุ่มผู้ผลิตผลิตบล็อกแก้ว,กลุ่มผลิตงานเป่าแก้ว,กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว,กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบ ในด้านต่างๆ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.1 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพ 4.1 ผู้แทนจากกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว ได้แสดงความคิดเห็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยผู้วิจัยสามารถสรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิต ส่วนใหญ่ในการผลิตใช้วัสดุจากธรรมชาติในการผลิต โดยมีส่วนผสมหลักเป็น sand (ทรายแก้ว) ร้อยละ 50 ส่วนผสมย่อยในการผลิตแก้ว sodium nitrate (ดินประสิว) ร้อยละ 3 และส่วนผสมนำกลับมาใช้ใหม่ Culler (เศษแก้ว) ร้อยละ 41

กระบวนการผลิต ของผู้ผลิตบล็อกแก้ว ใช้เทคนิคการปั๊มขึ้นรูปแล้วใช้การประกบไล่อากาศภายในแก้ว (Press&Welding) โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ส่วนใหญ่ในการผลิต โดยใช้อุณหภูมิสูงสุดประมาณ 3500 องศาเซลเซียส และใช้อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 1500 องศาเซลเซียส ในการขึ้นรูปผลิตบล็อกแก้ว

สมบัติทางกายภาพของบล็อกแก้ว เป็นแก้วที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา ไม่ทนต่อสภาพความเป็นกรดเบส แตกง่ายเมื่อได้รับความร้อนยอมให้แสงขาวผ่านแต่ดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นแก้วที่พบได้โดยทั่วไป

การใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยการผลิตบล็อกแก้วส่วนใหญ่ ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงานและเศษแก้วที่แปรรูปส่วนใหญ่นำ ไปขายเป็นเศษแก้วให้บริษัทซื้อขายของเก่า

สรุปผลการศึกษา สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด วัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ การผลิตเป็นแบบปั๊มขึ้นรูปโดยใช้เทคโนโลยีเครื่องจักร ชนิดของแก้วเป็น ชนิดโซดาไลม์ และการใช้ประโยชน์จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษแก้ว ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงาน มีเศษแก้วผสมสารเคมีที่เหลือทิ้ง ปีละ 5,500 ตัน

ภาพที่ 4.2 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส จำกัด

ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพที่ 4.2 ผู้แทนจากกลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว ได้แสดงความคิดเห็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยผู้วิจัยสามารถสรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิต ส่วนใหญ่ในการผลิตใช้วัสดุจากธรรมชาติในการผลิต โดยมีส่วนผสมหลักเป็น sand (ทรายแก้ว)ร้อยละ 29ส่วนผสมย่อยในการผลิตแก้ว sodium nitrate (ดินประสิว) ร้อยละ 4 และส่วนผสมนำกลับมาใช้ใหม่ Culler (เศษแก้ว)

กระบวนการผลิต ของผู้ผลิตขวดแก้ว ใช้เทคนิคการผลิตใช้เทคนิคการดูดและการเป่า (passing&blowing) โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ในการผลิต โดยใช้อุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 2500 องศาเซลเซียส และใช้อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 1200 องศาเซลเซียส ในการขึ้นรูปผลิตขวดแก้ว

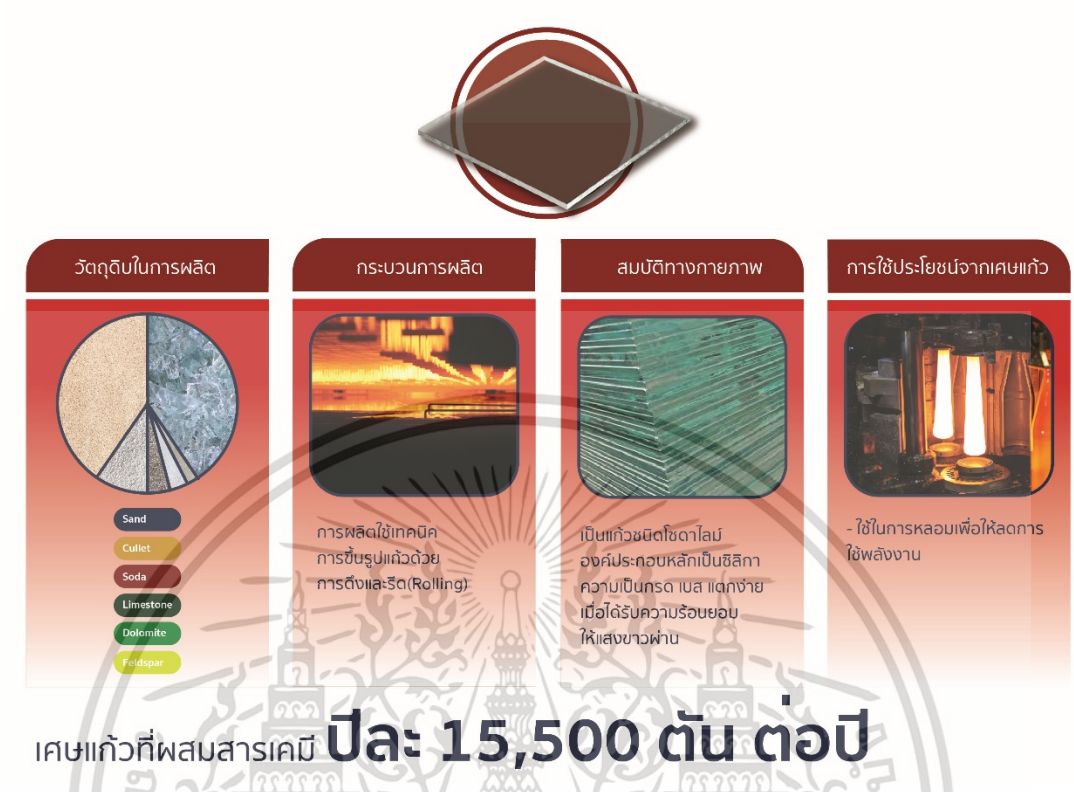
สมบัติทางกายภาพของขวดแก้ว เป็นแก้วที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา แตกง่ายเมื่อได้รับความร้อนยอมให้แสงขาว เป็นแก้วที่พบได้โดยทั่วไปนอกจากนี้ยังสามารถทำให้แก้วมีสีต่างๆ ได้

การใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยการผลิตบล็อกแก้วส่วนใหญ่ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงาน

สรุปผลการศึกษา สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้ผลิตขวดแก้ว บริษัท ระยองกล๊าส จำกัด วัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ ใช้เทคนิคการดูดและการเป่า (passing&blowing) โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ชนิดโซดาไลม์ และการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงาน โดยมีเศษแก้วผสมสารเคมีที่เหลือทิ้ง ปีละ 13,500 ตัน



ภาพที่ 4.3 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน)
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพ 4.3 ผู้แทนจากกลุ่มผู้ผลิตกระจก ได้แสดงความคิดเห็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยผู้วิจัยสามารถสรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิต ส่วนใหญ่ในการผลิตใช้วัสดุจากธรรมชาติในการผลิต โดยมีส่วนผสมหลักเป็น sand (ทรายแก้ว)ร้อยละ 40 ส่วนผสมย่อยในการผลิตแก้ว sodium nitrate (ดินประสิว) ร้อยละ 4 และส่วนผสมนำกลับมาใช้ใหม่ Culler (เศษแก้ว) ร้อยละ 40

กระบวนการผลิต ของผู้ผลิตกระจกการผลิตใช้เทคนิคการขึ้นรูปแก้วด้วยการดึงและรีด (Rolling) โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติในการผลิต โดยใช้อุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 3500 องศาเซลเซียส และใช้อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 1000 องศาเซลเซียส ในการขึ้นรูปผลิตกระจก

สมบัติทางกายภาพของกระจก เป็นแก้วที่มีองค์ประกอบหลักเป็นซิลิกา เป็นแก้วที่พบได้โดยทั่ว ไป นอกจากนี้ยังมีการอบเพื่อให้เพื่อเพิ่มความแข็งแรงของแก้ว

การใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยการผลิตกระจกส่วนใหญ่ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงานส่งในการทำลายตามขั้นตอนโดยส่วยใหญ่เป็นแก้วผสมสารเคมี

สรุปผลการศึกษา สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตกระจก บริษัท กระจกไทยอาซาฮี จำกัด (มหาชน) วัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ ใช้เทคนิคขึ้นรูปแก้วด้วยการดึงและรีด(Rolling) โดยใช้เครื่องจักรอัตโนมัติ ชนิดโซดาไลม์ และการใช้ประโยชน์จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษแก้ว ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงาน มีเศษแก้วผสมสารเคมีที่เหลือทิ้ง ปีละ 15,500 ตัน

ภาพที่ 4.4 แสดงผลสรุปทางการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด

ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพ 4.4 ผู้แทนจากกลุ่มผู้ผลิตแก้ว ได้แสดงความคิดเห็นการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว โดยผู้วิจัยสามารถสรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ได้ดังนี้

การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติในการผลิต ส่วนใหญ่ในการผลิตใช้วัสดุจากธรรมชาติในการผลิต โดยมีส่วนผสมหลักเป็นsand (ทรายแก้ว)ร้อยละ 60 ส่วนผสมย่อยในการผลิตแก้ว Lead oxide (เป็นโลหะหนัก) ร้อยละ 5 และส่วนผสมนำกลับมาใช้ใหม่ Culler (เศษแก้ว) ร้อยละ 25

กระบวนการผลิต ของผู้ผลิตแก้ว ใช้เทคนิคการเป่าแก้ว)Blowing) โดยใช้แรงงานคนส่วนใหญ่ในการผลิต โดยใช้อุณหภูมิสูงสุด ประมาณ 2000 องศาเซลเซียส และใช้อุณหภูมิต่ำสุด ประมาณ 1000 องศาเซลเซียส ในการขึ้นรูปผลิตกระจก

สมบัติทางกายภาพของกระจก คริสตัลเป็นแก้วชนิดหนึ่ง ผลิตจากทรายเนื้อละเอียดผสมกับสารโลหะออกไซด์ อย่างตะกั่วออกไซด์ซึ่งทำให้คริสตัลหักเหแสงได้ดีแล้วเมื่อนำมาเจียรไนเป็นเหลี่ยมมุมก็จะสะท้อนแสงเป็นประกายสวยงาม คริสตัลที่ดีจะมีเนื้อละเอียดใส ไม่มีรอยร้าว มีทั้งไม่มีสีและมีสีสันสวยงาม หากเคาะดูก็จะดังกังวานเพราะกระบวนการผลิตคริสตัลจะค่อยๆลดอุณหภูมิลง จึงทำให้คริสตัลมีความแข็งแรงและทนทานกว่าแก้วทั่วไป ส่วนใหญ่แล้วเราจะเห็นคริสตัลเป็นเครื่องประดับและของตกแต่งบ้าน แต่เพราะคริสตัลมีคุณสมบัติเป็นฉนวนต้านทานไฟฟ้าได้ดีจึงนิยมนำคริสตัลไปทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดเทอร์โมมิเตอร์, หลอดโทรทัศน์และหลอดนีออนเป็นต้น

การใช้ประโยชน์จากเศษแก้วส่วนใหญ่นำไปใช้ในการหลอมเพื่อลดการใช้พลังงาน และขายเป็นเศษแก้วให้บริษัทซื้อขายของเก่า ส่งในการทำลายตามขั้นตอน

สรุปผลการศึกษา สมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว จากผู้แทนกลุ่มผู้ผลิตแก้ว บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด วัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้วัสดุจากธรรมชาติ ใช้เทคนิคเทคนิคการเป่าแก้ว (Blowing) โดยใช้แรงงานคนส่วนใหญ่ในการผลิต ชนิดของแก้วเป็นแก้วคริสตัล และการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ใช้ในการหลอมเพื่อให้ลดการใช้พลังงาน มีเศษแก้วผสมสารเคมีที่เหลือทิ้ง ปีละ 5,400 ตัน

โดยผู้วิจัยวิเคราะห์ความคิดเห็นของ กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว กลุ่มผู้ผลิตกระจก และกลุ่มผู้ผลิตแก้ว และการศึกษา ข้อมูลจากเอกสาร หลักฐาน งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ผู้วิจัยสามารถสรุปแนวความคิดในการพัฒนาได้ ดังภาพที่ ดังนี้ 4.5

ภาพที่ 4.5 วงจรผลิตภัณฑ์แก้ว ในประเทศไทย
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพที่ 4.5 วงจรผลิตภัณฑ์แก้ว ในประเทศไทย ที่มีผลต่อการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วซึ่งผลการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆ ผู้วิจัยสามารถจำแนก ได้ดังนี้

การผลิต เป็นขั้นตอนใน ตามกระบวนการและรูปแบบ ตามความต้องการของผู้ผลิต หากมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของเสียสามารถนำกลับมาหลอมได้ใหม่ ในกรณีที่นำสินค้าไปแปรรูปจะทำให้เกิดการเกิดของเสียมากยิ่งขึ้นทำเกิดการนำ ไปทิ้งหรือส่งกำจัดในระบบอุตสาหกรรมซึ่งไม่สามารถนำ ไปเข้าเตาหลอมในกระบวนการผลิตได้จะทำให้ระบบการหลอมทำให้เสียไปหมด

การนำไปใช้งานของแก้วส่วนใหญ่ ในรูป แบบลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ ของผู้บริโภคในการนำไปใช้งาน โดยกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว เน้นไปทางนำไปใช้ในงานวัสดุก่อสร้าง กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว เน้นในการนำไปบรรจุสินค้าประเภทน้ำ กลุ่มผู้ผลิตกระจกเน้นการนำไปใช้งานก่อสร้างและวัสดุยานยนต์ และกลุ่มผู้ผลิตแก้วเน้นในการนำไปแก้วไวท์ความหรูหราและมันวาวมีเนื้อละเอียดใส

การนำไปทิ้งในถังขยะ รีไซเคิล และในรูปแบบของถังขยะทั่วไปของในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่คนยังไม่มีการแยกขยะกันอย่างชัดเจน ปัญหาขยะไม่ได้เกิดขึ้นเพราะเทคโนโลยี แต่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากเราทุกคน ดังนั้นสิ่งที่สำคัญไม่แพ้การคัดแยกขยะอย่างเป็นระบบ คือ การลดขยะที่ตัวเราเอง จากการลงพื้นที่ในการศึกษาโรงงานต่างต่างๆ โดยกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว ได้แยกอย่างชัดเจนว่าเศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว ไม่ได้แยกเศษแก้วเพราะเศษแก้วส่วนใหญ่ของเค้าสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดเพราะนำไปผลิตเป็นขวดสีชา กลุ่มผู้ผลิตกระจก ได้แยกอย่างชัดเจนว่าเศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และกลุ่มผู้ผลิตแก้ว ได้แยกอย่างชัดเจนว่าเศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานต่อไป

คนเก็บขยะเป็นขั้นตอนการแสดงถึง คนเก็บขยะ จัดการคัดแยกพร้อมทั้งเป็นการสร้างรายได้ในการเก็บขยะ เพื่อนำ ไปขายเป็นเศษแก้ว จึงทำให้เกิดเป็นอาชีพที่สร้างได้มากถ้าไม่มีคนเหล่านี้จะทำไม่ให้เกิดการนำเศษแก้วรีไซเคิล ในระบบ ส่วนใหญ่เศษแก้วที่คนเก็บขยะจะไปส่งขายร้านขายของเก่าแล้วนำ ไปรีไซเคิลขวดสีชาในระบบอุตสาหกรรมผลิตขวด

กองเศษแก้ว แสดงถึง กองเศษแก้วพ่อค่าคนกลางรับซื้อพร้อมทั้งแยกเกรดในการรับซื้อก่อนก่อนนำส่งไป คัดแยกในการ รีไซเคิล โดยการแยกเกรดเศษแก้วส่งผลเรื่องการนำ ไปรีไซเคิล และแยกประเภทของแก้วให้เกิดคุณค่าได้สูงสุด

การนำไปแยกเป็นการนำไป แยก พร้อมรีไซเคิล โดยแบ่งการหากขวดไหนมีลักษณะ ที่ดีจะนำไปล้างและแยกสิ่งแปลกปลอมแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ เศษแก้วคือวัฏดิบตัวที่สองที่จะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นตัวกลางสำคัญในการผลิตแก้วและสำหรับโรงงานแก้ว เศษแก้วที่จะนำมาหลอมใหม่จะต้องตอบสนองความต้องการที่มีคุณภาพสูง ความบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพสูงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรีไซเคิลที่ดีและการคัดประเภทของสีนั้นก็มีความสำคัญเท่าเทียมกันในการกำจัดสารปนเปื้อน

สรุปผลการศึกษาวงจรผลิตภัณฑ์แก้ว ในประเทศไทย ดังนี้ การผลิต เป็นการนำส่วนผสมจากธรรมชาติและเศษแก้วผสมลงไป การนำไปใช้งาน ส่วนส่วนใหญ่นำไปใช้งานตามลักษณะต่างๆ เพื่ออำนวยความสะดวกสบายในชีวิตประจำวัน การนำไปทิ้งส่วนใหญ่คนไทยไม่มีการแบ่งแยกขยะทำให้เกิดการนำวัตถุดิบทางธรรมชาติมาใช้เป็นหลัก คนเก็บขยะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่ทำให้เกิดอาชีพในการจัดแยกขยะก่อนนำไปขายในร้านขายของเก่า กองเศษแก้วเป็นการนำเศษแก้วอยู่ร้านขายของเก่าก่อนการนำไปใช้และแยกขยะจากเศษแก้ว การนำไปแยก เป็นขั้นตอนการแยกเศษและทำการล้างทำให้สะอาดก่อนนำไปใช้งานในระบบอุตสาหกรรม

4.1.2 ผลการศึกษาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

จากการศึกษาข้อมูลการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ด้านปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ผลการสัมภาษณ์ความคิดเห็นของ กลุ่มผู้แทน กลุ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผู้ผลิตผลิตบล็อกแก้ว,กลุ่มผลิตงานเป่าแก้ว,กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว,กลุ่มผู้ผลิตกระจกแผ่นเรียบ ในด้านต่างๆ ดังนี้

ภาพที่ 4.6 กระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพ 4.6 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ปัจจัยในการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วซึ่งผลการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆ ผู้วิจัยสามารถจำแนก ได้ดังนี้

การใช้ลดพลังงาน ผู้วิจัยวิเคราะห์ข้อมูลจากการศึกษาของกลุ่มผู้ผลิตแก้ว โดยโรงงานแก้วส่วนใหญ่นำไปใช้ในการลดพลังงานเพื่อให้ใช้ อุณหภูมิในการหลอมวัตถุดิบที่ใช้น้อยลง ลดลงได้ถึง 500 องศาเซลเซียส ทำให้ลดต้นทุนในการใช้พลังงานได้ดีอย่างมากแต่มีข้อแม้หากนำแก้วที่มีสีเพี้ยนหรือแก้วที่มีการผสมสารเคมีลงไปจะทำให้การหลอมแก้วในระบบจะเกิดสีที่เพี้ยนไปจากมาตรฐาน

วัสดุพรุนเพื่อใช้ในการกรองน้ำเสีย ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาว่าการผลิตสินค้าตัวนี้ควรมีการโดยวัตถุดิบส่วนใหญ่ใช้ พัฒนาได้อีกเศษแก้วส่วนใหญ่ในการผลิต และใช้พลังงานในการผลิต 600-900 องศาเซลเซียส โดยวัตถุดิบในการผลิตเป็นเศษแก้วที่เหลือจากระบบการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมาทำการหลอมใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์จากเศษแก้วได้มากที่สุด

การใช้ทำอิฐมวลเบาผู้วิจัยได้วิเคราะห์ โดยคุณสมบัติแล้วเศษแก้วมีคุณสมบัติที่มีลักษณะพิเศษอยู่แล้วทำให้นำไปทดสอบทำให้ใช้เป็นฉนวน กันความร้อนสำหรับอาคารบ้านเรือน ซึ่ง จะเป็นทางเลือกใหม่สำหรับวงการก่อสร้าง ของประเทศไทย และใช้พลังงานในการผลิต ให้ความร้อนระหว่างอุณหภูมิ400-1000 องศาเซลเซียส และวัตถุดิบส่วนใหญ่ เป็นเศษแก้วที่เหลือจากระบบการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมาทำการหลอมใหม่ เพื่อให้เกิดประโยชน์จากเศษแก้วได้มากที่สุด

การใช้ในการเคลือบกระเบื้อง ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ใช้เป็นกระเบื้องบุผนังตกแต่งภายในได้เพราะต้นแบบมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน ทนทานต่อการกระแทก อีกทั้งกระบวนการผลิตไม่ใช้เชื้อเพลิงปริมาณมากในการเผา จึงช่วยลดต้นทุนด้านวัตถุดิบและพลังงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบยังเติมผงสี และเคลือบผิวด้วยโพลิเมอร์เพื่อเพิ่มความสวยงาม และลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การดูดซึมน้ำได้เช่นเดียวกับกระเบื้องบุผนัง และใช้พลังงานในการผลิต 600-1200 องศาเซลเซียส

แกรนิตจากขวดแก้ว ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อดีของวัสดุนี้คือสามารถนำไปใช้แทนที่แกรนิตธรรมชาติที่มีราคาแพงได้ แกรนิตแก้วของเราผ่านการทดสอบความแข็งแรงแล้ว ได้เกินมาตรฐานทุกอย่าง ทุกวันนี้เราสามารถขายในราคาที่ถูกกว่ามากนะครับ ในขนาดที่เท่ากัน และใช้พลังงานในการผลิต 600-1200 องศาเซลเซียส

สรุปผลการวิเคราะห์ กระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว การลดใช้พลังงาน สามารถลดต้นทุนการผลิตในการใช้แก๊สได้ถึง 1000 องศาเซลเซียส วัสดุพรุน ยังไม่มีกรนำมาใช้อย่างแพร่หลายมากนักส่วนใหญ่ยังใช้หินแร่ทางธรรมชาติมาใช้งาน อิฐมวลเบา ซึ่งคุณสมบัติจากแก้วมีความต้านทานสูงแต่ยังไม่มีการนำมาใช้งานเนื่องจากต้องผ่านการทดสอบทางวิศวกรรม จึงยังไม่มีการนำไปใช้งานงการใช้ในการเคลือบกระเบื้อใช้ ต้องใช้พลังงานในการผลิต 600-1200 องศาเซลเซียส และส่วนใหญ่จะใช้ทรายแก้วในการนำไปผลิต แกรนิตจากขวดแก้ว เป็นวัสดุใหม่พัฒนาโดยคนไทยแต่ยังไม่มีการใช้แบบแพร่หลายมากมายในการนำไปผลิตของตัวสินค้าต้องมีการสื่อสารทางการตลาดมากยิ่งขึ้นในการนำวัสดุ แกรนิตจากขวดแก้วไปใช้งาน

4.1.3 ผลการศึกษาการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว

จากการศึกษาข้อมูลสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ด้านปัจจัยที่มีผลต่อการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ในการทดสอบหาวัสดุจากเศษแก้ว โดยศึกษาจากกลุ่มผู้แทน กลุ่มผู้ผลิตผลิตภัณฑ์แก้วกลุ่ม,กลุ่มผู้ผลิตกระจก,กลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว, ผู้ผลิตขวดแก้ว ในด้านต่างๆ ดังนี้

ตารางที่ 4.1 แสดงขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว	
1	บดวัตถุดิบ	เศษแก้ว (Cullet) แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO) เถ้าลอย (Fly Ash โดยบดวัตถุดิบให้มีความละเอียด ตะแกรงร่อน (Sieve) เส้นผ่าศูนย์กลาง 8 นิ้ว ความสูง 2 นิ้ว ขนาดมาตรฐานที่มีในสต็อก มีแบบขอบตะแกรงแสตนเลส โดยบดอยู่ที่ความละเอียด 300-500 Mesh (เมท)
2	ผสมวัตถุดิบให้เข้ากัน	โดยผสมวัตถุดิบ เศษแก้ว (Cullet) แคลเซียมคาร์บอเนต (CaCO) เถ้าลอย (Fly Ash ผสมให้เข้ากันก่อนนำไปใช้งานเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปพัฒนาวัสดุจากเศษแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

