การพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์
เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม
The Upcycling Product Design from Waste Ceramic Materials through Environmental Design Concept

ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย งบประมาณเงินรายได้ส่วนงาน
คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปี พ.ศ. 2563
ธันวาคม 2564
ลิขสิทธิ์นี้เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

การพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์ เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

อาจารย์ ดร. ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์
คณะศิลปกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยมาตั้งแต่ในอดีต และในทุกขั้นตอนของกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทั้งสิ้น นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านกระบวนการเผาเคลือบแล้วนั้นยากต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