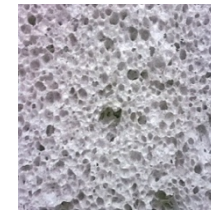
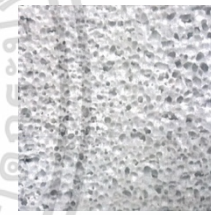
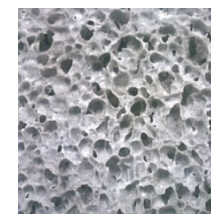
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว	
3	เอาเข้าไปอบอุณหภูมิ 600 c - 900 c	เอาวัตถุดิบที่ผสมเข้ากันลงใส่แบบพิมพ์แล้วนำเข้าอบ เป็นอุณหภูมิเริ่มต้นตั้งแต่ 400–900 c ในเวลา 45 นาที โดยผลที่ออกมาเป็นฟูออกมาเป็นวัตถุดิบใหม่ ในการทำการไปพัฒนาต่อไป
4	นำออกจากเตานำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อ	นำออกจากเตานำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ต่อ ที่ผ่านการอบแล้วนำวัสดุที่ได้นำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ต่อยอดซึ่งลักษณะที่ออกมาเป็นฟูเหมือนการอบขนมปัง

จากตาราง 4.1 การทดสอบขั้นตอนวัสดุจากเศษแก้ว โดยผู้วิจัยสามารถสรุปความคิดเห็นต่าง ๆ ผู้วิจัยได้นำการวิเคราะห์ โดยนำเศษแก้วมาพัฒนาเป็นวัสดุใหม่ ตามกรอบแนวคิด กระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ จึงได้คิดค้นสูตรในการสร้างวัสดุใหม่จากเศษแก้วโดยได้ทดลอง จำนวน 5 สูตร เพื่อหา Condition ที่เหมาะสมในการนำวัสดุจากเศษแก้วไปออกแบบผลิตภัณฑ์ เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่ากระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore size Distribution Analyzer (PDA) ที่เหมาะสมในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยมีส่วนผสมหลักที่ใช้ในการทดลอง คือ แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO$) คุณสมบัติที่ช่วยในการยึดเกาะ, เถ้าลอย (Fly Ash) คุณสมบัติช่วยเพิ่มความแข็งแรง, เศษแก้ว (Cullet) ที่เป็นวัตถุดิบหลัก โดยมีอุปกรณ์ในการทดลอง คือเตาไฟฟ้า Furnace ขนาด 160x170x200 ตารางเซนติเมตร(cm^2) แม่พิมพ์ Mold ขนาด 13x20 ตารางเซนติเมตร(cm^2) และมีขั้นตอนในการทดสอบดังนี้ นำวัสดุเศษแก้วมาบดให้ได้ขนาด 100 - 200 mesh ผสมเข้ากับแคลเซียมคาร์บอเนต เถ้าลอย กวนให้เข้ากันแล้วเทลงเบ้า ขนาด 13x20 ตารางเซนติเมตร (cm^2) จากนั้นใช้เครื่องกดเพื่อปรับความหนาแน่นของวัตถุดิบจนกระทั่งได้ 1.0 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร(g/cm^3) 1.1 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร(g/cm^3) และ 1.28 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร(g/cm^3) จึงนำไปอบในเตาขนาด 160x170x200 ลูกบาศก์เซนติเมตร(cm^3) โดยขั้นตอนการอบจะเริ่มต้นที่อุณภูมิ 600 องศาเซลเซียส และเพิ่มอุณภูมิขึ้นเป็น 900 องศาเซลเซียส จากนั้นแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 45 นาที เพื่อให้เศษแก้วเกิดการฟอร์มตัวขึ้นมา โดยแสดงผลการทดลองดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการทดลองวัสดุจากเศษแก้ว

ที่	ส่วนผสม	ผลการทดลอง	ภาพผลการทดลอง
1	เศษแก้ว)Cullet) ร้อยละ 89 แคลเซียม คาร์บอเนต)CaCO) ร้อยละ6 เถ้าลอย)Fly Ash) ร้อยละ 5	เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุน)PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม .มม 1 ขนาด .ร้อยละ24, ขนาด 2 มม .ร้อยละ 29, ขนาด 3 มม. ร้อยละ 21, ขนาด 4 มม. ร้อยละ 16, และขนาด 5 มม. ร้อยละ 10	
2	เศษแก้ว)Cullet) ร้อยละ 89 แคลเซียม คาร์บอเนต)CaCO) ร้อยละ 5 เถ้าลอย)Fly Ash) ร้อยละ 6	เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุน)PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม .มม 1 ขนาด.ร้อยละ 23, ขนาด 2 มม. ร้อยละ 25, ขนาด 3 มม. ร้อยละ 22, ขนาด 4 มม. ร้อยละ18,และขนาด 5 มม. ร้อยละ 12	
3	เศษแก้ว (Cullet) ร้อยละ 89 แคลเซียม คาร์บอเนต (CaCO) ร้อยละ 6 เถ้าลอย (Fly Ash) ร้อยละ 5	เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุน (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์ กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม.ขนาด 0.5 มม. ร้อยละ 34, ขนาด 1.0 มม. ร้อยละ 29,ขนาด 1.5 มม. ร้อยละ 26, ขนาด 2.0 มม. ร้อยละ 8, และขนาด 2.5 มม. ร้อยละ 3	
4	เศษแก้ว (Cullet) ร้อยละ 90 แคลเซียม คาร์บอเนต (CaCO) ร้อยละ 5 เถ้าลอย (Fly Ash) ร้อยละ 5	เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุน (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม.ขนาด 0.5 มม. ร้อยละ 41, ขนาด 1.0 มม. ร้อยละ 36,ขนาด 1.5 มม. ร้อยละ 11, ขนาด 2.0 มม. ร้อยละ 8, และขนาด 2.5 มม. ร้อยละ 4	
5	เศษแก้ว (Cullet) ร้อยละ 91 แคลเซียม คาร์บอเนต (CaCO) ร้อยละ 6 เถ้าลอย (Fly Ash) ร้อยละ 3	เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุน (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม.ขนาด 1 มม. ร้อยละ 7, ขนาด 2 มม. ร้อยละ30, ขนาด 3 มม. ร้อยละ 45, ขนาด 4 มม. ร้อยละ 15, และขนาด 5 มม. ร้อยละ 3	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 จากการวิเคราะห์ในการทดสอบจากวัสดุเศษแก้ว พบว่าจากการทดลองทั้ง 5 สูตร เพื่อหาค่าการกระจายตัวของรูพรุนตัวที่ดี (PDA) ที่สุด พบว่าการทดลอง Condition ที่ 3 ให้ค่าการกระจายตัวของรูพรุนตัวที่ดีที่สุด โดยมีขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของพรุนจะมีขนาดตั้งแต่ 0.5-5.0 มม.โดยมี ขนาด 0.5 มม. ร้อยละ 34 ขนาด 1.0 มม. ร้อยละ 29 ขนาด 1.5 มม. ร้อยละ 26 ขนาด 2.0 มม. ร้อยละ 8 และขนาด 2.5 มม. ร้อยละ 3 ซึ่งมีขนาดที่มีคุณภาพและเหมาะสมในการนำไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป โดยมีความหนาแน่นมากกว่าพร้อมทั้งมีความแข็งแรงในการนำไปใช้งานวัสดุจากเศษแก้วและน่าจะนำไปพัฒนาในการปิดผิว ตามกรอบแนวคิด กระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจโดยนำสูตรแก้วที่ได้ศึกษามาใช้ในการพัฒนาวัสดุในการปิดผิวเพื่อเพิ่มความสวยงามให้วัสดุในการนำไปทดลอง

จากการพัฒนา สูตรผลิตแก้ว แก้วเคลือบโดยใช้หลักการการใช้ทรัพยากรทางธรรมชาติให้น้อยที่สุด ในการพัฒนาสูตรผิวเคลือบพื้นผิวให้วัสดุมีความสวยงามมากยิ่งขึ้น โดยการวิเคราะห์กระบวนการเคลือบผิวจากเศษแก้ว โดยการนำเทคโนโลยี เกี่ยวกับการผลิต Mosaic มาพัฒนาผิวสัมผัสให้ดูวัสดุมีความน่าใช้มากยิ่งขึ้น โดยใช้หลักกระบวนการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ในแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี)Kevin Otto and Kristin Wood. 2002 : 725-728 (1 (ด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย 2) ด้านคุณภาพในการใช้งาน 3) ด้านรูปลักษณ์สวยงาม 4) ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม และนำไปในการพัฒนาสูตรในการเคลือบผิวเพื่อเพิ่มความสวยงาม

ตารางที่ 4.3 แสดงขั้นตอนการเคลือบผิววัสดุจากเศษแก้ว

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว	
1		เศษแก้ว ที่ผ่านการอบเป็นผลิตภัณฑ์แล้ว นำไปตัดแต่งตามรูปทรงที่เราต้องการ
2		ผสม ส่วนประกอบในการจัดทำแก้ว
3		โรย ส่วนประกอบบนผิวผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

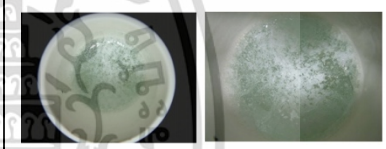
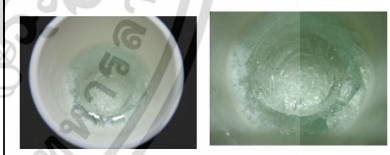
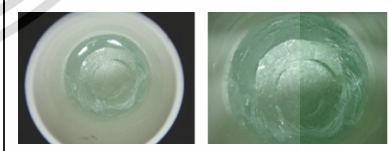
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4. (ต่อ)

ลำดับ	ขั้นตอนการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว	
4		อบ ที่อุณหภูมิประมาณ 900-1200 องศา

จากตารางที่ 4.3 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ ผิวเคลือบโดยศึกษาจากสูตรจากแก้วที่ได้ศึกษาและวิเคราะห์ มาพัฒนาให้พื้นผิวให้วัสดุมีความสวยงามมากยิ่งขึ้น โดยนำวัสดุจากเศษแก้วมาหลังจากนั้นนำส่วนผสมโรยบนส่วนผิวหน้าและ นำการเข้าไปอบอีกครั้งเพื่อให้พื้นผิวมีความมันวาวเหมือนกับเคลือบผิวเซรามิกทำให้วัสดุ ดูมีมิติมากยิ่งขึ้น

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดลองการเคลือบผิววัสดุจากเศษแก้ว

ที่	ส่วนผสม	ผลการทดลอง	ภาพผลการทดลอง
1	sand (ทรายแก้ว) 35% dolomite หิน)) 5% Culler) เศษแก้ว) 60%	เมื่อนำไปวิเคราะห์ การทดสอบการหลอมตัวของวัตถุดิบแก้ว ที่อุณหภูมิต่างกัน 700 °C แก้วที่ได้มาเป็นลักษณะขาวเขียวแต่เกิดฟองอากาศมาก	
2	sand (ทรายแก้ว) 35% dolomite หิน)) 5% Cullerเศษแก้ว)) 60%	เมื่อนำไปวิเคราะห์ การทดสอบการหลอมตัวของวัตถุดิบแก้ว ที่อุณหภูมิต่างกัน 800 °C แก้วที่ได้มาเป็นลักษณะขาวเขียวแต่เกิดฟองอากาศไม่มาก	
3	sand (ทรายแก้ว) 35% dolomite หิน)) 5% Cullerเศษแก้ว)) 60%	เมื่อนำไปวิเคราะห์ การทดสอบการหลอมตัวของวัตถุดิบแก้ว ที่อุณหภูมิต่างกัน 900 °C แก้วที่ได้มาเป็นลักษณะขาวเขียวแต่เกิดไม่มีฟองอากาศ	

จากตารางที่ 4.4 จากการวิเคราะห์ในการทดสอบจากวัสดุเศษแก้ว พบว่าจากการทดลองทั้ง 3 สูตร พบว่าการทดลอง สูตรที่ 3 ซึ่งมีขนาดที่มีคุณภาพ เกิดความขาวเขียวใสไม่มีฟองอากาศและเหมาะสมในการนำ ไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วต่อไป โดยมีความหนาแน่นมากกว่าพร้อมทั้งมีความแข็งแรงในการนำไปใช้งานวัสดุจากเศษแก้วและน่าจะนำไปพัฒนาในการปิดผิว ตามกรอบแนวคิด กระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจโดยนำสูตรแก้วที่ได้ศึกษามาใช้ในการพัฒนาวัสดุในการปิดผิวเพื่อเพิ่มความสวยงามให้วัสดุในการนำไปทดลอง

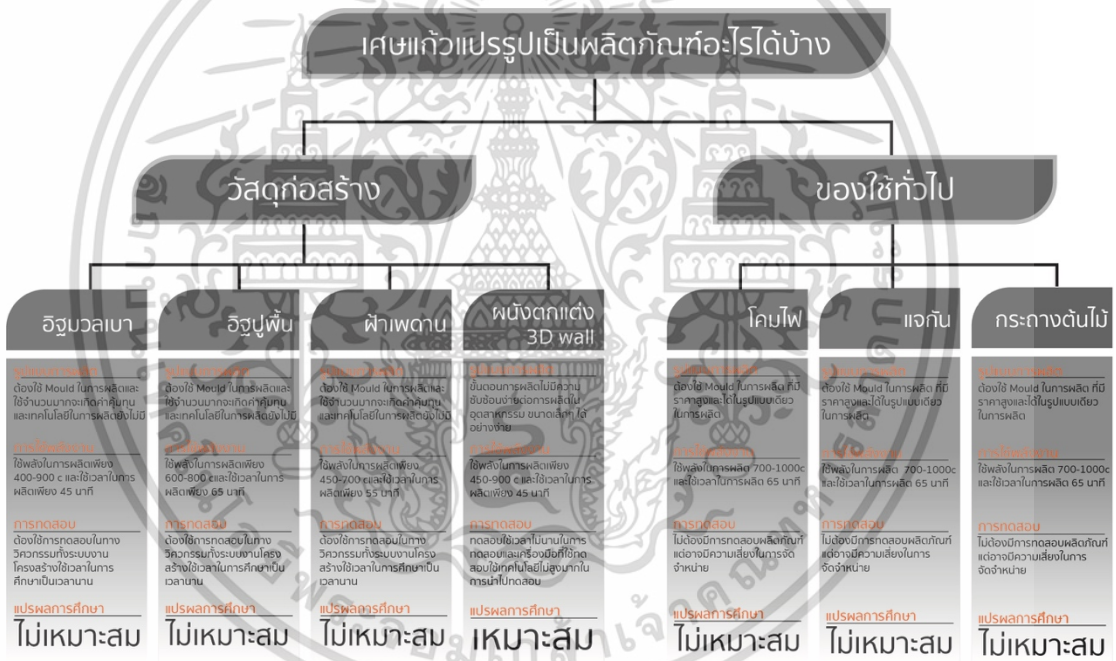
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการวิเคราะห์พัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ผลการวิเคราะห์ในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชียวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากแก้ว และทำการศึกษาข้อมูล เอกสาร หลักฐาน หนังสือ ตำรา และการสังเกตปัญหา ซึ่งผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อการทดสอบ ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วดังนี้

4.2.1 ผลวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

จากการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์จากแนวโน้มความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์ ในด้านต่างๆ โดยการสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญทางด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ในการนำสู่ไปพัฒนาผลิตภัณฑ์ ร่างแบบร่างแบบสัมภาษณ์ความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชียวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ และผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากแก้ว ต่อไปนี้โดยสรุปผลแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ได้ดั



ภาพที่ 4.7 กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพที่ 4.7 ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว เพื่อนำผลการวิเคราะห์ข้อมูล ทำการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วซึ่งผลการศึกษาปัจจัยด้านต่างๆ ผู้วิจัยสามารถจำแนก ได้ดังนี้

ของใช้ทั่วไป ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ของใช้ทั่วไป เช่น โคมไฟ แจกัน และกระถางต้นไม้ ซึ่งมาวิเคราะห์ ได้คือ โคมไฟ ต้องใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาดซึ่งไม่เหมาะสม แจกัน ต้องใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

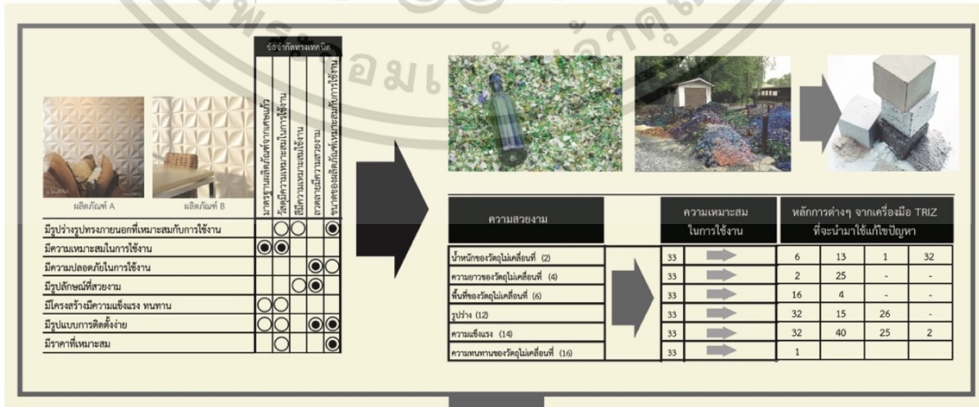
Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาด ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำเศษแก้วมาใช้ กระถางต้นไม้ ต้องใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาด ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำเศษแก้วมาใช้

วัสดุก่อสร้าง ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ วัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐมวลเบา อิฐปูพื้น ฝ้าเพดาน และผนังตกแต่ง 3D wall ซึ่งนำมาวิเคราะห์ได้คือ อิฐมวลเบา ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่ต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรมจึงน่าจะไม่เหมาะสมกับการทำวิจัยในครั้งนี้ อิฐปูพื้น ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่ต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรม พร้อมทั้งการใช้ Mould ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียวในการผลิต ฝ้าเพดาน ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่การใช้งานไปนานๆจะเกิดเป็นฝุ่นผงอาจจะก่อให้เกิดมลพิษเพิ่มได้ และต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรม และ ผนังตกแต่ง 3D wall ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ รูปแบบสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องมือที่หาได้โดยทั่วไป ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปดัดแปลงใช้งานได้

สรุปผลการวิเคราะห์ กระบวนการวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ววัสดุจากเศษแก้วที่ควรจะนำมาพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่มีความเหมาะสมคือ ผนังตกแต่ง 3D wall ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ รูปแบบสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องมือที่หาได้โดยทั่วไป ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปดัดแปลงใช้งานได้ และไม่ต้องมีการทดสอบที่หลายขั้นตอนมากก่อนนำไปใช้งาน ซึ่งง่ายต่อการนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์

4.2.2 ผลวิเคราะห์จำแนกการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ

การพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ได้ใช้กระบวนการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ดี เห็นข้อจำกัดและทิศทางในการออกแบบโดยใช้แนวทางหลักกระบวนการวิเคราะห์รูปแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม โดยการประยุกต์ใช้จำแนกการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพให้เป็นแนวปฏิบัติ (Quality Function Development : QFD) ดังนี้



ภาพที่ 4.8 แสดงการวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ (Quality Function Development : QFD)

ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปรียบเทียบใกล้เคียง พบว่า ผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ A มีความโดดเด่นในด้านรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ด้านรูปแบบการติดตั้งง่ายและด้านราคาที่เหมาะสม พร้อมทั้งมีจุดอ่อนในด้านรูปลักษณ์ที่สวยงามและด้านโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน ส่วนผลิตภัณฑ์ใกล้เคียงรูปแบบ B มีความโดดเด่นด้านรูปแบบการติดตั้งง่าย และขนาดของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับการใช้งานและมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว พร้อมทั้งมีจุดอ่อนด้านความแข็งแรงและความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน

ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง พบว่า ด้านลวดลายที่มีความสวยงาม รองลงมา คือ วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและด้านการเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว หากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยนี้

จุดขาย พบว่า จุดที่ความคำนึงสำหรับผนังกันเสียง จากการวิเคราะห์ทางด้านการตลาด คือ ด้านการติดตั้งการใช้งานให้สะดวกมากยิ่งขึ้น ด้านราคาด้านความปลอดภัยและวัสดุที่ใช้ในการผลิตจากมุมมองทางการตลาด ปัจจัยที่กล่าวมาจะช่วยเพิ่มความน่าสนใจและความมั่นใจให้กับผู้บริโภคในการใช้งานของตัวผนังกันเสียงที่พัฒนาใหม่ได้

ความต้องการของลูกค้า พบว่า ความต้องการของลูกค้าต่อผนังกันเสียงมากที่สุดคือ ด้านรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งานรอง ลงมา คือ ด้านรูปแบบการติดตั้ง จากข้อมูลที่ได้จากการสอบถามของกลุ่มเป้าหมายผ่านกระบวนการวิเคราะห์ของ House of Quality จะนำมาเป็นแนวทางการออกแบบและพัฒนาผนังกันเสียงต่อไป

ข้อจำกัดที่ได้จากกระบวนการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Development : QFD) มาพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ผนังกันเสียง ด้วยการสร้างสรรค์ผ่านการวิเคราะห์ SWOT เพื่อพิจารณา จุดแข็ง จุดอ่อน โอกาส ความเสี่ยง จากนั้นนำผลลัพธ์ที่ได้มาระดมความคิดทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

จากการวิเคราะห์ จากกระบวนการแปลงหน้าที่เชิงคุณภาพ (Quality Function Development : QFD) เห็นข้อจำกัด และทิศทางในการออกแบบจากแนวคิด ในการออกแบบโดยใช้

แนวคิด (Concept) ศิลปะแบบคิวบิส (Cubism) คือ การค้นหาความงามจากรูปทรงของเหลี่ยม ลูกบาศก์ ค้นหาโครงสร้างตามความจริงที่เป็นแท่ง ๆ มากกว่าจะไปเน้นที่รายละเอียดในธรรมชาติ ถือเป็นการสร้างสรรค์งานศิลปะที่แสดงให้เห็นวัตถุธาตุมิใช่แค่การเลียนแบบวัตถุ เพราะยังคงมีเนื้อหาและเรื่องราวในภาพอยู่ อาจถือได้ว่าเป็นศิลปะที่พยายามเชื่อมโยงทั้งทางความคิด และสายตา เข้าด้วยกันเพราะการสร้างผลงานทางศิลปะแบบคิวบิสนั้นเป็นการ สร้างรูปทรงเรขาคณิต โดยการหาโครงสร้างแยกย่อยแล้วนำมาประกอบเข้ากันใหม่ โดยสีที่ใช้ จะใช้สีมัว ไม่สด ไม่รุนแรง เป็นสีแบน ๆ หรือบางทีจะนำโครงสร้างด้านหน้าและด้านหลังมาประกอบพร้อม ๆ กันเพื่อให้สามารถเห็นวัตถุนั้นทั้งสองด้านได้ในคราวเดียวกันและเห็นถึงความตื้นลึกของภาพแม้อยู่ในระนาบเดียวกัน ซึ่งศิลปะแบบคิวบิสนั้นเป็นอีกหนึ่งวิธีการแก้ปัญหาของภาพเขียนที่มีเพียงสองมิติและตาเห็นได้แค่ด้านเดียว โดยหลักสุนทรียศาสตร์ของศิลปะแบบคิวบิสอยู่ที่ กฎของการควบคุมความรู้สึก อารมณ์และการแสดงออกที่ต้องมีการพิจารณากลั่นกรองเสียก่อน มาใช้ในการออกแบบ เนื่องจากทำให้เกิดประโยชน์ใช้สอย (Function) การเคลื่อนไหว (Movement) การปรับเปลี่ยน รูปแบบ (Transform) โดยกายภาพของการพับ จะเป็นการนำวัสดุจากเศษแก้วนำมาออกแบบให้มีการเชื่อมต่อ กัน ซึ่ง มีความสอดคล้องกับการออกแบบวัสดุจากเศษแก้วคือผนังตกแต่ง 3D wall ดังภาพ 4.5

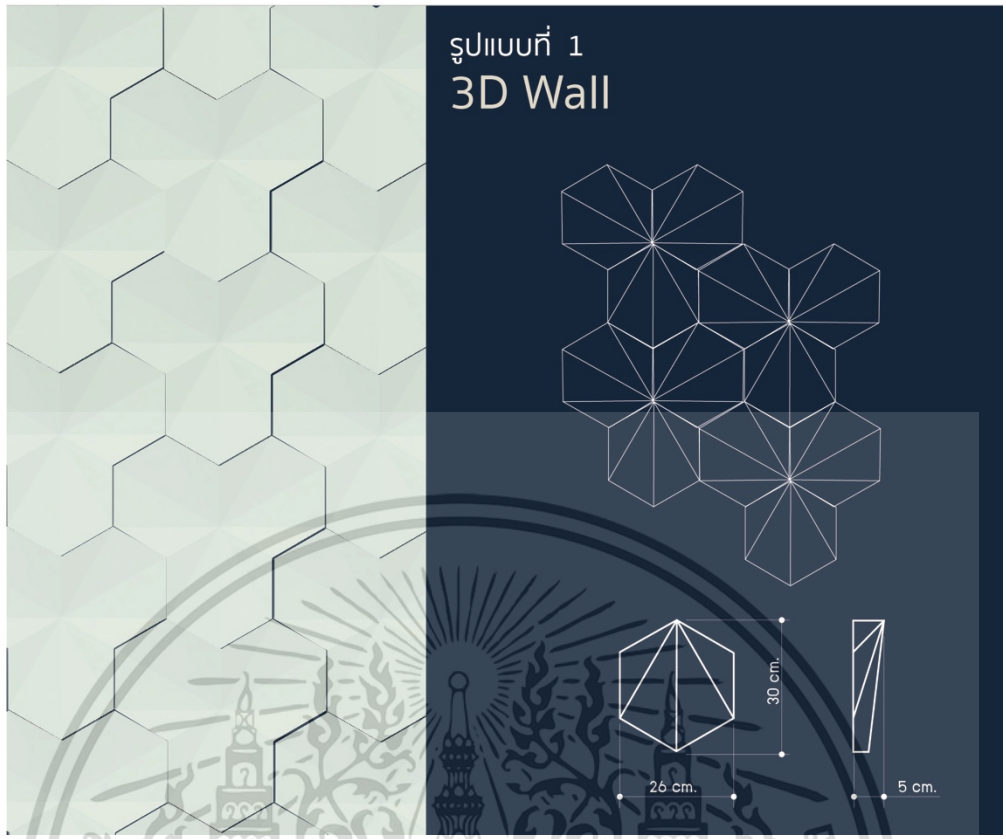
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพที่ 4.9 แนวคิดในการออกแบบ ผนังตกแต่ง 3D wall
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

4.2.3 ผลวิเคราะห์การประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัย ได้ใช้เครื่องมือในการวิจัย เป็น ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ (Prototype) โดยในขั้นตอนที่ออกแบบได้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล จากกลุ่มผู้ผลิยแก้วในพื้นที่ จ.ระยอง ในกรณีศึกษา ซึ่งออกมาเป็นรูปทรงที่ต้องการ จำนวน 5 แบบ นำเสนอต่อผู้ทรงคุณวุฒิ ในด้านที่เกี่ยวข้อง เช่น ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ปรึกษาเพื่อคัดเลือกรูปแบบที่เหมาะสม แนะนำประเด็นที่สำคัญ ได้แก่ ขนาดความหนารูปทรงที่มีผลต่อการใช้งานที่มีความเหมาะสมและสวยงาม ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นแบบเปิด เสนอความคิดเห็นแบบอิสระเพื่อนำมาทำการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และพัฒนาต้นแบบโดยผ่านความคิดเห็นจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เมื่อปรับปรุงแบบร่างจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และนำไปประเมินความพึงพอใจจากกลุ่มประชากรตัวอย่าง โดยมีรูปแบบจากแบบร่าง 5 แบบ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.10 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 1
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 1

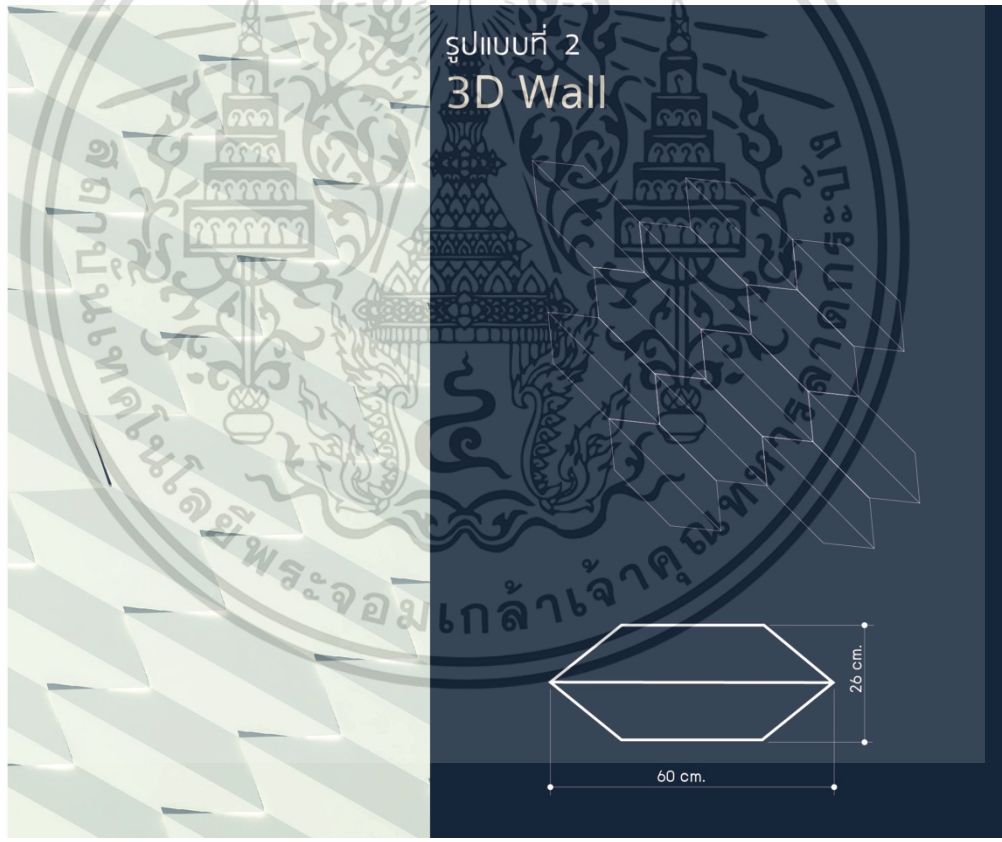
ประเมินผลการออกแบบ	n=5 รูปแบบพัฒนาที่ 1		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.40	0.55	มาก
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	4.40	0.55	มาก
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.76**	**0.22**	**มากที่สุด**
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	4.60	0.55	มากที่สุด
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	2.80	1.64	ปานกลาง
รวม	**4.13**	**0.73**	**มาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.5 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ($\overline{X}$= 4.46) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.22) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ได้แก่ มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$= 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน ($\overline{X}$ = 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$= 4.13) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.73) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$= 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ($\overline{X}$= 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด



ภาพที่ 4.11แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 2
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 2

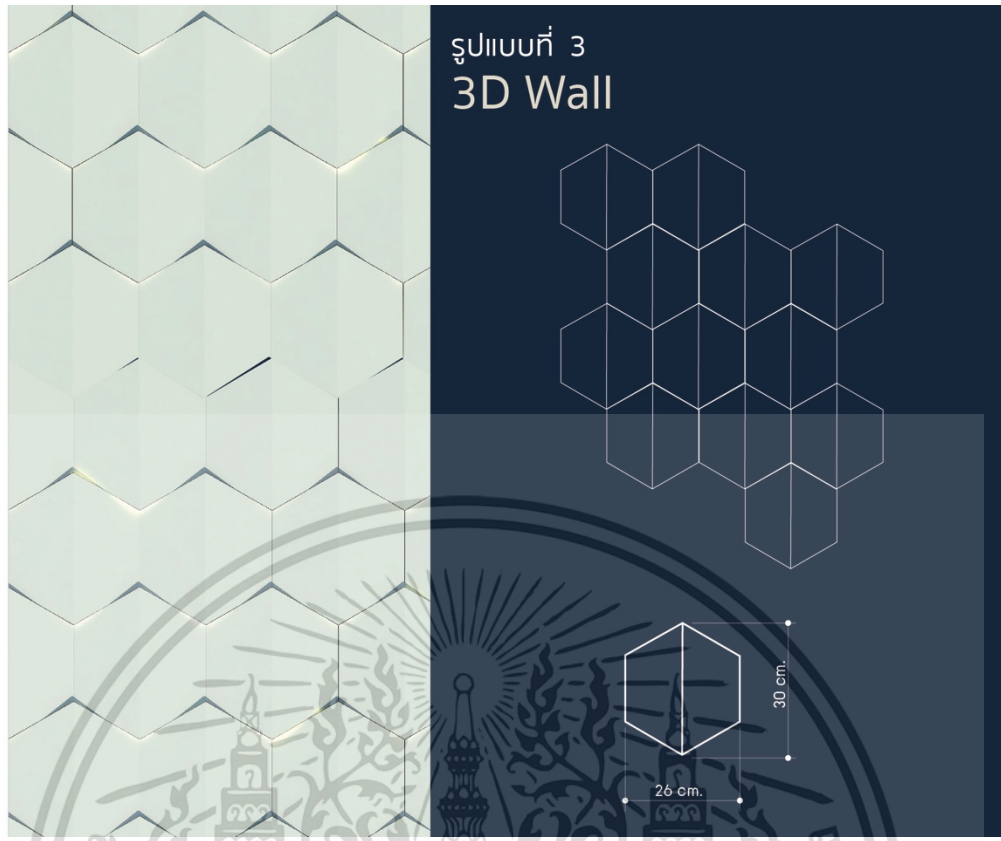
ประเมินผลการออกแบบ	n=5		
	รูปแบบพัฒนาที่ 2		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	3.81	1.10	มาก
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	3.80	1.10	มาก
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	5.00	0.00	มากที่สุด
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	3.80	1.10	มาก
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	5.00	0.00	มากที่สุด
รวม	**4.28**	**0.66**	**มาก**
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	5.00	0.00	มากที่สุด
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	5.00	0.00	มากที่สุด
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.40	0.55	มาก
รวม	**4.80**	**0.18**	**มากที่สุด**

จากตารางที่ 4.6 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ($\bar{X}$= 4.28) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.66) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X}$= 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน ($\bar{X}$= 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X}$= 3.81) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 1.10) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$= 4.80) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.18) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$= 5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ($\bar{X}$=5.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$=4.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.12 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 3
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ตารางที่ 4.7 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 3

ประเมินผลการออกแบบ	n=5 รูปแบบพัฒนาที่ 3		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	4.20	1.10	มาก
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	4.60	0.55	มากที่สุด
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	**4.52**	**0.66**	**มากที่สุด**
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	4.20	1.10	มาก
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.00	0.00	มาก
รวม	**4.26**	**0.55**	**มาก**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.7 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ($\overline{X}$= 4.52) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.66) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$ = 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม ($\overline{X}$ = 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน ($\overline{X}$= 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55)

ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$= 4.26) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$= 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ($\overline{X}$ = 4.20) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 1.10) และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$= 4.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00)

ภาพที่ 4.13 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 4
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.8 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 4

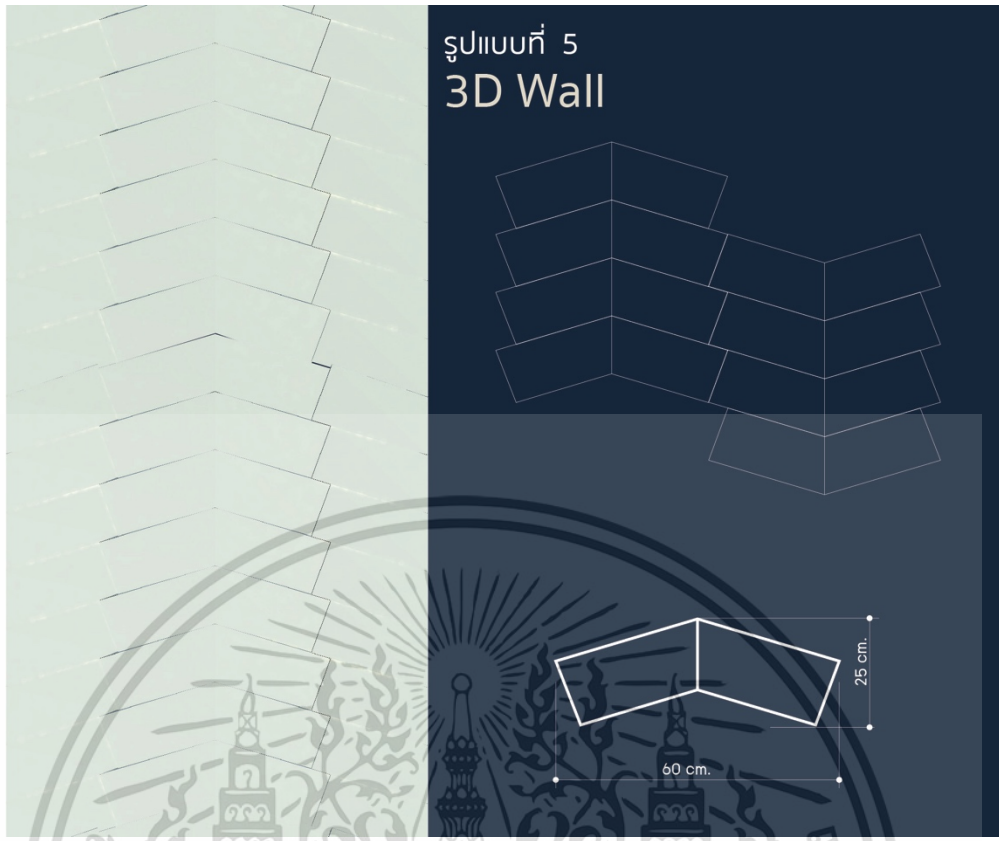
ประเมินผลการออกแบบ	n=5		
	รูปแบบพัฒนาที่ 4		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	2.40	0.55	น้อย
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	2.40	0.55	น้อย
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.60	0.55	มากที่สุด
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	2.40	0.55	น้อย
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	2.40	0.56	น้อย
รวม	**2.84**	**0.55**	**ปานกลาง**
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.00	0.00	มาก
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	4.20	1.10	มาก
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.60	0.55	มากที่สุด
รวม	**3.37**	**0.55**	**ปานกลาง**

จากตารางที่ 4.8 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ($\bar{X}$= 2.84) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\bar{X}$= 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งก่อนใช้งานและหลังใช้งาน ($\bar{X}$= 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X}$ = 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม ($\bar{X}$ = 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน ($\bar{X}$ = 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.56)

ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$= 3.37) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$= 4.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00) มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ($\bar{X}$= 4.20) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 1.10) และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\bar{X}$= 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.14 แสดงแบบร่างรูปแบบที่ 5
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ตารางที่ 4.9 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ยส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานผู้เชี่ยวชาญในการประเมินผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ รูปแบบที่ 5

ประเมินผลการออกแบบ	n=5 รูปแบบพัฒนาที่ 5		
	$\bar{X}$	S.D.	ความหมาย
1 การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	2.40	0.55	น้อย
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	2.40	0.55	น้อย
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.40	0.55	ปานกลาง
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	2.40	0.55	น้อย
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	2.40	0.56	น้อย
รวม	**2.12**	**0.55**	**น้อย**
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม			
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.60	0.55	มากที่สุด
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	4.20	1.10	มาก
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	4.00	0.00	มาก
รวม	**4.26**	**0.55**	**มาก**

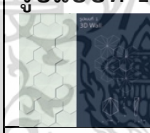
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ($\overline{X}$= 2.12) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย ได้แก่ มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ($\overline{X}$= 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ทั้งก่อนใช้งานและหลังใช้งาน ($\overline{X}$= 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$= 3.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม ($\overline{X}$= 2.40) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน ($\overline{X}$= 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55)

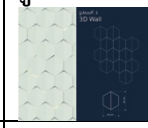
ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมแก้ว ($\overline{X}$= 2.26) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$ = 4.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.55) มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ ($\overline{X}$= 4.20) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 1.10) และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ($\overline{X}$=4.00) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.00)

ตารางที่ 4.10 แสดงสรุปผลการวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ผู้เชี่ยวชาญในการประเมิน ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์ทั้ง 5 รูปแบบ

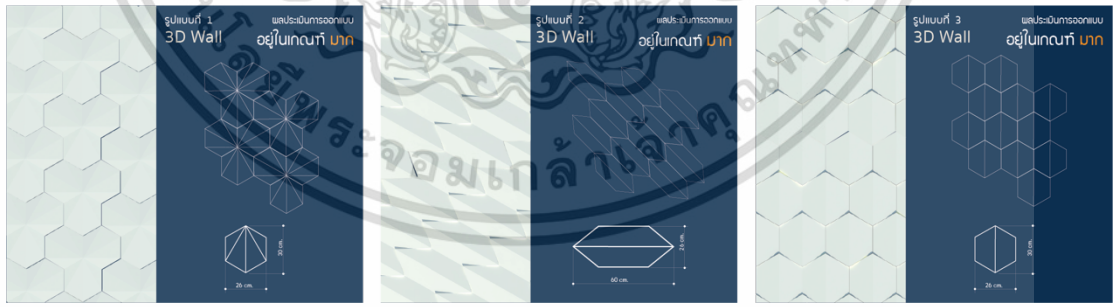
ประเมินผลการออกแบบ	n=5				
	รูปแบบที่ 1 	**รูปแบบที่ 2**	**รูปแบบที่ 3**	**รูปแบบที่ 4**	**รูปแบบที่ 5**
	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด	น้อย	น้อย
1.2 มีความเหมาะสมกับการใช้งาน	มาก	มาก	มาก	น้อย	น้อย
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	ปานกลาง
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม	มาก	มาก	มากที่สุด	น้อย	น้อย
1.5 มีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	น้อย	น้อย
รวม	**มากที่สุด**	**มาก**	**มากที่สุด**	**ปานกลาง**	**น้อย**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.10 (ต่อ)

ประเมินผลการออกแบบ	n=5				
	รูปแบบที่ 1	**รูปแบบที่ 2**	**รูปแบบที่ 3** 	**รูปแบบที่ 4**	**รูปแบบที่ 5**
	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน
2 ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม					
2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	มากที่สุด	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มากที่สุด
2.2 มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้	มากที่สุด	มากที่สุด	มาก	มาก	มาก
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม	ปานกลาง	มาก	มาก	มากที่สุด	มาก
รวม	**มาก**	**มากที่สุด**	**มาก**	**ปานกลาง**	**มาก**

จากตาราง 4.10 เมื่อเปรียบเทียบผลการประเมินความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน โดยสรุป ในรูปแบบที่ 1 รูปแบบที่ 2 และรูปแบบที่ 3 ผู้วิจัยทำการรวมผลการประเมินทั้งหมดในแต่ละแบบ และเปรียบเทียบผล เพื่อนำไปทดสอบและประเมินความพึงพอใจ ดังรูป ที่



ภาพที่ 4.15 แสดงแบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญเลือกทั้ง 3 แบบ
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากรูปภาพที่ 4.15 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลจากแบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินจากทั้งหมด 5 แบบ เลือกมาทั้ง 3 แบบเพื่อนำแบบไปประเมินการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วและความพึงพอใจของผู้บริโภค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาจากรูปแบบผลิตภัณฑ์ โดยศึกษารูปแบบการติดตั้งโดยนำเสนอทั้ง 2 รูปแบบ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 2 ท่าน ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

ภาพที่ 4.16 แสดงรูปแบบการติดตั้ง 2 รูปแบบ
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพที่ 4.16 ผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน เห็นตรงกันในการนำรูปแบบการติดตั้งไปใช้งาน โดย การติดตั้งแบบใช้ fittings เป็นการต้องวัดหน้างานให้มีความเที่ยงตรงก่อนที่จะทำการติดตั้งทำให้มีความยากต่อการนำไปใช้งาน และยังมีวัสดุเป็นหมุดออก มาจากแผ่นวัสดุจึงทำให้ไม่เกิดความสวยงามในการนำไปใช้งาน ส่วนรูปแบบการใช้กาวตะปูผู้เชี่ยวชาญเห็นตรงกันเหมาะกับการใช้กาวตะปูมากกว่าจึงทำให้เวลาติดตั้งมีความสวยงามและยังสะดวกในการขยับก่อนนำไปติดตั้งหน้างานและง่ายต่อการรื้อถอนไปใช้งานได้ มีความสะดวก สามารถติดตั้งเองได้เหมาะกับการเป็นสินค้า DIY ในการนำไปใช้งาน

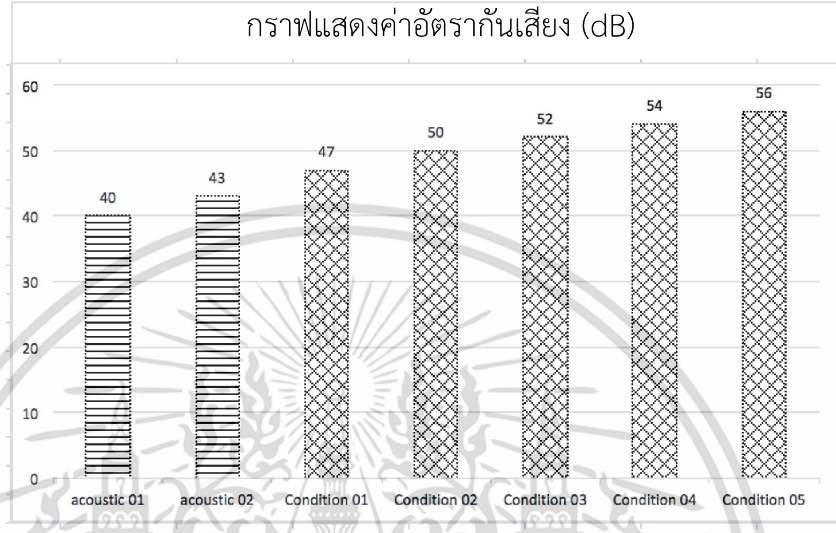
4.3 ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผลการวิเคราะห์ประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ผู้วิจัยทำการวิเคราะห์ทดสอบผลิตภัณฑ์ตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และทำการศึกษาข้อมูล เอกสาร หลักฐาน หนังสือ ตำรา และการสังเกตปัญหา ซึ่งผลการวิเคราะห์ปัจจัยที่มีต่อการทดสอบ ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 การทดสอบเสียง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตภัณฑ์ในการทดสอบเสียงเราทำการทดสอบระดับเสียงตามมาตรฐาน ENERGY STAR® การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังรูป ภาพที่ 4.11



ภาพที่ 4.17 แสดงกราฟผลการทดสอบอัตรากันเสียง (dB)
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

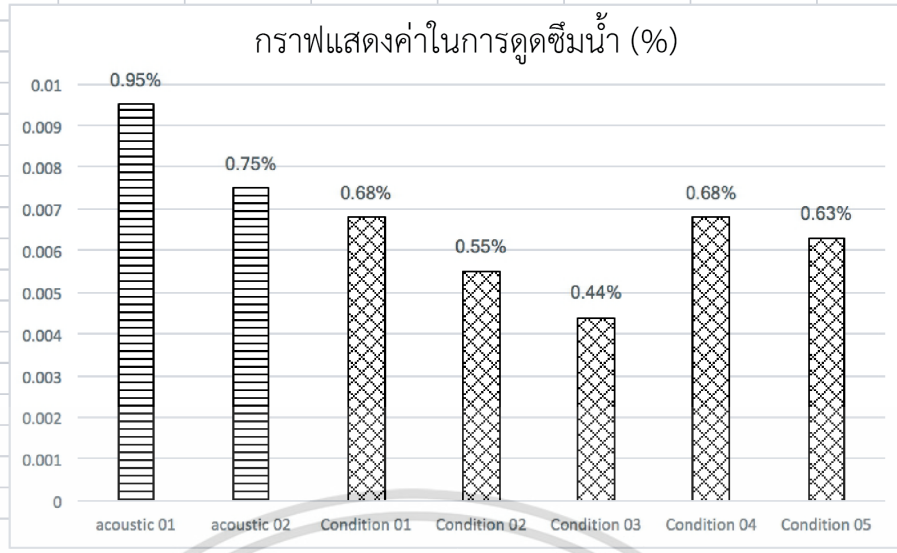
จากภาพ 4.17 แสดงผลการทดสอบอัตรากันเสียง (dB) โดยตามค่ามาตรฐาน ต้องมีค่ากับเสียงมากกว่า (>.40เดซิเบล) โดยเปรียบเทียบวัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 Acoustic 01 ได้ค่าการทดสอบ 40เดซิเบล Acoustic 02 ได้ค่าการทดสอบ 43 เดซิเบล โดยนำวัสดุจากเศษแก้วนำไปทดสอบ ทั้ง 5 ตัวอย่างชิ้นงานโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 51.8 เดซิเบล ซึ่งเป็นค่าที่เกินจากมาตรฐานและกันเสียงได้ดีกว่า วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02

สรุปผลการทดลองผลการทดสอบอัตรากันเสียง (dB) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 41.5 เดซิเบล แต่ตัววัสดุตกแต่ง (3D Wall) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 51.8 เดซิเบล ซึ่งผลที่ออกมามีค่าที่สูงกว่าสินค้าในท้องตลาด

4.2.2 ค่าการดูดซึมน้ำ

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตภัณฑ์ในการทดสอบค่าดูดซึมน้ำเป็นการวัดปริมาณรูพรุนเปิดของตัวเนื้อวัสดุจากเศษแก้ว ด้วยการทำให้อิ่มตัวด้วยน้ำ การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังรูป ภาพที่ 4.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.18 แสดงกราฟผลการทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

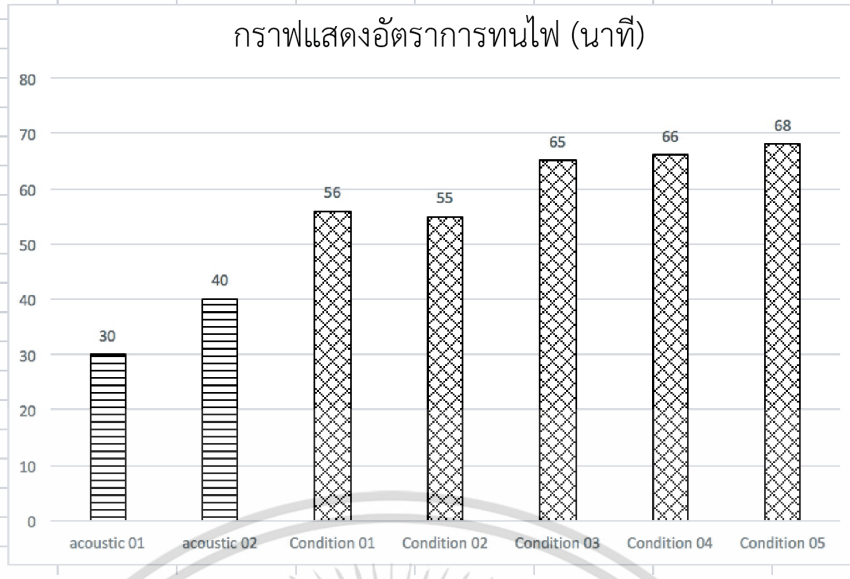
จากภาพ 4.18 แสดงผลการทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) โดยตามค่ามาตรฐานต้องมีค่ากับน้อยกว่า (<.ร้อยละ10) โดยเปรียบเทียบวัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 Acoustic 01 ได้ค่าการทดสอบ 0.95 % Acoustic 02 ได้ค่าการทดสอบ 0.95 % โดยนำวัสดุจากเศษแก้วนำไปทดสอบ ทั้ง 5 ตัวอย่างชิ้นงานโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.95 % ซึ่งเป็นค่าที่เกินจากมาตรฐาน วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02

สรุปผลการทดลอง ผลการทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (ร้อยละ) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาดค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 0.85 แต่ตัววัสดุตกแต่ง (3D Wall) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ ร้อยละ 0.59 ซึ่งผลที่ออกมามีค่าการดูดซึมน้ำได้ค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าท้องตลาด

4.2.3 ทดสอบเกี่ยวกับสมบัติด้านอัคคีภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตภัณฑ์ในการทดสอบเกี่ยวกับสมบัติด้านอัคคีภัยของวัสดุและผลิตภัณฑ์ ด้วยการก่อผนังและวางระบบการลามไฟของการทนไฟ การติดไฟ และ การลามไฟ ของผลิตภัณฑ์ก่อนที่พวกเขาจะสามารถขายผลิตภัณฑ์ในตลาดได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังรูป ภาพที่ 4.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.19 แสดงกราฟอัตราการทนไฟ (นาที)
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

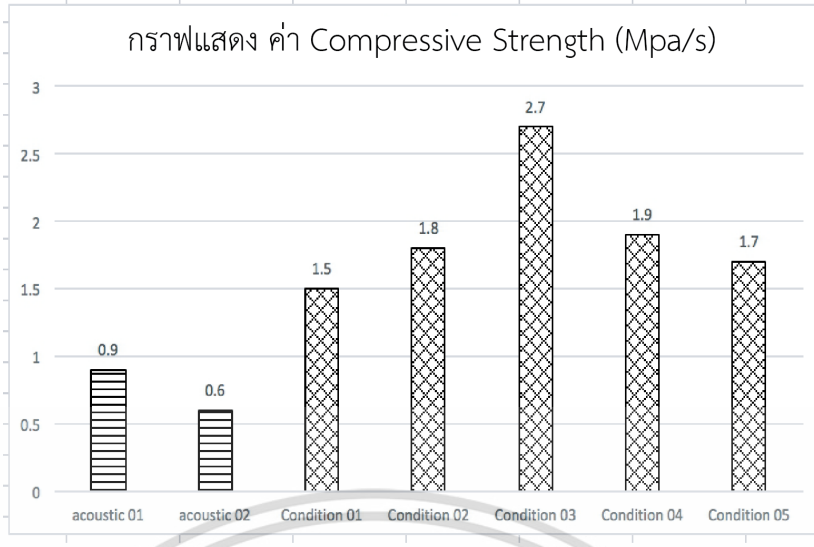
จากภาพ 4.19 แสดงผลการทดสอบกราฟอัตราการทนไฟ (นาที) โดยตามค่ามาตรฐานต้องมีค่ากับ มากกว่า (>.60นาที) โดยเปรียบเทียบวัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 Acoustic 01 ได้ค่าการทดสอบ 30 นาที Acoustic 02 ได้ค่าการทดสอบ 40 นาที โดยนำวัสดุจากเศษแก้วนำไปทดสอบ ทั้ง 5 ตัวอย่างชิ้นงานโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 62 นาที ซึ่งเป็นค่าที่เกินจากมาตรฐานวัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02

สรุปผลการทดลองอัตราการทนไฟ (นาที) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35 นาที แต่ตัววัสดุตกแต่ง (3D Wall) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 35 นาที ซึ่งผลที่ออกมาสามารถทนไฟมีค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าท้องตลาด

4.2.3 ทดสอบแรงอัด

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ เพื่อเป็นแนวทางในการประเมินผลผลิตภัณฑ์ในการทดสอบเกี่ยวกับการทดสอบแรงอัด ด้วยการใช้เครื่องกดอัดลงไปเพื่อศึกษาด้านความแข็งแรง ของผลิตภัณฑ์ก่อนที่พวกเขาจะสามารถขายผลิตภัณฑ์ในตลาดได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย เปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยมีวิธีการทดสอบ ดังรูป ภาพที่ 4.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.20 แสดงกราฟแสดงค่า Compressive Strength (Mpa/s)
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

จากภาพ 4.14 แสดงผลการทดสอบแสดงกราฟแสดงค่า Compressive Strength (Mpa/s) โดยตามค่ามาตรฐานต้องมีค่ากับ มากกว่า (>0.5มิลลิปาสคาล) โดยเปรียบเทียบวัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 Acoustic 01 ได้ค่าการทดสอบ 0.9 Mpa/s Acoustic 02 ได้ค่าการทดสอบ 0.6 Mpa/s โดยนำวัสดุจากเศษแก้วนำไปทดสอบ ทั้ง 5 ตัวอย่างชิ้นงานโดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 1.92 Mpa/s ซึ่งเป็นค่าที่เกินจากมาตรฐาของ วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02

สรุปผลการทดลอง แสดงค่า Compressive Strength (Mpa/s) โดยผลิตภัณฑ์ที่มีอยู่ในท้องตลาด ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 0.75 Mpa/s แต่ตัววัสดุตกแต่ง (3D Wall) ค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 9.6 Mpa/s ซึ่งผลที่ออกมาสามารถทนไฟมีค่าเฉลี่ยที่ดีกว่าท้องตลาด

ตารางที่ 4.11 แสดงผลสรุปผลการทดสอบวัสดุจากเศษแก้ว

ข้อมูลจำเพาะ	**Acoustic 01**	**Acoustic 02**	**3D wall 01**	**3D wall 02**	**3D wall 03**
การทดสอบอัตรากันเสียง (dB)	40	43	50	52	54
การทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (ร้อยละ)	0.95	0.75	0.44	0.55	0.68
อัตราการทนไฟ (นาที)	30	40	65	66	68
Compressive Strength (Mpa/s)	0.9	0.6	2.7	1.9	1.7

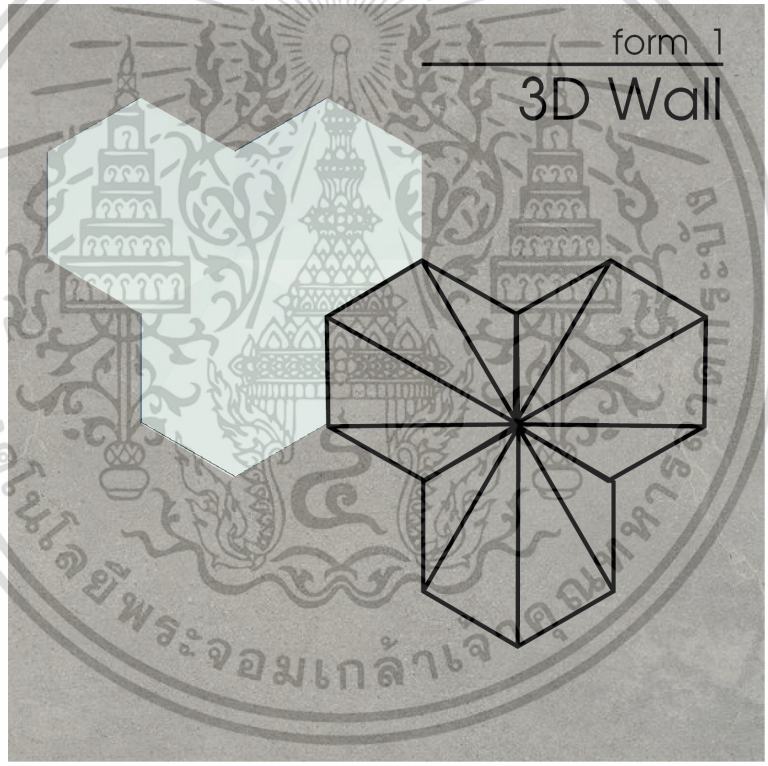
จากตารางที่ 4.11 พบว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด โดยทำการศึกษาแผ่นตัวอย่างที่มีความหนา 8 มม. ซึ่งนิยมใช้เป็นผนังภายในอาคาร และความหนา 16 มม. ซึ่งนิยมใช้เป็นผนังภายนอกอาคาร ผลการศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วมีคุณสมบัติที่ดีกว่าในหลายๆ ด้านพบว่า การดูดซึมน้ำที่เหมาะสมที่สุด คือ Condition 03 อยู่ที่ ร้อยละ 0.44 อัตรากันเสียง ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 01,04 อยู่ที่ 44 เดซิเบล อัตราการทนไฟ ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 04 อยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ 68 นาที ค่าแรงอัด ที่เหมาะสมมากที่สุด อยู่ที่ 2.7 มิลลิปาสคาล และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 03 อยู่ที่ 11 กก./ 1 ตารางเมตร ซึ่งจะเห็นว่าผลการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วเป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ผนังกันเสียงและมีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดคือสามารถกันไฟลามได้

4.4 ผลการประเมินความพึงพอใจ

หลังจากผู้วิจัยทำการสรุปแบบร่าง และสร้างหุ่นจำลองต้นแบบแล้ว ผู้วิจัยจึงนำหุ่นจำลองต้นแบบ นำไปประเมินความพึงพอใจ จากผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน (ตามตารางสำเร็จรูป Yamane ตามค่าความคาดเคลื่อน 5%) เพื่อสอบถามความ พึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยผลการประเมินความพึงพอใจ ผู้วิจัยสามารถสรุปเป็นตาราง ได้ ดังตารางที่ 4.14



ภาพที่ 4.21 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 1
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.12 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 1

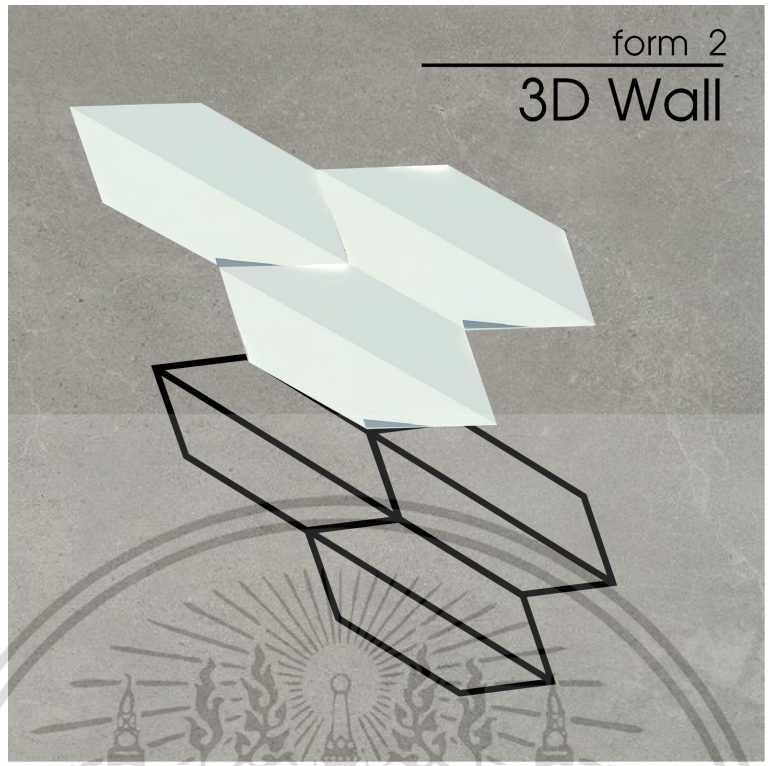
ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (n=80)		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
	1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.21	0.86	พอใจในระดับมาก
	1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	4.17	0.85	พอใจในระดับมาก
	1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว	4.13	0.85	พอใจในระดับมาก
	1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	4.11	0.85	พอใจในระดับมาก
	1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม	4.11	0.85	พอใจในระดับมาก
รวม		**4.14**	**0.85**	**พอใจในระดับมาก**
		คน	ร้อยละ	
2	ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)			
	2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท	55	69	
	2.2 2,001-5,000 บาท	21	26	
	2.3 5,001 บาท ขึ้นไป	4	5	

จากตารางที่ 4.12 ผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน (ตามตารางสำเร็จรูป Yamane ตามค่าความคาดเคลื่อน 5%) เพื่อสอบถามความ พึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว มีความพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\bar{X}$= 4.21) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.86) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X}$= 4.17) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.85) มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว ($\bar{X}$= 4.13) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.85) มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน ($\bar{X}$ = 4.11) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.85) และมีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม ($\bar{X}$= 4.11) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.85)

ความคิดเห็นทางด้านราคา ได้แก่ ราคาต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 69 ราคา 2,001-5,000 บาท ร้อยละ 26 และ 5,001 บาท ขึ้นไป อยู่ที่ ร้อยละ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.22 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 2
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ตารางที่ 4.13 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 2

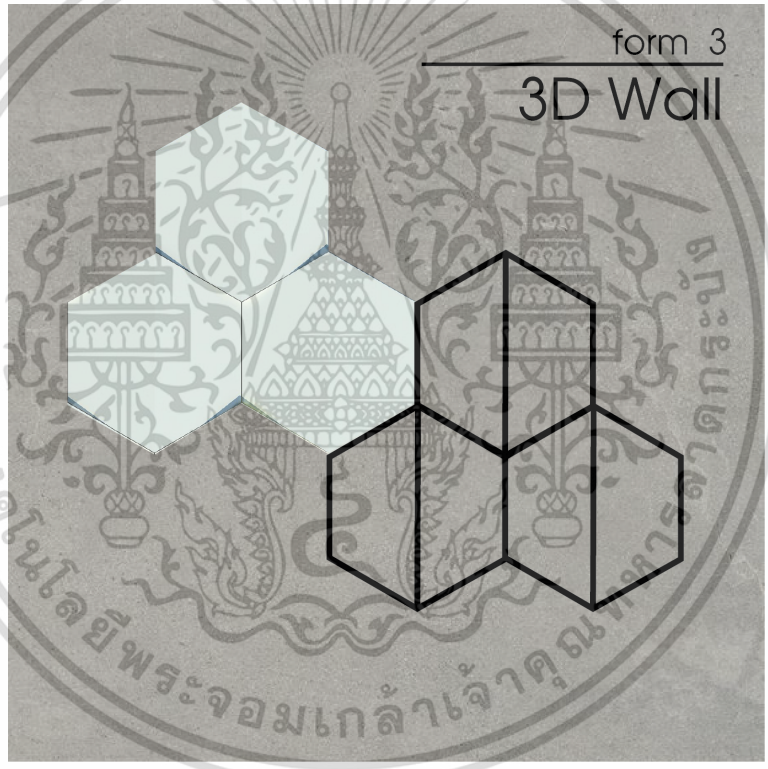
ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (n=80)		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
	1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน	4.02	0.95	พอใจในระดับมาก
	1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.86	0.84	พอใจในระดับมาก
	1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว	3.82	0.80	พอใจในระดับมาก
	1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	3.70	0.92	พอใจในระดับมาก
	1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม	3.63	0.92	พอใจในระดับมาก
รวม		**3.80**	**0.88**	**พอใจในระดับมาก**
		คน	**ร้อยละ**	
1	ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)			
	2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท	58	72	
	2.2 2,001-5,000 บาท	21	27	
	2.3 5,001 บาท ขึ้นไป	1	1	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.13 ผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน (ตามตารางสำเร็จรูป Yamane ตามค่าความคาดเคลื่อน 5%) เพื่อสอบถามความ พึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\overline{X}$= 4.02) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.95) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\overline{X}$= 3.86) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.84) มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว ($\overline{X}$= 3.82) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.80) มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน ($\overline{X}$ = 3.70) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.92) และมีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม ($\overline{X}$ = 3.63) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.92)

ความคิดเห็นทางด้านราคา ได้แก่ ราคาต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 72 ราคา 2,001-5,000 บาท ร้อยละ 27 และ 5,001 บาท ขึ้นไป อยู่ที่ ร้อยละ 1



ภาพที่ 4.23 แสดงรูปแบบผลิตภัณฑ์ประเมินความพึงพอใจ รูปแบบที่ 3
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.14 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน รูปแบบที่ 3

ที่	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (n=80)		ระดับความพึงพอใจ
		$\bar{X}$	S.D.	
1	การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
	1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน	3.92	0.98	พอใจในระดับมาก
	1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	3.60	0.85	พอใจในระดับมาก
	1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว	3.77	0.84	พอใจในระดับมาก
	1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	3.68	0.88	พอใจในระดับมาก
	1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม	3.63	0.83	พอใจในระดับมาก
รวม		**3.72**	**0.87**	**พอใจในระดับมาก**
		คน	ร้อยละ	
2	ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)			
	2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท	60	75	
	2.2 2,001-5,000 บาท	18	23	
	2.3 5,001 บาท ขึ้นไป	2	2	

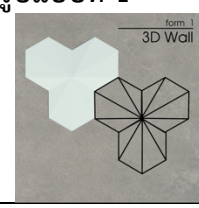
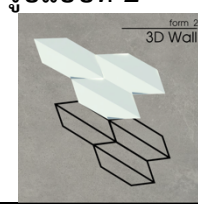
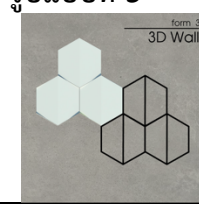
จากตารางที่ 4.14 ผู้ที่สนใจผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน (ตามตารางสำเร็จรูป Yamane ตามค่าความคาดเคลื่อน 5%) เพื่อสอบถามความ พึงพอใจในรูปแบบของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ดังนี้

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ได้แก่ มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน ($\bar{X}$= 3.92) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.98) มีความปลอดภัยในการใช้งาน ($\bar{X}$= 3.60) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.85) มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว ($\bar{X}$= 3.77) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.84) มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน ($\bar{X}$ = 3.68) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.88) และมีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม ($\bar{X}$= 3.63) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.83)

ความคิดเห็นทางด้านราคา ได้แก่ ราคาต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 75 ราคา 2,001-5,000 บาท ร้อยละ 23 และ 5,001 บาท ขึ้นไป อยู่ที่ ร้อยละ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.15 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน ทั้ง 3 รูปแบบ

ประเมินผลการออกแบบ	n=5		
	รูปแบบที่ 1 	**รูปแบบที่ 2** 	**รูปแบบที่ 3** 
	ผลประเมิน	ผลประเมิน	ผลประเมิน
การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว			
1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก
1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก
1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก
1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก
1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก	พอใจในระดับมาก
รวม	**พอใจในระดับมาก**	**พอใจในระดับมาก**	**พอใจในระดับมาก**
ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)	**ร้อยละ**	**ร้อยละ**	**ร้อยละ**
2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท	69	72	75
2.2 2,001-5,000 บาท	26	27	23
2.3 5,001 บาท ขึ้นไป	5	1	2

จากตารางที่ 4.15 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน ทั้ง 3 รูปแบบ จะพบว่า ทั้ง 3 รูปแบบ โดยผลการประเมินความพึงพอใจทั้ง 3 รูปแบบ อยู่ในระดับความพึงพอใจระดับมาก ทั้งมีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน และมีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม ซึ่งผลการประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก

ความคิดเห็นทางด้านราคา ได้แก่ ราคาต่ำกว่า 2,000 บาท ร้อยละ 75 ราคา 2,001-5,000 บาท ร้อยละ 23 และ 5,001 บาท ขึ้นไป อยู่ที่ ร้อยละ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย อภิปรายและข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ ผู้วิจัยได้เสนอการวิเคราะห์ ข้อมูลในด้านต่างๆ ทั้งด้านปัจจัยที่มีผลต่อการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์รูปแบบ และการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ซึ่งผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และเสนอแนะข้อเสนอแนะเพื่อใช้ในการทำวิจัย ในครั้งต่อไป ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผล

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 สรุปผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

ผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว พบว่า สภาพสังคมของไทยในปัจจุบัน ยังไม่มีการแยกขยะจึงเกิดปัญหาในการนำกลับไปหลอมใหม่ ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน จึงทำให้ปัจจุบันโรงงานได้นำวัตถุดิบจากธรรมชาติมาผลิตในส่วนใหญ่ จึงเป็นข้อจำกัดในการนำเศษแก้วมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ผู้วิจัยได้เล็งเห็นการนำเศษแก้วที่แปรรูปในการใส่สารเคมีลงไปทำให้เกิดการทิ้งกากของเสียในระบบอุตสาหกรรมมากขึ้นมาโดยทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณปีละ 40,000 ตันต่อปี จึงเป็นแนวทางให้ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาและนำมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุก่อสร้างเพื่อใช้เป็นส่วนประกอบอาคาร เช่น แผ่นกระเบื้องหลังคา และแผ่นผนัง โดยนำคุณสมบัติของแก้วมาใช้เป็นแนวทางการออกแบบ ซึ่งเน้นคุณสมบัติทางกายภาพและการเป็นแผ่นฉนวนกันเสียง และความร้อนได้ตามคุณสมบัติของแก้วที่ทนต่อทุกสภาพการนำไปใช้งานซึ่งแต่ละกลุ่มผู้ผลิตแก้ว ในพื้นที่ จ.ระยอง พบในการศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ดังนี้

การผลิต เป็นขั้นตอนใน ตามกระบวนการและรูปแบบ ตามความต้องการของผู้ผลิต หากมีของเสียสามารถนำกลับมาหลอมได้ใหม่ ในกรณีที่นำสินค้าไปแปรรูปจะทำให้เกิดการเกิดของเสียมากยิ่งขึ้นทำเกิดการนำ ไปทิ้งหรือส่งกำจัดในระบบอุตสาหกรรมซึ่งไม่สามารถนำ ไปเข้าเตาหลอมในกระบวนการผลิตได้จะทำให้ระบบการหลอมทำให้เสียไปหมด

การนำไปใช้งานของแก้วส่วนใหญ่ ในรูป แบบลักษณะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ ของผู้บริโภคในการนำไปใช้งาน โดยกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว เน้นไปทางนำไปใช้ในงานวัสดุก่อสร้าง กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว เน้นในการนำไปบรรจุสินค้าประเภทน้ำ กลุ่มผู้ผลิตกระจกเน้นการนำไปใช้งานก่อสร้างและวัสดุยานยนต์ และกลุ่มผู้ผลิตแก้วเน้นในการนำไปแก้วไวท์ความหรูหราและมันวาวมีเนื้อละเอียดใส

การนำไปทิ้งในถังขยะ รีไซเคิล และในรูปแบบของถังขยะทั่วไปของในประเทศไทย โดยส่วนใหญ่คนยังไม่มีการแยกขยะกันอย่างชัดเจน ปัญหาขยะไม่ได้เกิดขึ้นเพราะเทคโนโลยี แต่เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากเราทุกคน ดังนั้นสิ่งที่สำคัญไม่แพ้การคัดแยกขยะอย่างเป็นระบบ คือ การลดขยะที่ตัวเราเอง จากการลงพื้นที่ในการศึกษาโรงงานต่างต่างๆ โดยกลุ่มผู้ผลิตบล็อกแก้ว ได้แยกอย่างชัดเจนว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน กลุ่มผู้ผลิตขวดแก้ว ไม่ได้แยกเศษแก้วเพราะเศษแก้วส่วนใหญ่ของเค้าสามารถนำไปใช้ได้ทั้งหมดเพราะนำไปผลิตเป็นขวดสีชา กลุ่มผู้ผลิตกระจก ได้แยกอย่างชัดเจนว่าเศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และกลุ่มผู้ผลิตแก้ว ได้แยกอย่างชัดเจนว่าเศษแก้วส่วนไหนใช้ได้หรือแก้วที่ส่งกำจัดเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานต่อไป

การนำไปแยกเป็นการนำไป แยก พร้อมรีไซเคิล โดยแบ่งการหากขวดไหนมีลักษณะ ที่ดีจะนำไปล้างและแยกสิ่งแปลกปลอมแล้วนำกลับไปใช้ใหม่ เศษแก้วคือวัฏดิบตัวที่สองที่จะเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมและเป็นตัวกลางสำคัญในการผลิตแก้วและสำหรับโรงงานแก้ว เศษแก้วที่จะนำมาหลอมใหม่จะต้องตอบสนองความต้องการที่มีคุณภาพสูง ความบริสุทธิ์ที่มีคุณภาพสูงเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการรีไซเคิลที่ดีและการคัดประเภทของสีนั้นก็มีความสำคัญเท่าเทียมกันในการกำจัดสารปนเปื้อน

5.1.2 สรุปผลการประเมินด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผู้วิจัยทำการร่างแบบร่างรูปแบบ ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ทำการร่างแบบร่าง จำนวน 5 แบบร่างแล้ว ผู้วิจัยนำไปประเมินความคิดเห็น จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 2 ท่าน ได้เลือก แบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 5 ซึ่งผู้วิจัย พบว่า ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ทั้ง 5 ท่าน มีเหตุผลสอดคล้องกัน คือ แบบที่ 1 แบบที่ 2 และแบบที่ 5 โดยสรุปผลการผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จากจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ในภาพรวมอยู่ในระดับมาก นำปัจจัยที่ส่งผลต่อรูปทรงและแนวทางในการออกแบบผนังกันเสียงโดยได้ผลลัพธ์ ที่ได้มาสร้างเป็นข้อจำกัดทางการออกแบบร่วมด้วยขั้นตอนสรุปแนวคิดจากการระดมความคิด 60 รูปแบบ และสรุปรูปแบบผนังกันเสียง จำนวน 3 รูปแบบ ผลวิเคราะห์จากตารางที่ 3 พบว่า รูปแบบผลิตภัณฑ์ผนังกันเสียง รูปแบบพัฒนาที่ 1 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 3.87., S.D. = 0.72) รูปแบบพัฒนาที่ 2 มีระดับปานกลาง ($\bar{x}$ = 2.87., S.D. = 0.80) รูปแบบพัฒนาที่ 3 มีระดับความเหมาะสมมาก ($\bar{x}$ = 3.54., S.D. = 0.78) โดยผู้วิจัยได้นำรูปแบบพัฒนารูปแบบที่ 1 กับ รูปแบบที่ 3 มาปรับปรุงและกำหนดเป็นต้นแบบผลิตภัณฑ์ 3D Wall

ความคิดเห็นทางด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก โดยเน้นย้ำเรื่องของการมีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน ในระดับมีความเหมาะสมมาก มีความปลอดภัยในการใช้งาน ในระดับมีความเหมาะสมมาก มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก และมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมาก

ความคิดเห็นทางด้านผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ได้แก่ ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม มีรูปแบบที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ และมีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์และสรุปข้อมูลจากแบบร่างที่ผู้เชี่ยวชาญประเมินจากทั้งหมด 5 แบบ เลือกมาทั้ง 3 แบบเพื่อนำแบบไปประเมินการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วและความพึงพอใจของผู้บริโภคต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 สรุปผลการประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผู้วิจัย ได้ทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้วตามหลักเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วและทำการทดสอบเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ในท้องตลาด ซึ่งผลศึกษาปัจจัยที่มีต่อการทดสอบ ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

พบว่า การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับผลิตภัณฑ์วัสดุแผ่นกันเสียง (acoustic) ยี่ห้อ 01 และ 02 ที่มีจำหน่ายในท้องตลาด (ซึ่งมีคุณสมบัติดังที่จะแสดงในตารางที่ 4) โดยทำการศึกษาแผ่นตัวอย่างที่มีความหนา 8 มม. ซึ่งนิยมใช้เป็นผนังภายในอาคาร และความหนา 16 มม. ซึ่งนิยมใช้เป็นผนังภายนอกอาคาร ผลการศึกษา พบว่าผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วมีคุณสมบัติที่ดีกว่าในหลายๆ ด้าน พบว่า การดูดซึมน้ำที่เหมาะสมที่สุด คือ Condition 03 อยู่ที่ ร้อยละ 0.44 อัตรากันเสียง ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 01,04 อยู่ที่ 44 เดซิเบล อัตราการทนไฟ ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 04 อยู่ที่ 68 นาที ค่าแรงอัด ที่เหมาะสมมากที่สุด อยู่ที่ 2.7 มิลลิปาสคาล และน้ำหนักของผลิตภัณฑ์ ที่เหมาะสมมากที่สุด คือ Condition 03 อยู่ที่ 11 กก./ 1 ตารางเมตร ซึ่งจะเห็นว่าผลการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วเป็นไปตามมาตรฐานต่างๆ ของผลิตภัณฑ์ผนังกันเสียงและมีคุณสมบัติพิเศษที่แตกต่างจากผลิตภัณฑ์ในท้องตลาดคือสามารถกันไฟลามได้

5.1.4 สรุปผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผู้วิจัยสอบถามความพึงพอใจด้านรูปแบบจากผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว จำนวน 80 คน (ตามตารางสำเร็จรูป Yamane ตามค่าความคาดเคลื่อน 5%) พบว่า ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่ใช้ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่มีต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ทั้ง 3 รูปแบบ อยู่ในระดับความพึงพอใจในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.97) ส่วน เบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D. = 0.87)

5.2 อภิปรายผล

5.2.1 ผลการศึกษาผลการศึกษาสมบัติทางกายภาพการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว

พบว่า ในประเทศไทยยังมีเศษแก้วทิ้งเป็นขยะอยู่ประมาณ 40,000 ตัน ซึ่งไม่ได้นำกลับไปใช้ใน กระบวนการผลิตแก้ว ดังนั้น ผู้วิจัยศึกษาสมบัติทางกายภาพและการใช้ประโยชน์จากเศษแก้ว ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ วรรณา ต.แสงจันทร์ (2557) ได้กล่าวไว้ว่า การใช้ประโยชน์จากเศษแก้วในด้านต่างๆ นอกจากการนำกลับไปหลอมใหม่ โดยในต่างประเทศมีการนำเศษแก้วนำกลับมาใช้ประโยชน์ด้าน ต่างๆ มากมาย ใช้เป็นตัวกรอง (filtration medium) ใช้ผสมในคอนกรีต ใช้เป็นวัสดุขัดสี)abrasive) ใช้เป็นตัวช่วยลดอุณหภูมิในเซรามิก (fluxing agent) ใช้เป็นตัวเติมในสี (filler) และใช้ทำโฟมกลาส)foam glass) เป็นต้น ผู้วิจัยได้ทำการสัมภาษณ์กลุ่มตัวอย่าง และสรุปปัญหาได้ว่าควรพัฒนาจาก การใช้ประโยชน์จากเศษแก้วให้เกิดประโยชน์สูงสุด เมื่อทำการวิเคราะห์ปัญหาแล้ว ผู้วิจัยได้ทำการสอบถามจากผู้เชี่ยวชาญด้านวัสดุแก้ว ตามกรอบแนวคิด กระบวนการออกแบบเชิงนิเวศและพัฒนาเศรษฐกิจ (ณัชวิชญ์ ติกุล.2551 : 92-98) ที่กล่าวไว้ว่า 1) การใช้วัตถุดิบจากธรรมชาติให้มากที่สุด 2) กระบวนการผลิตให้เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม 3) วัสดุสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ 4) การใช้เทคโนโลยีที่ไม่ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาใช้ในการผลิต ได้นำมาเป็นแนวทางในการพัฒนาวัสดุจากเศษแก้ว โดยทำการบดเศษแก้วและนำไปอบ ที่อุณหภูมิที่ 400-900 c แต่ได้วัสดุที่มีคุณภาพไม่ต่างกับ งานวิจัยของ วรรณา ต.แสงจันทร์ (2557) ที่ใช้อุณหภูมิถึง 800-1200 c หลังจากนั้นได้ทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การสอบถามกับผู้เชี่ยวชาญ ทางด้านพัฒนาวัสดุจากเศษแก้ว เพื่อหาแนวทางในการนำวัสดุไปพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

5.2.2 ผลการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผลการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยทำการวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ได้ใช้ข้อเสนอในการนำเศษแก้วมาพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว โดยแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ 1) ของใช้ทั่วไป เช่น โคมไฟ แจกัน และกระถางต้นไม้ ซึ่งมาวิเคราะห์ ได้คือ โคมไฟ ต้องใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาดซึ่งไม่เหมาะสม แจกัน ต้องใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาด ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำเศษแก้วมาใช้ กระถางต้นไม้ ต้องใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียว ในการผลิตและใช้พลังงานในการหลอมที่สูง ซึ่งทำให้มีต้นทุนที่สูงกว่าในท้องตลาด ซึ่งไม่เหมาะสมกับการนำเศษแก้วมาใช้ 2) วัสดุก่อสร้าง เช่น อิฐมวลเบา อิฐปูพื้น ฝ้าเพดาน และผนังตกแต่ง 3D wall ซึ่งนำมาวิเคราะห์ได้คือ อิฐมวลเบา ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่ต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรมจึงน่าจะไม่เหมาะสมกับการทำวิจัยในครั้งนี้ อิฐปูพื้น ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่ต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรม พร้อมทั้งการใช้ Mold ที่มีราคาสูงและได้ในรูปแบบเดียวในการผลิต ฝ้าเพดาน ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ แต่การใช้งานไปนานๆจะเกิดเป็นฝุ่นผงอาจจะก่อให้เกิดมลพิษเพิ่มได้ และต้องมีการทดสอบของวัสดุอีกหลายขั้นตอนทางด้านวิศวกรรม และ ผนังตกแต่ง 3D wall ในการผลิตใช้พลังงานต่ำ รูปแบบสามารถผลิตได้ด้วยเครื่องมือที่หาได้โดยทั่วไป ด้วยคุณสมบัติที่เหมาะสมในการนำไปดัดแปลงใช้งานได้ ผู้วิจัยได้ทำแบบร่างและนำไปวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงหน้าที่ผลิตภัณฑ์เชิงคุณภาพ (Quality Function Development : QFD) โดยพบว่า ปัจจัยที่ต้องปรับปรุง ด้านลวดลายที่มีความสวยงาม รองลงมา คือ วัสดุที่มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อมและด้านการเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว หากมีการพัฒนาในครั้งต่อไปควรคำนึงถึงปัจจัยนี้ และนำรูปแบบทั้ง 5 รูปแบบนำไปวิเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม โดยเลือกให้เหลือจำนวน 3 รูปแบบ รูปแบบที่ 1 มีความลงตัวมากที่สุด เพราะมีรูปแบบที่สวยงาม รูปแบบที่ 2 มีความลงตัวมากที่สุด เพราะมีโครงสร้างที่แข็งแรงทนทาน และรูปแบบที่ 3 มีความลงตัวมากที่สุด เพราะมีความปลอดภัยในการนำไปใช้งาน ผู้วิจัยจะนำรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้วทั้ง 3 รูปแบบ เมื่อผู้วิจัยสามารถสรุปรูปแบบของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว ผู้วิจัยจะนำไปผลิตต้นแบบ ทั้ง 3 รูปแบบ นำไปทำการทดสอบและศึกษาความพึงพอใจต่อไป

5.2.3 ผลการประเมินประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ผลการประเมินประสิทธิภาพ โดยทำการไปทดสอบ ค่าความหนาแน่นและค่าความต้านทานแรงอัด ซึ่งในผลการวิจัย ค่าความต้านทานอยู่ที่ 2.7 เมกะปาสคาล ซึ่งผลออก มาไม่มีความแตกต่างจากงานวิจัยของ วรรณา ต.แสงจันทร์ (2557) และจากการทดสอบตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม การศึกษาและพัฒนากระเบื้องจากเศษแก้ว โดยมีการทดสอบอัตรากันเสียง (dB) อัตราการทนไฟ (นาที) และการทดสอบค่าดูดซึมน้ำ (%) ซึ่งสอดคล้องทั้งผลการทดสอบที่ได้มาไม่มีความแตกต่างกัน ของผลงานวิจัย บุญรักษ์ กาญจนาวรวณิชย์ (2552) และต้นแบบมีความแข็งแรงเพียงพอต่อการใช้งาน ทนทานต่อการกระแทก อีกทั้งกระบวนการผลิตไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้เชื้อเพลิงปริมาณมากในการเผา จึงช่วยลดต้นทุนด้านวัตถุดิบและพลังงานได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ ผลิตภัณฑ์ต้นแบบยังเติมผงสี และเคลือบผิวด้วยโพลิเมอร์เพื่อเพิ่มความสวยงาม และลดการดูดซึมน้ำได้เช่นเดียวกับกระเบื้องบุผนัง แต่มีคุณสมบัติพิเศษกว่าในด้านของการกันเสียงได้ในอัตราที่สูงตามมาตรฐานของตัวผนังกันเสียงและวัสดุที่มีการพัฒนาจากเศษแก้วของงานวิจัยนี้ สามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้ 100% ทั้งในระบบกระบวนการผลิตแก้วหรือกระบวนการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วซึ่งเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

5.2.4 ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

พบว่าผู้บริโภคมีความพึงพอใจ ในรูปแบบ ผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นทั้ง 3 รูปแบบ และมีข้อเสนอแนะ ควรมีตัวเลือกในการทำสีเพิ่มใช้เพื่อให้มีความหลายหลายของตัวผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว และควรมีขนาดที่อาจจะเล็กกว่าในรูปแบบเพื่อจะนำไปใช้ในการตกแต่งได้ในพื้นที่อาศัยเล็กๆ เช่น คอนโดมิเนียม เพื่อให้ลูกค้ากลุ่มที่มีรายได้น้อยสามารถซื้อได้ ควรเพิ่ม รูปแบบให้มีหลากหลายรูปแบบ หลากหลายราคา ลูกค้าสามารถออกแบบรูปทรงเองได้ และควรให้ง่ายต่อการนำสินค้าไปตัดต่อเพื่อให้สะในการนำไปใช้งานได้เองเป็นประเภทสินค้า Do it yourself (DIY)

5.3 ข้อเสนอแนะ

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ มีข้อเสนอแนะในการ นำผลการวิจัยไปใช้ดังนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะการนำผลการวิจัยไปใช้

ข้อเสนอแนะในการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ในส่วนของงานทดสอบที่ได้สามารถ นำไปปรับเปลี่ยนใช้เป็น ผนังเบา กั้นพื้นที่ใช้สอยที่มีคุณสมบัติดีกว่าอิฐทั่วไปในตลาด ทั้งน้ำหนักเบา กันเสียง กันความร้อน ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ดีของผนัง พร้อมทั้งลดภาระโครงสร้างงานอาคารได้ และการทดสอบ แต่ละ Condition สามารถคำนวนต้นทุนของการผลิตได้เพื่อนำผลิตภัณฑ์นำไปสู่การจำหน่าย

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

วัสดุที่ได้จากเศษแก้ว มีความเหมาะสมกับการมาใช้เป็นอีกวัสดุหนึ่งในการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น ผลิตภัณฑ์ตกแต่งภายในบ้าน กระเบื้องปูพื้น กระเบื้องปูผนัง แผ่นฝ้าเป็นต้น เนื่องจากเป็นวัสดุที่ยังไม่ถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลายทำให้ใช้ต้นทุนต่ำ ราคาถูก และให้ความแข็งแรง ทนทานต่อการใช้งาน ตามคุณสมบัติทางกายภาพของแก้ว และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวัสดุอื่นๆ ได้อีกมากมาย เช่น แกรนิต เซรามิก มาผสมผสานให้เกิดความแปลกใหม่และสวยงามมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กรมโรงงาน. 2552. **คู่มือการจัดการกากของเสียในโรงงาน**. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด.

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. 2545. **การคิดเชิงมโนทัศน์.** กรุงเทพฯ : ซัคเซสมีเดีย จำกัด.

โกศล ดีศิลธรรม. 2546. **เทคนิคการจัดการอุตสาหกรรมสำหรับบริการ**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด ยูเคชั่น.

คชินท์ สายอินทวงศ์. 2552.**เซรามิกเพื่องานเทคนิค.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

ฉัตรชัย จริยะอังสนากุล. 2550. **มาตรฐานสากล QS 9000**. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

ชัยรัตน์ อิศวางกูร. 2548. **ออกแบบให้โดนใจ**. กรุงเทพฯ : ทั้งฮั่วชินการพิมพ์.

ชัญญากานต์ ปิตุภูมิรักษ์ . 2553 . **การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง** . กรุงเทพฯ **:** เซสมีเดีย.

ชิสิกกา วรรณจันทร์. 2548. **การออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. นครราชสีมา : มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา.

ชิสิกกา วรรณจันทร์.2554.**เอกสารประกอบการสอนหลักการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม**. มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา:นครราชสีมา.

ณัฐพงษ์ ปรีชาทรัพย์. 2549. **สุดยอดนวัตกรรมไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ณัชวิชญ์ ติกุล. 2551. **แนวคิดการออกแบบเชิงนเวศน์เศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ณัชวิชญ์ ติกุล. 2553. **การออกแบบเชิงนเวศน์เศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

ดิเรก. 2528. **ทัศนคติทางบวกของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง** กรุงเทพฯ: เพรส แอนด์ดีไซน์.

ธเรศ ศรีสถิต. 2549. **ระบบการจัดการสิ่งแวดล้อมตามมาตรฐานสากล**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ธีรกิติ นวรัตน ณอยุธยา. 2552. **ผลิตภัณฑ์ใหม่การตลาดและการพัฒนา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นวลน้อย บุญวงษ์. 2542. **หลักการออกแบบ.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์

นิรัช สุดสังข์. 2543. **การออกแบบอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์

นิรัช สุดสังข์. 2543. **ออกแบบอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิรัช สุดสังข์. 2548. **การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

บรรจง จันทมาศ. 2546. **การบริหารงานคุณภาพและเพิ่มผลผลิต**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

บุญรักษ์กาญจนวรวณิชย์. 2552. **สาระน่ารู้เถ้าแกลบ ของเหลือสารพัดประโยชน์**. (On-line). http://www.mtec.or.th/ (2552 กันยายน 14). หน้า 1. เทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น).

ประสงค์ ประณีตพลกรัง และคณะ. 2547. **การบริหารการผลิตและการปฏิบัติการ**. กรุงเทพฯ : ธรรมสาร.

ปรีดา ยังสุขสถาพร. 2548. **นวัตกรรมประเทศไทย**. กรุงเทพฯ : สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

ปารเมศ ชุติมา 2544. **การผลิตแบบยืดหยุ่น**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ประกายดาว ดำรงพันธ์. 2536. ความพึงพอใจของลูกค้า. วิทยานิพนธ์ปริญญา วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต (เศรษฐศาสตร์ธุรกิจ) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง.2545.**วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์**.กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ฯ

พรจันทร์ ฉันวศินกุล. 2550. **มาตรฐานสิ่งแวดล้อม.** กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง.2545.**วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์.**สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์ฯ: กรุงเทพฯ.

วรพงษ์ เทียมสอน. 2555. **เซรามิกเพื่อการก่อสร้าง และเซรามิกเพื่องานเทคนิค.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

วีระศักดิ์ อุดมกิจเดชา และคณะ. 2552.**การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ.** กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยโลหะและวัสดุ โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิรุณ ตั้งเจริญ . 2542 . **ศิลปศึกษา** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

วรรณา ต. แสงจันทร์ . 2557 . **การพัฒนาอิฐมวลเบาจากเศษแก้ว** . กรุงเทพฯ : ทั้งฮั่วชินการพิมพ์**.**

วรพงษ์ เทียมสอน . 2555. **เซรามิกเพื่อการก่อสร้างและเซรามิกเพื่องานเทคนิค** กรุงเทพฯ : โอเดียน สโตร์

พัธนพงศ์ ตั้งธีระสุนันท์. 2551. **นวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : งานส่งเสริมภาพลักษณ์องค์กร.

พิภพ ลลิตาภรณ์. 2547. **ระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

ภานุวัตร รื่นเรื่องฤทธิ์ . 2554 . **การใช้เศษแก้วลดต้นทุนการผลิตสุขภัณฑ์เซรามิกส์.** กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็มเอส เอ็นจิเนียริ่ง แอนด์ แมเนจเม้นท์ จำกัด.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

มณฑลี ศาสนนันท์. 2546. **การออกแบบผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

มานพ ตันตระบัณฑิต. 2546. **วัสดุวิศวกรรม.** สำนักพิมพ์ประชาชน : กรุงเทพฯ

ราชบัณฑิตยสถาน. 2542. **พจนานุกรมราชบัณฑิตยสถาน** . กรุงเทพฯ: นานมีบุคส์พับลิเคชั่นส์

วัชรินทร์ จรุงจิตสุนทร. 2548. **หลักการและแนวคิดการออกแบบผลิตภัณฑ์**. กรุงเทพฯ : แอ๊บป้า พริ้นติ้ง.

วันชัย ริจิรวนิช. 2543. **การเพิ่มผลผลิตในอุตสาหกรรมเทคนิคและกรณีศึกษา.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งมหาวิทยาลัย.

วิชัย แหวนเพชร. 2547. **การวางแผนควบคุมการผลิต.** กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย - ญี่ปุ่น).

วิชัย แหวนเพชร. 2547. **การวางแผนและควบคุมการผลิต.** กรุงเทพฯ : ธรรกมลการพิมพ์.

วีรวุธ มาฆะศิรานนท์. 2543. **วิธีคิดอย่างเป็นระบบ.** กรุงเทพฯ : เอ๊กซเปอร์เน็ท.

ศิริวรรณ เสรีรัตน์ และคณะ. 2543. **นโยบายผลิตภัณฑ์และราคา.** กรุงเทพฯ : ธนรัชการพิมพ์.

สถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. 2007. **ฉลากเขียว.** [online]. Available : http:/www.teior.th/.

สมศักดิ์ จาตุรันต์. 2540. **แก้ว**. กรุงเทพฯ : ธรรกมลการพิมพ์.

สำนักงานนวัตกรรมแห่งชาติ. 2550. “การใช้วัสดุรีไซเคิล.” **Innovation. 2550(8) : 85-93**.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2546. **ข้อแนะนำในการตรวจประเมินระบบการบริหารงานคุณภาพและหรือระบบการจัดการสิ่งแวดล้อม**. กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2550. **ระดับมาตรฐานผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

เสรี พงศ์พิศ . 2551**. เศรษฐกิจพอเพียงการพัฒนายั่งยืน.** กรุงเทพฯ : เจริญวิทย์การพิมพ์

สุปัญญา ไชยชาญ. 2548. **การบริหารการผลิต.** กรุงเทพฯ : บริษัท พี.เอ.ลิฟวิ่ง จำกัด.

สุภาภรณ์ พลนิกร. 2548. **พฤติกรรมผู้บริโภค.** กรุงเทพฯ : โฮลิสติก พับลิชชิ่ง.

สุมน มาลาสิทธ. 2546. **การจัดการผลิต/การดำเนินงาน.** กรุงเทพฯ : เฟื่องฟ้าพริ้นติ้ง.

อดุลย์ จาตุรงคกุล. 2552. **ผลิตภัณฑ์ใหม่.** กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดยูเคชั่นจำกัด.

อนันต์ ลีระกุล. 2547. **แนวความคิดในการออกแบบและการวิเคราะห์.** กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์บรรณกิจ.

อัมพิกา ไกรฤทธิ. 2548. **วิศวกรรมคุณค่า.** กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อารี พันธ์มณี. 2540. **คิดอย่างสร้างสรรค์.** กรุงเทพฯ : ต้นอ้อ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

อุไรวรรณ ภารตี. 2548. **มาตรฐานผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : กระทรวงอุตสาหกรรม.

อุไรวรรณ ภารตี. 2550. **การออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์.** กรุงเทพฯ : เอกสาร สมอ.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. 2549**. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์

อดุลย์ จาตุรงคกุล. 2542. **การบริหารการตลาด กลยุทธ์และยุทธวิธี**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

ADEME (Agence de l'Environment et de la Maitrise de l'Energie), (editor). 1999. **Conception de Produits et Environnement (Product Design and Environment: 90 Example of Eco-Design**; Paris : ADEME.

Korean telecommunications market." **Technovation**. 25(1) : 69-82.

Barclay, I. 1992. "The new product development process : Part 2. Improving the process of new product development." **R&D Manage.** 22(4) : 307-317

Bonolo, Livio. 2005. **Industrial Design**. Canberra : Canberra University.

KOKUYO Products. 2010. **ผลิตภัณฑ์จากวัสดุรีไซเคิล.** [Online] Available : http://www.kokuyo-furniture.co.jp/global/products/[2010, January 4].

Kotler, Philip and Armstrong, Gary. 1996. **Principles of Marketing**. 7thed.. Englewood: Prentice Hall

OSISU Products. 2010. **ผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือใช้.** [Online] Available : http://images.google.co.th/images?um=1&hl=th&tbs=isch:1&q=osisu&sa=N&start=18&ndsp=18 [2010, January 4].

Otto, K.N. and Wood, K.L. 2002. **Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**. New York : Prentice

Otto, K.N. and Wood, K.L. 2002. **Product Design: Techniques in Reverse Engineering and New Product Development**. New York : Prentice

hall.Wikipedia Project. 2006. **New Product Development**. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/New_product_development. [2006, February 15].

ulrich and eppinger. 2004 . **Product Design and Development**. Paris : ADEME.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก หนังสือขอความอนุเคราะห์
ภาคผนวก ข เครื่องมือในการวิจัย
ภาคผนวก ค ผลงานด้านการออกแบบ
ภาคผนวก ง เอกสารรับรองผลการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว
ภาคผนวก จ ใบประกาศนียบัตรการนำเสนองานวิจัย
ภาคผนวก ฉ เอกสารนำเสนองานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

หนังสือขอความอนุเคราะห์

1 หนังสือขอความอนุเคราะห์ศึกษาดูงานด้านแก้ว
2 หนังสือเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย
3 หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
4 หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากแก้ว
5 หนังสือเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1014

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลและขอถ่ายภาพเกี่ยวกับขบวนการผลิต เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีให้ความอนุเคราะห์
ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(คุณรังสิทธิ์ ลัภนาเคนทร์)
ผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรมนุษย์
บริษัท กระจกไทย-อาซาฮี จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1014

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรมนุษย์ บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลและขอถ่ายภาพเกี่ยวกับขบวนการผลิต เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีให้ความอนุเคราะห์
ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(คุณภิรมณ์ ฉันท์ทอง)
ผู้จัดการฝ่ายทรัพยากรมนุษย์
บริษัท ระยองกล๊าสอินดัสทรี จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1014

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

27 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้จัดการบุคคล บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลและขอถ่ายภาพเกี่ยวกับขบวนการผลิต เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีให้ความอนุเคราะห์
ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(คุณดารุณี ศรีสุข)
ผู้จัดการฝ่ายบุคคล
บริษัท โลตัส คริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1014

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้จัดการส่วนฝ่ายบุคคลและธุรการ บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์ขอข้อมูลและขอถ่ายภาพเกี่ยวกับขบวนการผลิต เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์"

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าวและหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีให้ความอนุเคราะห์
ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการผลิตเพื่อประกอบวิทยานิพนธ์

ลงชื่อ.....
(นายกุลวัฒน์ ซื่อจริง)
ผู้จัดการฝ่ายบุคคลและธุรการ
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0970 วันที่ 16 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม

เรียน รศ.ดร.กาญจนา บุญภักดี

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสามารถ จันทนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

มีความยินดีเป็นทรงคุณวุฒิตรวจ
และประเมินแบบสอบถาม

ลงชื่อ .....
(.....)
ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0970 วันที่ 26 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม

เรียน ผศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสามารถ จันทนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

มีความยินดีเป็นทรงคุณวุฒิตรวจ
และประเมินแบบสอบถาม

ลงชื่อ .....
(ผศ.ดร.บุญจันทร์ สีสันต์)
ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.3692
ที่ ศธ 0524.04 / 0970 วันที่ 26 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถาม

เรียน ผศ.ดร.กฤษณา คิดดี

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นายสามารถ จันทนา มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบแบบสอบถามมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

มีความยินดีเป็นทรงคุณวุฒิตรวจ
และประเมินแบบสอบถาม

ลงชื่อ .....
( )
ผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน ผศ.ณัฐชานันท์ สมบัติประธาน

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....
(ผศ. ณัฐชานันท์ สมบัติประธาน)
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน ผศ.ธนกฤต ชัยอภิเจริญ

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....
(ผศ.ธนกฤต ชัยอภิเจริญ)
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน **ดร.จุฑาทิพย์ ปุระมงคล**

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

ลงชื่อ.....,
(ดร.จุฑาทิพย์ ปุระมงคล)
อาจารย์ประจำภาควิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะอัญมณีศาสตร์และประยุกต์ศิลป์
มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน คุณวีรยศ จุฬเกตุ

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ลงชื่อ.....
(นายวีรยศ จุฬเกตุ)
ผู้จัดการส่วนออกแบบผลิตภัณฑ์
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

เรียน คุณเสน่ห์ ปิ่นทอง

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ลงชื่อ.....
(นายเสน่ห์ ปิ่นทอง)
ผู้จัดการออกแบบผลิตภัณฑ์
บริษัท โลตัสคริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

เรียน ดร.เอกรัฐ มีชูวาศ

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว
ลงชื่อ.....
(ดร.เอกรัฐ มีชูวาศ)
ผู้เชี่ยวชาญศูนย์วิจัยและทดสอบแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/ 1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

เรียน คุณนิมิต เกตุคำ

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ลงชื่อ.....

(คุณนิมิตร เกตุคำ)
ผู้จัดการฝ่ายวิจัยและพัฒนา
ศูนย์ทดสอบมาตรฐานแก้ว
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำเนา

ที่ ศธ 0524.04/1015

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 มีนาคม 2561

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

เรียน คุณสมพร สมจิตร

ด้วย นายสามารถ จันทนา นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์" โดยมี ผศ.ดร.สมชาย เซะวิเศษ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว ของ นายสามารถ จันทนา

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ดร.ราตรี ศิริพันธุ์)
รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ
โทร. 02-329-8000 ต่อ 3692
โทรสาร. 02- 329-8436
ติดต่อนักศึกษา โทร. 089-541-3984

มีความยินดีเป็นผู้เชี่ยวชาญทาง
ด้านทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

ลงชื่อ.....

(คุณสมพร สมจิตร)
วิศวกรฝ่ายวิจัยและพัฒนา
ศูนย์ทดสอบมาตรฐานแก้ว
บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เครื่องมือในการวิจัย

1 แบบสอบถามด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 1)
2 แบบสอบถามด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 2)
3 แบบสอบถามด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 3)
4 แบบสอบถามด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 4)
5 แบบสอบถามด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 5)
6 แบบสอบถามด้านความพึงพอใจจากรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 1)
7 แบบสอบถามด้านความพึงพอใจจากรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 2)
8 แบบสอบถามด้านความพึงพอใจจากรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว (แบบที่ 3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม
ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัย นายสามารถ จันทนา

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง ให้ผู้ทรงคุณวุฒิแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเมินข้อคำถามแบบสอบสอบถามเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วโดยมีหลักเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

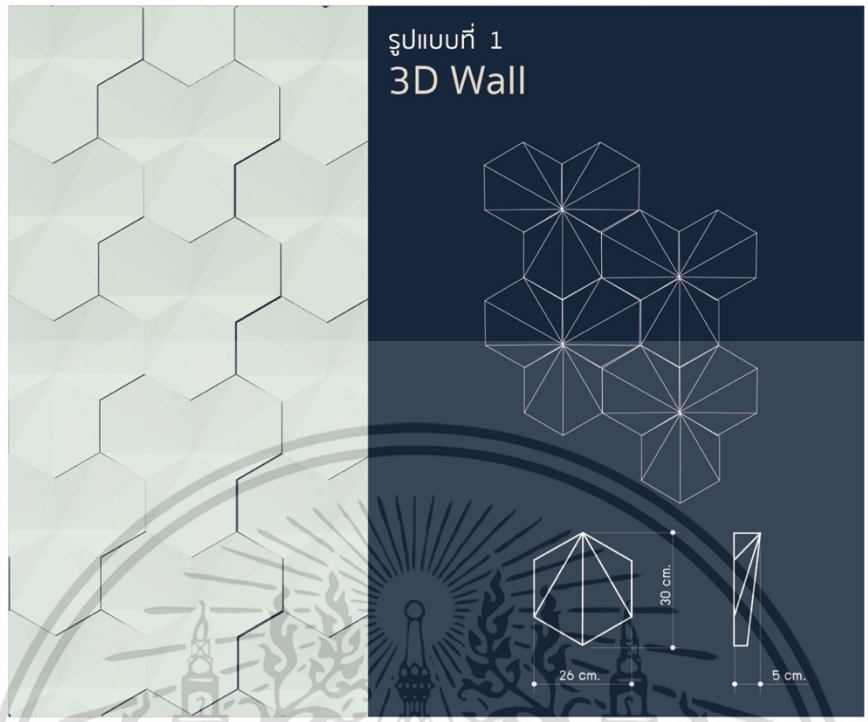
ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามทำการพิจารณา โดยทำเครื่องหมาย ☒ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ให้ความกรุณาประเมินคุณภาพของแบบประเมินเพื่อนำไปประเมินผลงานการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว มา ณ โอกาสนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุม 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมทะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ตตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 01

ชื่อของผู้ประเมิน	ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน
สถานที่ทำงาน	

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน						.....
1.2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน						.....
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						.....
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม						.....
1.5 มีโครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน						.....

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....
2.2 มีรูปแบบที่สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้						.....
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุม 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมทะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ตตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 02

ชื่อของผู้ประเมิน	ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน
สถานที่ทำงาน	

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน						
1.2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน						
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม						
1.5 มีโครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน						

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						
2.2 มีรูปแบบที่สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้						
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

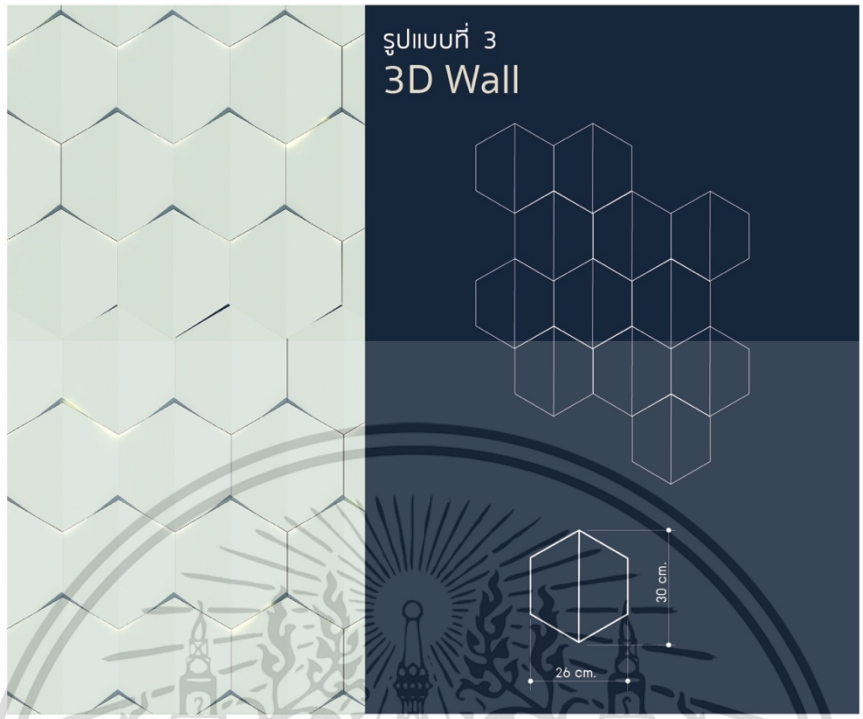
ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมกะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ตตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 03

ชื่อของผู้ประเมิน	ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน
สถานที่ทำงาน	

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน						.....
1.2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน						.....
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						.....
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม						.....
1.5 มีโครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน						.....

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....
2.2 มีรูปแบบที่สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้						.....
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin
ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ
ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ
ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก
จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin
โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง
จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู)
บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมทะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย
กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ดตัวยึดกับผนังจนแน่น
ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ
ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 04

ชื่อของผู้ประเมิน	ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน
สถานที่ทำงาน	

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน						.....
1.2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน						.....
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						.....
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม						.....
1.5 มีโครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน						.....

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....
2.2 มีรูปแบบที่สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้						.....
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

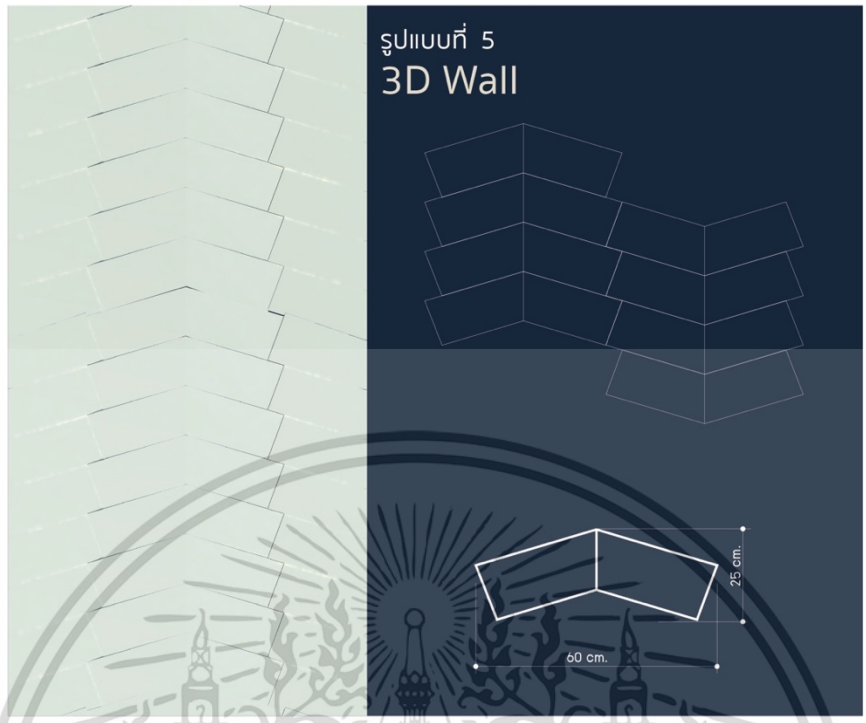
ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้กระดุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมกะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ตตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 05

ชื่อของผู้ประเมิน	ตำแหน่ง/หน้าที่ปัจจุบัน
สถานที่ทำงาน	

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีรูปร่างรูปทรงภายนอกที่เหมาะสมกับการใช้งาน						.....
1.2 มีความเหมาะสมในการใช้งาน						.....
1.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						.....
1.4 มีรูปลักษณ์ที่สวยงาม						.....
1.5 มีโครงสร้างมีความแข็งแรง ทนทาน						.....

ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

2.1 ผลิตภัณฑ์มีการออกแบบที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....
2.2 มีรูปแบบที่สามารถ นำกลับมาใช้ใหม่ได้						.....
2.3 มีกระบวนการผลิตที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม						.....

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ .....

(.....)

ผู้ทรงคุณวุฒิ

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม
ด้านความพึงพอใจของผู้บริโภคผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ผู้วิจัย นายสามารถ จันทนา

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.สมชาย เชะวิเศษ

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

คำชี้แจง ให้ผู้บริโภคแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับประเมินข้อคำถามแบบสอบสอบถามเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้วโดยมีหลักเกณฑ์การประเมินดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบประเมินรูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ผู้ตอบแบบสอบถามทำการพิจารณา โดยทำเครื่องหมาย ☒ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยมีเกณฑ์การประเมินดังนี้

5	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมากที่สุด
4	หมายถึง	เห็นด้วยระดับมาก
3	หมายถึง	เห็นด้วยระดับปานกลาง
2	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อย
1	หมายถึง	เห็นด้วยระดับน้อยที่สุด

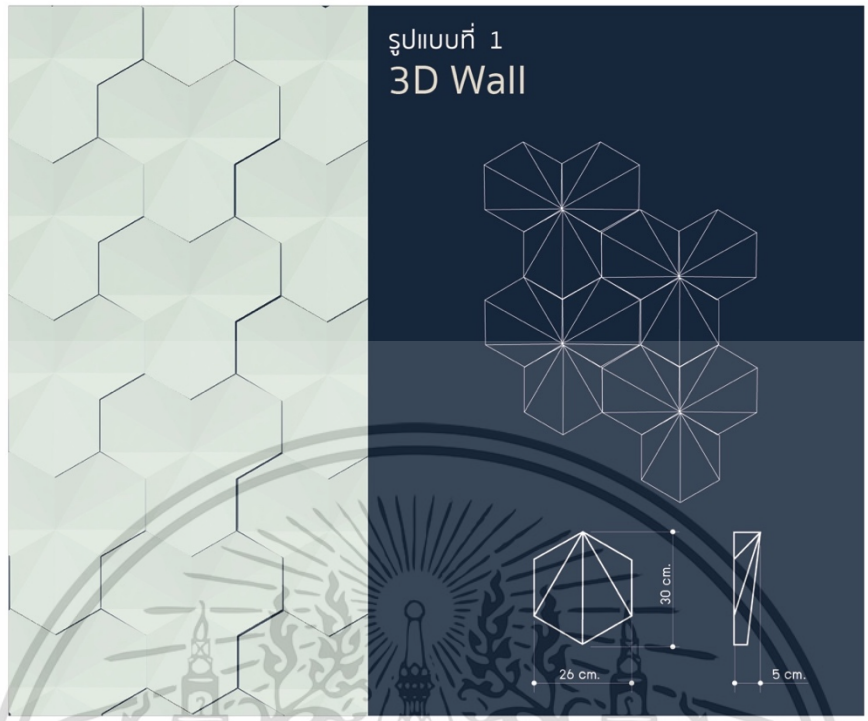
ผู้วิจัยขอขอบพระคุณผู้ตอบแบบสอบถาม ที่ให้ความกรุณาประเมินคุณภาพของแบบประเมินเพื่อนำไปประเมินผลงานการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว และแบบประเมินความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว มา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายสามารถ จันทนา

ผู้วิจัย

หมายเหตุ : ข้อมูลของผู้ประเมินแบบประเมินนี้ จะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมทะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ดตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 01

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ศาสนา ☐ พุทธ ☐ คริสต์ ☐ อิสลาม ☐ อื่นๆ.....

อายุ ☐ 25-30 ปี ☐ 31-35 ปี ☐ 36-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ประเภทที่พักอาศัย ☐ บ้านเดี่ยว ☐ ทาวน์โฮม ☐ คอนโดมิเนี่ย ☐ ตึกแถว ☐ อื่นๆ.....

รายได้ต่อเดือน ☐ ต่ำกว่า 30,000 บาท ☐ 30,001-40,000 บาท ☐ 40,001-50,000 บาท ☐ มากกว่า 50,001 ปีขึ้นไป

การออกแบบตกแต่งที่พักอาศัย ☐ ให้ผู้เชี่ยวชาญออกแบบ ☐ ตามความคิดเห็นส่วนตัว ☐ ตามหนังสือตกแต่ง ต่างๆ ☐ ตามที่ออกแบบให้ครบแล้ว ☐ อื่นๆ.....

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน					
1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน					
1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว					
1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน					
1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม					

ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)

2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท					
2.2 2,001-5,000 บาท					
2.3 5,001-8,000 บาท					
2.4 8,001-10,000 บาท					
2.5 10,001 บาท ขึ้นไป					

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

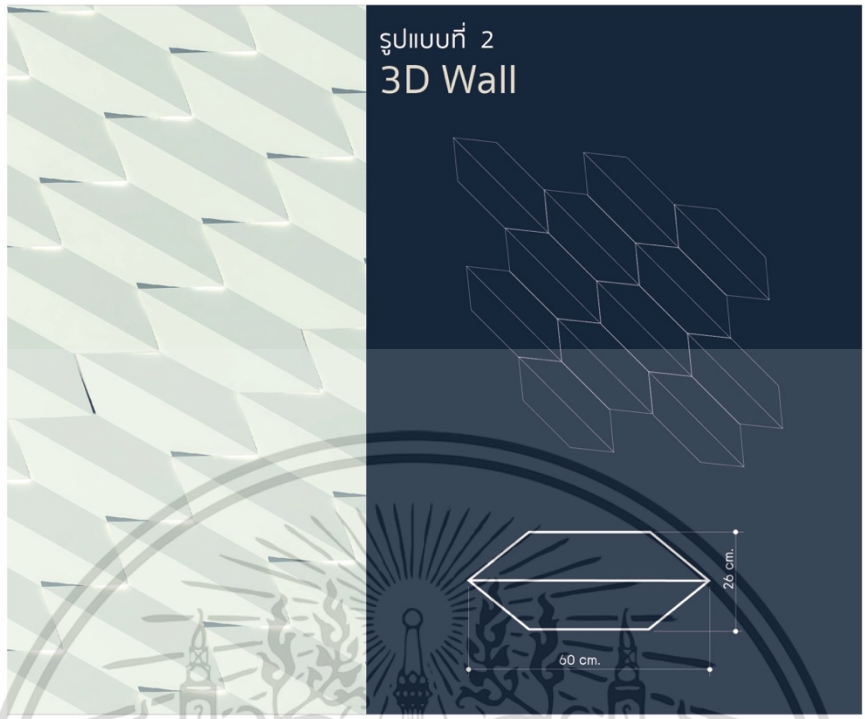
.....

.....

.....

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมกะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ดตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

รูปแบบที่ 02

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ศาสนา ☐ พุทธ ☐ คริสต์ ☐ อิสลาม ☐ อื่นๆ.....

อายุ ☐ 25-30 ปี ☐ 31-35 ปี ☐ 36-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ประเภทที่พักอาศัย ☐ บ้านเดี่ยว ☐ ทาวน์โฮม ☐ คอนโดมิเนี่ย ☐ ตึกแถว ☐ อื่นๆ.....

รายได้ต่อเดือน
☐ ต่ำกว่า 30,000 บาท
☐ 30,001-40,000 บาท
☐ 40,001-50,000 บาท
☐ มากกว่า 50,001 ปีขึ้นไป

การออกแบบตกแต่งที่พักอาศัย
☐ ให้ผู้เชี่ยวชาญออกแบบ
☐ ตามความคิดเห็นส่วนตัว
☐ ตามหนังสือตกแต่ง ต่างๆ
☐ ตามที่ออกแบบให้ครบแล้ว
☐ อื่นๆ.....

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน						
1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						
1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว						
1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน						
1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม						

ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)

2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท						
2.2 2,001-5,000 บาท						
2.3 5,001-8,000 บาท						
2.4 8,001-10,000 บาท						
2.5 10,001 บาท ขึ้นไป						

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

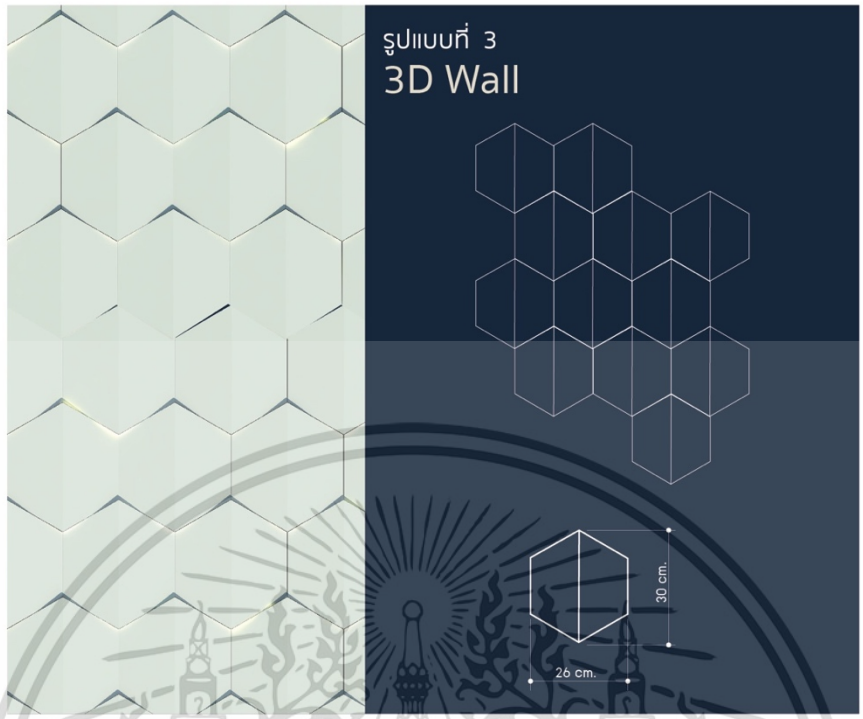
.....

.....

.....

ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การติดตั้งแบบใช้ fittings

กำหนดตำแหน่งที่ติดตั้ง Spindle pin ให้มีระยะระหว่างมุด 10x10 ซม.

ทำการติดตั้ง Spindle pin ด้วยกาวชนิดพิเศษ ในกรณีเป็นผนังยิปซั่ม หรือ ผนังไม้สามารถ ยึดด้วยการตอกตะปู

ติด Spindle pin ตามระยะที่กำหนดไว้จนครบทุก จุดแล้วทิ้งไว้ให้กาวแห้งเพื่อรับน้ำหนักได้เต็มที่

ติดตั้งวัสดุ จากเศษแก้ว 3D wall กับตัว Spindle pin โดยเสียบให้ทะลุแผ่น

การติดตั้งแบบใช้กาวตะปู

ทำความสะอาดพื้นก่อนทำการติดตั้ง จากนั้นกำหนดจุดที่จะทำการติดตั้ง

เตรียมแผ่น 3D Wall โดยทากาว (กาวตะปู) บริเวณด้านหลังของแผ่นเป็นมุมกะแยง ให้เต็มแผ่น

นำแผ่น 3D Wall ที่ทากาวมาติดตั้งเข้ากับผนัง โดย กดทิ้งไว้ 1-3 นาที ให้กาวเซ็ตตัวยึดกับผนังจนแน่น ควรติดตั้งจากตรงกลางแผ่นด้านล่างขึ้นไปด้านบน

ติดตั้งแผ่น 3D Wall จนเต็มพื้นที่ที่ต้องการ และ ตรวจสอบความเรียบร้อยพร้อมเก็บรายละเอียดของงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถาม

ด้านการพัฒนารูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษแก้ว

รูปแบบที่ 03

ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จาก เศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เพศ ☐ ชาย ☐ หญิง ศาสนา ☐ พุทธ ☐ คริสต์ ☐ อิสลาม ☐ อื่นๆ.....

อายุ ☐ 25-30 ปี ☐ 31-35 ปี ☐ 36-40 ปี ☐ 41 ปีขึ้นไป

ประเภทที่พักอาศัย ☐ บ้านเดี่ยว ☐ ทาวน์โฮม ☐ คอนโดมิเนี่ย ☐ ตึกแถว ☐ อื่นๆ.....

รายได้ต่อเดือน ☐ ต่ำกว่า 30,000 บาท ☐ 30,001-40,000 บาท ☐ 40,001-50,000 บาท ☐ มากกว่า 50,001 ปีขึ้นไป

การออกแบบตกแต่งที่พักอาศัย ☐ ให้ผู้เชี่ยวชาญออกแบบ ☐ ตามความคิดเห็นส่วนตัว ☐ ตามหนังสือตกแต่ง ต่างๆ ☐ ตามที่ออกแบบให้ครบแล้ว ☐ อื่นๆ.....

การออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

1.1 มีขนาดเหมาะสมต่อการใช้งาน						
1.2 มีความปลอดภัยในการใช้งาน						
1.3 มีลักษณะการใช้งานได้ในระยะยาว						
1.4 มีโครงสร้างมีความแข็งแรงทนทาน						
1.5 มีรูปแบบการใช้วัสดุที่เหมาะสม						

ราคาที่เหมาะสม (ต่อตารางเมตร)

2.1 ต่ำกว่า 2,000 บาท						
2.2 2,001-5,000 บาท						
2.3 5,001-8,000 บาท						
2.4 8,001-10,000 บาท						
2.5 10,001 บาท ขึ้นไป						

ข้อเสนอแนะ ข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

.....

.....

.....

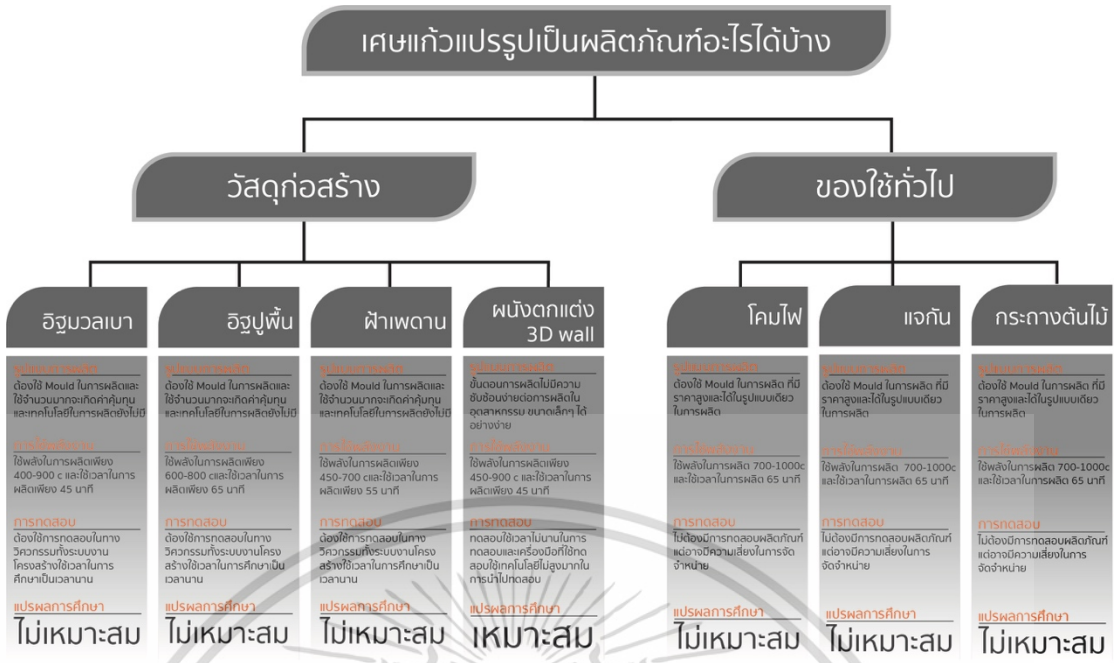
ขอแสดงความขอบคุณอย่างยิ่งผู้วิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

ผลงานด้านการออกแบบ

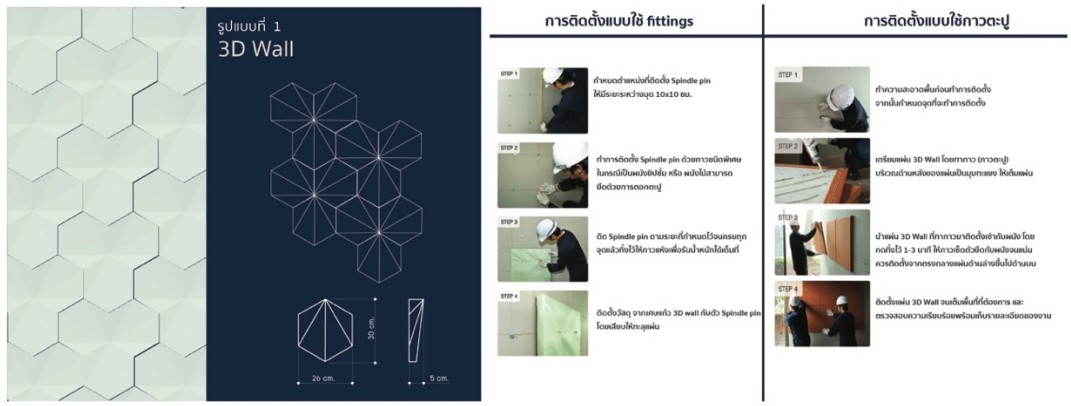
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค 1 การวิเคราะห์ความเป็นไปได้ของรูปแบบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ภาพ ค 2 การวิเคราะห์ concept Design ศิลปะแบบคิวบิสม์
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ ค 3 รูปแบบผนังเพื่อการตกแต่ง (3D Wall) รูปแบบที่ 1
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ภาพ ค 4 รูปแบบผนังเพื่อการตกแต่ง (3D Wall) รูปแบบที่ 2
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

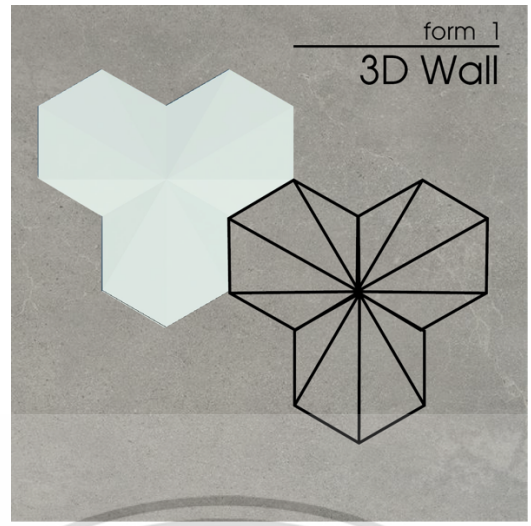
ภาพ ค 5 รูปแบบผนังเพื่อการตกแต่ง (3D Wall) รูปแบบที่ 3
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

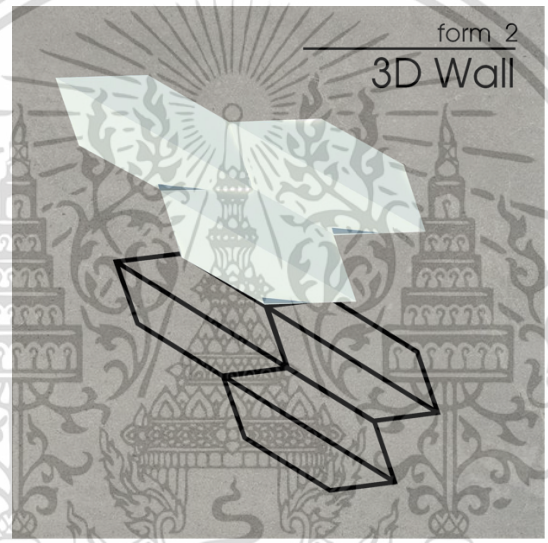
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

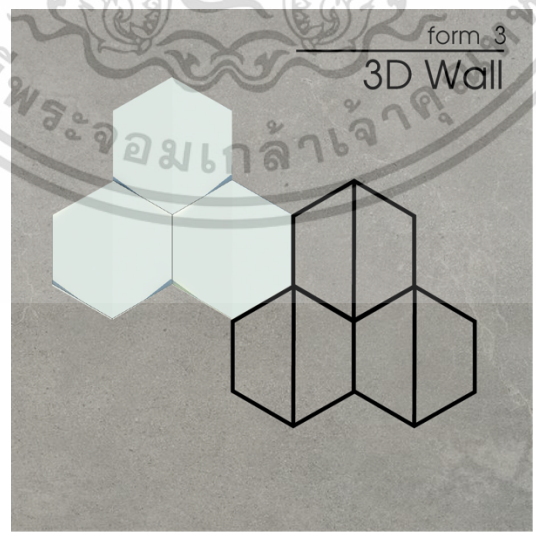
ภาพ ค 6 รูปแบบผนังเพื่อการตกแต่ง (3D Wall) รูปแบบที่ 4
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561)

ภาพ ค 7 รูปแบบผนังเพื่อการตกแต่ง (3D Wall) รูปแบบที่ 5
ภาพโดย : สามารถ จันทนา (2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

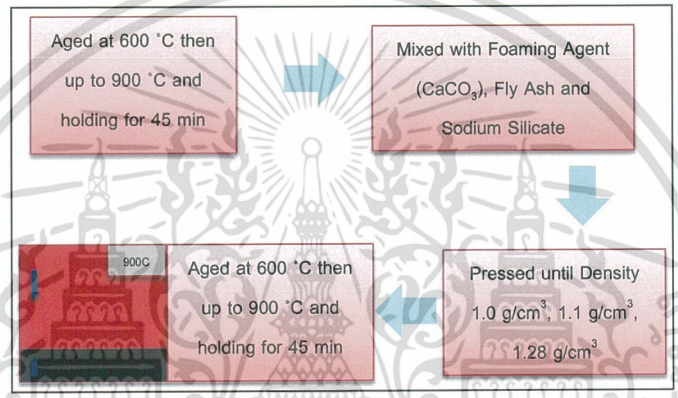
ภาคผนวก ง

เอกสารรับรองผลการทดสอบผลิตภัณฑ์จากเศษแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การทดลอง

นำเศษแก้วมาบดให้ได้ขนาด 100 – 200 mesh ผสมกับแคลเซียมคาร์บอเนตในอัตราส่วน 1wt% 2wt% และ 5wt% เถ้าลอย 5wt% 7.5wt% และ 10wt% โซเดียมซิลิเกต 1wt% กวนให้เข้ากัน เทลงบนเบ้าขนาด 13 x 20 cm^2 จากนั้นในเครื่องกดเพื่อปรับความหนาแน่นของวัตถุดิบจนกระทั่งได้ 1.0 g/cm^3 1.1 g/cm^3 และ 1.28 g/cm^3 จึงนำไปอบในเตาขนาด 160 x 170 x 200 cm^3 โดยขั้นตอนการอบจะเริ่มที่อุณหภูมิ 600 °C และเพิ่มอุณหภูมิขึ้นไปเป็น 900 °C จากนั้นแช่ทิ้งไว้เป็นเวลา 45 นาที เพื่อให้โฟมเกิดการฟอร์มตัวขึ้นมา



รูปที่ 1 แผนภาพแสดงกระบวนการทดลองผลิตโฟมกลาส

5. ผลการทดลองและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทดลองนี้เป็นการผลิตโฟมกลาส โดยทำการ Various ค่าต่างๆ เพื่อหา Condition ที่เหมาะสม ดังนี้ Condition 1 $CaCO_3$ 5wt% เถ้าลอย 5wt% โซเดียมซิลิเกต 1wt% เศษแก้ว 89wt% และ ความหนาแน่น 1.0 g/cm^3 Condition 2 $CaCO_3$ 5wt% ตะกรันเตาถลุงเหล็ก 5wt% โซเดียมซิลิเกต 1wt% เศษแก้ว 89wt% และ ความหนาแน่น 1.0 g/cm^3 Condition 3 $CaCO_3$ 2wt% เถ้าลอย 5wt% โซเดียมซิลิเกต 1wt% เศษแก้ว 92wt% และ ความหนาแน่น 1.0 g/cm^3 Condition 4 $CaCO_3$ 2wt% เถ้าลอย 7.5wt%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โซเดียมซิลิเกต 1wt% เศษแก้ว 89.5wt% และ ความหนาแน่น 1.0 g/cm^3 Condition 5 $CaCO_3$ 2wt% เถ้าลอย 7.5wt% เศษแก้ว 90.5wt% และ ความหนาแน่น 1.1 g/cm^3 Condition 6 $CaCO_3$ 1wt% เถ้าลอย 10wt% เศษแก้ว 89wt% และ ความหนาแน่น 1.28 g/cm^3

ตารางที่ 1 Condition ในการผลิตโฟมกลาสในแต่ละตัวอย่าง

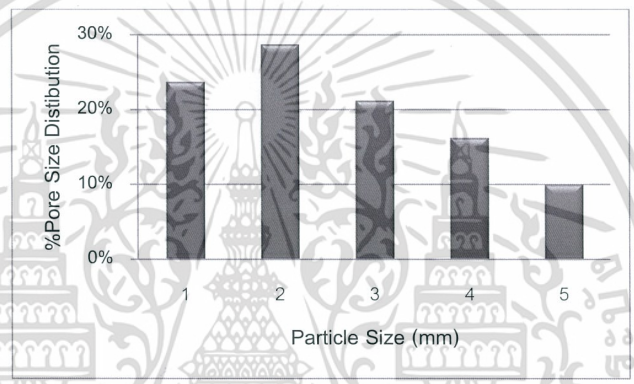
Condition	$CaCO_3$ (wt%)	Fly Ash (wt%)	Slag (wt%)	Sodium Silicate (wt%)	Cullet (wt%)	Density (g/cm^3)
1	5	5	-	1	89	1.0
2	5	-	5	1	89	1.0
3	2	5	-	1	92	1.0
4	2	7.5	-	1	89.5	1.0
5	2	7.5	-	-	90.5	1.1
6	1	10	-	-	89	1.28

5.1. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 1

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 1 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 1 – 5 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 2 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 29% รองลงมาคือ 1 mm 3 mm 4 mm มีปริมาณ 24% 21% และ 16% ตามลำดับ ส่วนที่ขนาดรูพรุน 5 mm จะมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 10% ดังรูปที่ 2 และรูปที่ 3 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.25 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 1



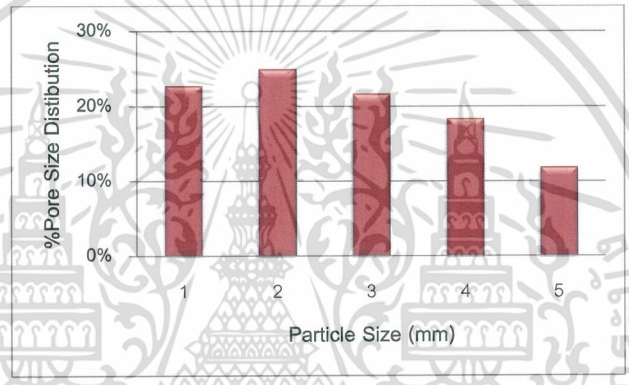
รูปที่ 3 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 1

5.2. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 2

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 2 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 1 – 5 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 2 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 25% รองลงมาคือ 1 mm 3 mm และ 4 mm มีปริมาณ 23% 22% และ 18% ตามลำดับ ส่วนที่ขนาดรูพรุน 5 mm จะมีปริมาณน้อยที่สุดคือ 12% ดังรูปที่ 4 และรูปที่ 5 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.45 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 2

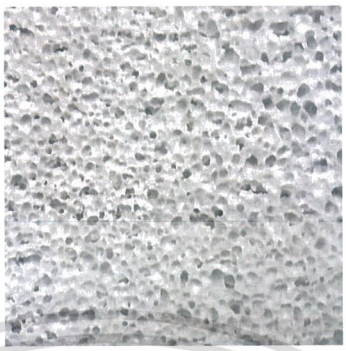


รูปที่ 5 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 2

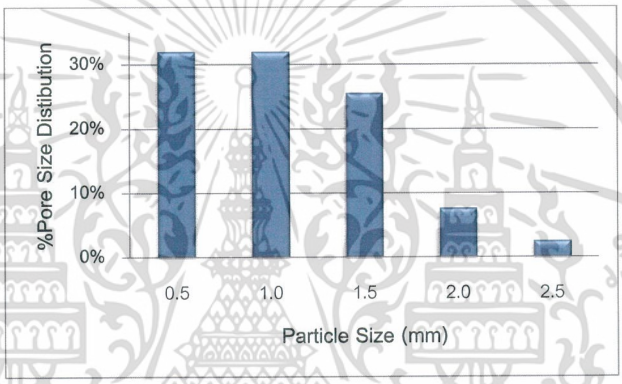
5.3. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 3

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 3 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 0.5 – 2.5 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 0.5 mm และ 1.0 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 32% รองลงมาคือ 1.5 mm 2.0 mm และ 2.5 mm มีปริมาณ 26% 8% และ 3% ตามลำดับ ดังรูปที่ 6 และรูปที่ 7 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.40 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 3

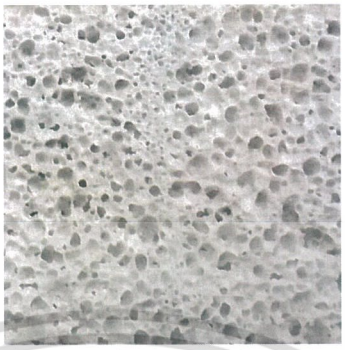


รูปที่ 7 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 3

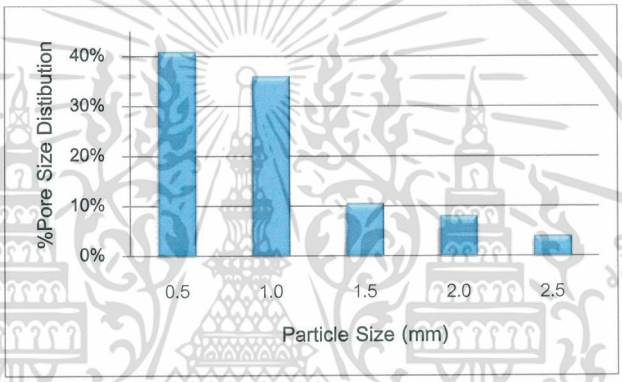
5.4. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 4

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 4 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 0.5 – 2.5 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 0.5 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 41% รองลงมาคือ 1.0 mm 1.5 mm 2.0 mm และ 2.5 mm มีปริมาณ 36% 11% 8% และ 4% ตามลำดับ ดังรูปที่ 8 และรูปที่ 9 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.60 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 4

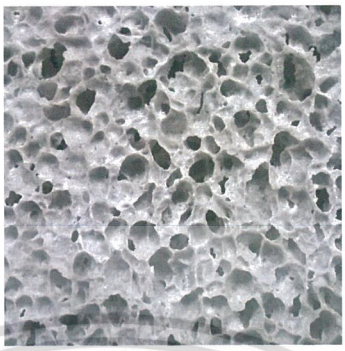


รูปที่ 9 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 4

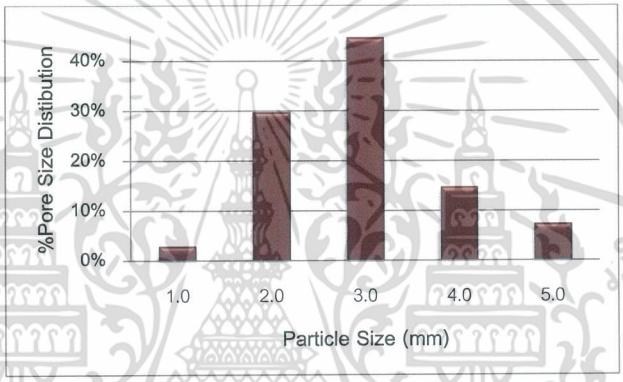
5.5. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 5

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 5 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 1.0 – 5.0 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 3.0 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 45% รองลงมาคือ 2.0 mm 4.0 mm 5.0 mm และ 1.0 mm มีปริมาณ 30% 15% 7% และ 3% ตามลำดับ ดังรูปที่ 10 และรูปที่ 11 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.32 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 10 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 5



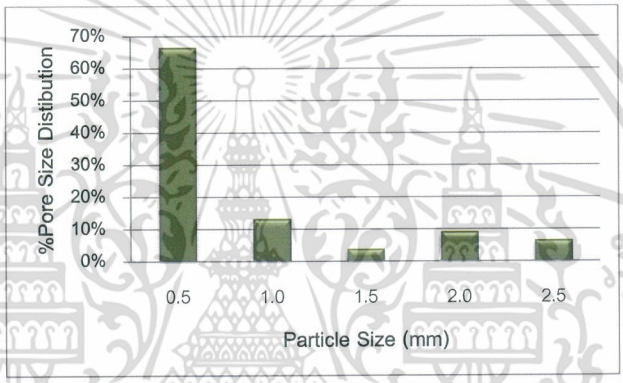
รูปที่ 11 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 5

5.6. วิเคราะห์คุณลักษณะของ Condition 6

เมื่อนำไปวิเคราะห์ค่าการกระจายตัวของรูพรุนโดยใช้เทคนิค Pore Size Distribution Analyzer (PDA) จะพบว่าขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางของรูพรุนของ Condition 6 ที่สังเคราะห์ได้จะมีขนาดตั้งแต่ 0.5 – 2.5 mm โดยจะพบว่าที่ขนาดของรูพรุน 0.5 mm จะมีปริมาณเยอะที่สุดคือ 67% รองลงมาคือ 1.0 mm 2.0 mm 2.5 mm และ 1.5 mm มีปริมาณ 13% 9% 7% และ 4% ตามลำดับ ดังรูปที่ 12 และรูปที่ 13 เมื่อนำไปหาค่าความหนาแน่นจะได้เท่ากับ 0.76 g/cm^3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 12 โฟมกลาสที่สังเคราะห์ได้โดยใช้ Condition 6



รูปที่ 13 การกระจายตัวของรูพรุนของ Condition 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siam Research and Innovation Co., Ltd.
51 Moo 8, Tambon Tubkwang, Amphur Kaeng Koi, Saraburi, Thailand. 18260
Tel : 036-240-888 Fax : 036-240-850

TETING REPORT

Reguested by	:	Mr Samart Chanthana	Report No	:	60AT097001-10
Company	:	Bangkok Crystal Co., Ltd.	Date	:	19 Fed 2018
Department	:	Quality Assurance & Valua Added	Job No./ Sample No.	:	60AT0970 / 60AT097001 - 10
Address	:	99 M.8 3191 Street Mabkha	Experimentee	:	Atiwat I.
		Nikompatana Rayong 21180	Examiner	:	Sermsak C.
Sample Name	:	Foam Glass			
		Reference No. R&D-01/17			

Product	Product Size (mm)	Sample Name	Lot No.	Sample No.	Product Weight (g)	Compressive Strength (MPa)
Foam Glass	52.70 x 53.60	Foam Glass	02-02-17	1	47.13	0.9
Foam Glass	51.60 x 52.70	Foam Glass	02-02-17	2	40.95	1.5
Foam Glass	51.40 x 53.40	Foam Glass	03-02-17	3	59.51	2.7
Foam Glass	52.00 x 52.40	Foam Glass	03-02-17	4	57.88	1.8
Foam Glass	55.00 x 56.00	Foam Glass	03-02-17	5	59.09	1.4
Foam Glass	55.30 x 56.30	Foam Glass	03-02-17	6	58.49	1.7
Foam Glass	53.50 x 56.80	Foam Glass	03-02-17	7	58.00	1.3
Foam Glass	53.40 x 55.60	Foam Glass	03-02-17	8	58.24	1.5
Foam Glass	53.80 x 57.70	Foam Glass	03-02-17	9	53.39	1.0
Foam Glass	53.00 x 53.30	Foam Glass	03-02-17	10	48.47	0.6

This Report is Good
To Those Specimens Sent

Remark :

Control Speed = 0.2 - 0.4 MPa/s

(Mr. Thanate Kingrangsad)

Physical Testing Manager

This Result is for the Analzed Sample only

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกผลการทดสอบความต้านทานแรงอัดโฟมกลาส

วันที่ทดสอบ
เวลา
สถานที่ทดสอบ SRI
อ้างถึงบันทึกการเตรียมตัวอย่างโฟมกลาสเลขที่ R&D 01

หัวข้อที่ศึกษา ทดสอบแรงต้านทานแรงอัดของโฟมกลาส

เลขที่อ้างอิง R&D-01/17

หมายเลขตัวอย่าง	Item	รุ่น / ล็อต	ก้อนที่	อบ/ banked (°C)	น้ำหนัก/ weight (g)	พื้นที่หน้าตัด (หน่วย : mm2) ก	ข	ก x ข	Max Load (หน่วย : ton) obs.	cor.	เวลาที่ใช้ (s)	Noise Crack (Ton)	(MPa)	Crushing Strength (MPa)	ความเร็วเฉลี่ย (MPa / s)
1	1	โฟมกลาส Foam glass 02-02-17	1	800	47.13	52.70	53.60	2824.72	0.27	0.27	3.28	0.27			
2		โฟมกลาส Foam glass 02-02-17	2	800	40.95	51.60	52.70	2719.32	0.42	0.41	4.68	0.41			
3	2	โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	1	850	59.51	51.40	53.40	2744.76	0.77	0.76	7.51	0.76			
4		โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	2	850	57.88	52.00	52.40	2724.80	0.52	0.51	5.65	0.51			
5	3	โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	1	850	59.09	55.00	56.00	3080.00	0.45	0.44	3.67	0.44			
6		โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	2	850	58.49	55.30	56.30	3113.39	0.55	0.54	5.87	0.54			
7	4	โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	1	850	58.00	53.50	56.80	3038.80	0.42	0.41	5.62	0.41			
8		โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	2	850	58.24	53.40	55.60	2969.04	0.47	0.46	6.63	0.46			
9	5	โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	1	850	53.39	53.80	57.70	3104.26	0.32	0.32	3.48	0.32			
10		โฟมกลาส Foam glass 03-02-17	2	850	48.47	53.00	53.30	2824.90	0.17	0.17	1.58	0.17			
												เฉลี่ย			

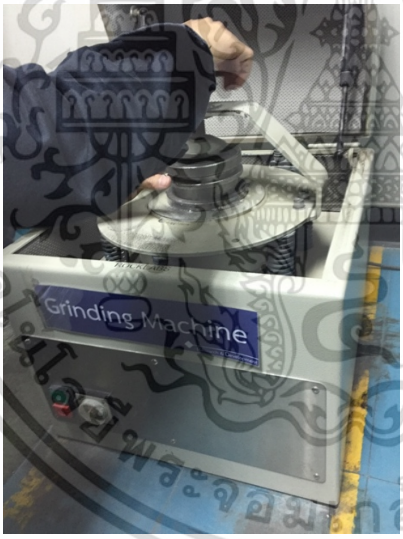
ผู้บันทึก BCC (นางสาวสมพร สมจิตร) วันที่ 11/05/2017

ผู้ทดสอบ SRI (นิรัชชา อินทรัน) วันที่ 16/05/60

ผู้ตำแหน่ง BCC วันที่ ( )

Remark :
Control speed = 0.2- 0.4 Mpa/s (ทดตัวอย่างต้นที่ได้ระบาบ)

Bangkok Crystal QF-F3-026 Rev No.05 Effective date 07/03/13



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siam Research and Innovation Co., Ltd.
51 Moo 8, Tambon Tubkwang, Amphur Kaeng Koi, Saraburi, Thailand. 18260
Tel : 036-240-888 Fax : 036-240-850

TETING REPORT

Reguested by : Mr Samart Chanthana
Company : Bangkok Crystal Co., Ltd.
Department : Quality Assurance & Valua Added
Address : 99 M.8 3191 Street Mabkha Nikompatana Rayong 21180
Sample Name : Foam Glass
Reference No. R&D-01/17

Report No : 60AT097001-10
Date : 19 Fed 2018
Job No./ Sample No. : 60AT0970 / 60AT097001 - 10
Experimentee : Atiwat I.
Examiner : Sermsak C.

	Autoclaved Aerated Concrete Blocks		Foam Glass
	G2	G4	
Density (kg/m^3)	400-500	600-700	250-350
Compressive Strength (kg/cm^2)	25	50	50-80
Thermal conductivity (W/m.K)	0.13-0.16	0.13-0.16	0. 050-0.065
Water absorption (%)	34-36	30	0. 2-0.5
Weight (kg/m^2) @ thickness: 8.8 cm	39.6	57.2	~26.4
Price (baht/m^2) @ thickness: 8.8 cm		~286	290-345

Properties of Foam Glass

Water-proof

Foam glass is water-proof because it consists of pure glass.
Advantage: does not absorb any moisture and does not swell.

Pest-proof

Foam glass cannot rot and is pest-proof because it is inorganic.
Advantage: insulation without risk, especially in the base area and the soil. No basis for nesting, breeding or seed germination.

Compression-proof

Foam glass is extraordinarily in-compressible even with long-term loads due to its cell geometry without deformation.
Advantage: use as load-bearing thermal insulation without risk.

Incombustible

Foam glass cannot burn and does not produce any toxic gases because it consists of pure glass.
Fire behaviour: Classification according to EN 13501: A1.
Advantage: storage and processing not hazardous. No propagation of flames in the event of fire (chimney effect) in ventilation space.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Siam Research and Innovation Co., Ltd.
51 Moo 8, Tambon Tubkwang, Amphur Kaeng Koi, Saraburi, Thailand. 18260
Tel : 036-240-888 Fax : 036-240-850

TETING REPORT

Reguested by	:	Mr Samart Chanthana	Report No	:	60AT097001-10
Company	:	Bangkok Crystal Co., Ltd.	Date	:	19 Fed 2018
Department	:	Quality Assurance & Valua Added	Job No./ Sample No.	:	60AT0970 / 60AT097001 - 10
Address	:	99 M.8 3191 Street Mabkha	Experimentee	:	Atiwat I.
		Nikompatana Rayong 21180	Examiner	:	Sermsak C.
Sample Name	:	Foam Glass			
		Reference No. R&D-01/17			

Vapor-tight

Foam glass is vapor-tight because it consists of hermetically sealed glass cells.

Advantage: cannot soak through and already contains the vapor barrier. Constant thermal insulation value over decades. Prevents the penetration of radon.

Dimensionally stable

Foam glass is dimensionally stable because glass neither shrinks nor swells.

Advantage: no dishing, contracting or creep. Low coefficient of expansion, nearly equal to that of steel and concrete.

Acid-resistant

Foam glass is resistant to organic solvents and acids because it consists of pure glass.

Advantage: no destruction of the insulation by aggressive mediums and atmospheres.

Easy to work with

Foam glass is easy to work with because it consists of thin-walled glass cells.

Advantage: with simple tools like a saw blade or hand saw, foam glass can be cut to any desired measurement.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

ใบประกาศนียบัตรการนำเสนองานวิจัย การประชุมวิชาการทางการศึกษาระดับชาติ ครั้งที่ 8 บทความวิจัย เรื่อง “ศึกษาและพัฒนาการใช้ประโยชน์จากเศษแก้วเพื่อประยุกต์ในการออกแบบผลิตภัณฑ์”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

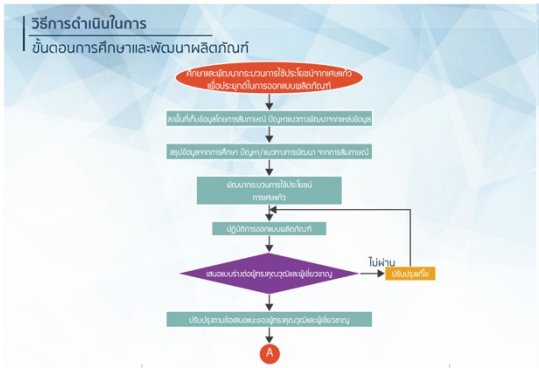
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

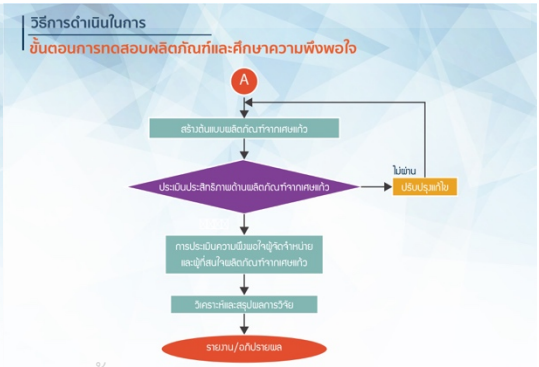
ภาคผนวก ฉ

เอกสารนำเสนองานวิจัย

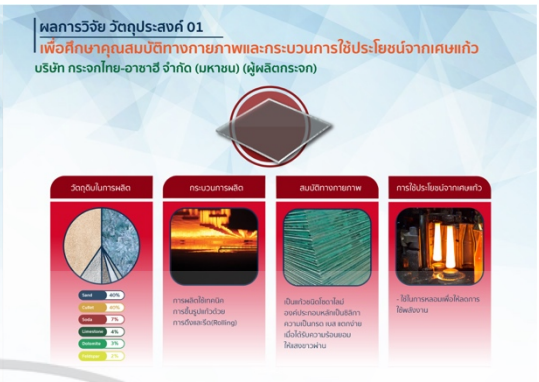
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

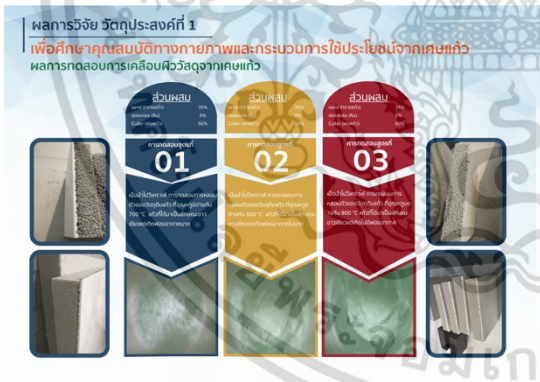


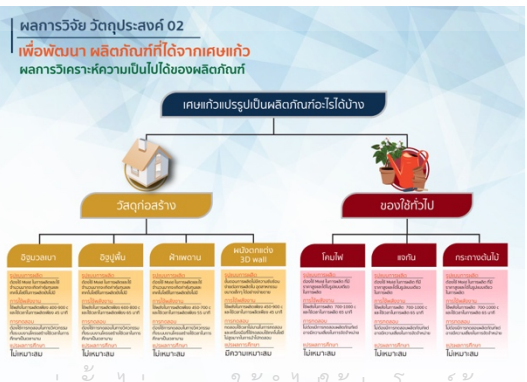


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

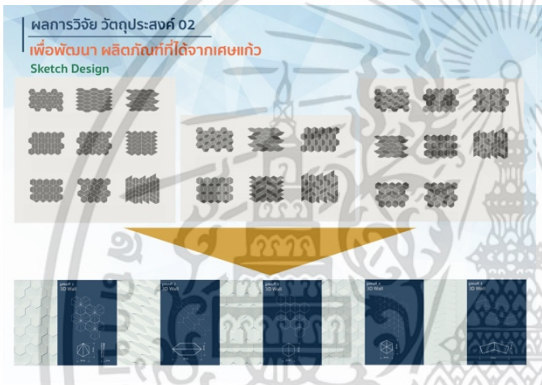


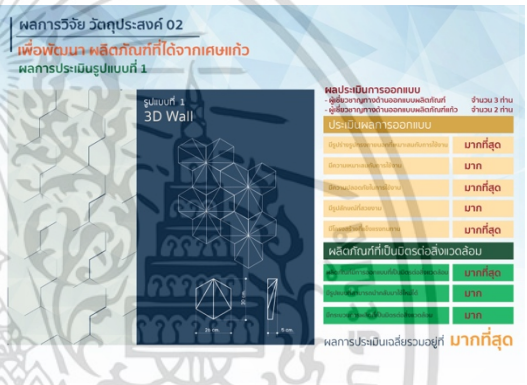
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

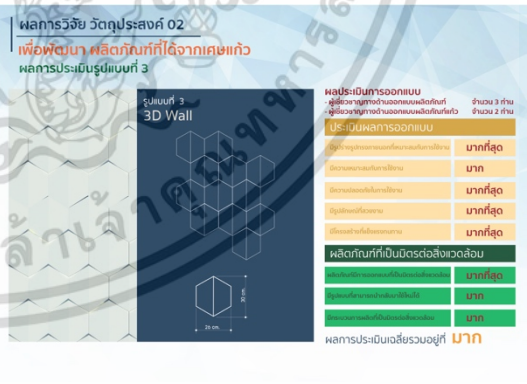




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

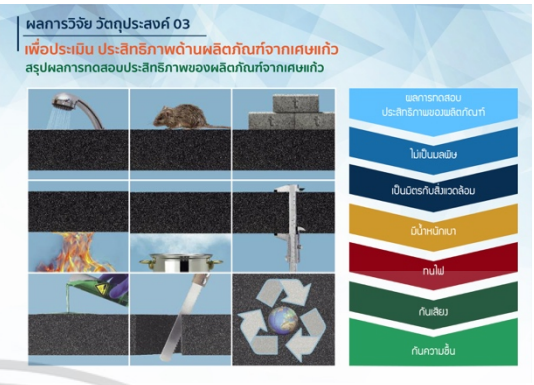


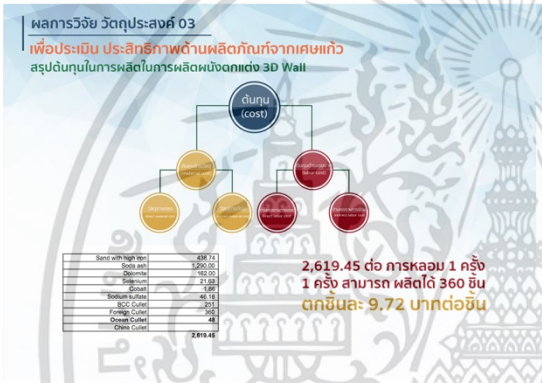


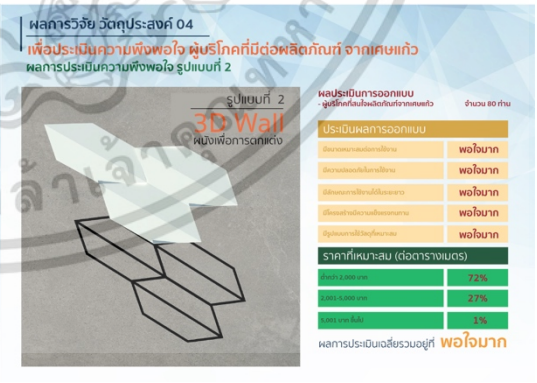


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

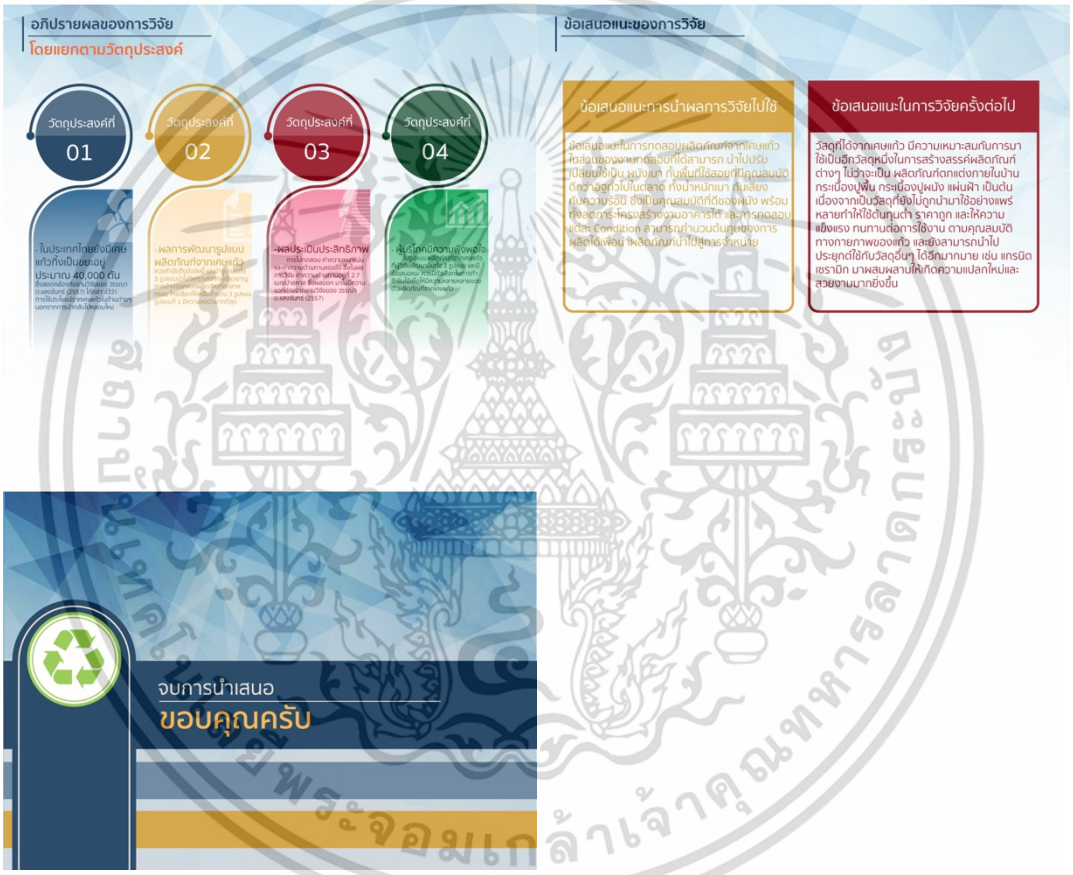
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ- สกุล	นายสามารถ จันทนา
วัน-เดือน-ปีเกิด	24 มิถุนายน 2531
สถานที่เกิด	จังหวัดตาก
ที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 183/5 ถนนห้วยโป่ง-หนองบอน ตำบลห้วยโป่ง อำเภอเมืองระยอง จังหวัดระยอง
ประวัติการศึกษา	ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) สาขาเขียนแบบเครื่องกล วิทยาลัยเทคนิคสัตหีบ จังหวัดชลบุรี จบปีการศึกษา 2549 ระดับปริญญาตรี (วิทยาศาสตรบัณฑิต) สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพรรณี จบปีการศึกษา 2554 จังหวัดจันทบุรี
ประวัติการทำงาน	วิศวกรวิจัยและพัฒนา บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด จังหวัดระยอง ตั้งแต่ปี 2554-2558 ผู้จัดการฝ่ายออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บริษัท บางกอกคริสตัล จำกัด จังหวัดระยอง ตั้งแต่ปี 2558-ปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้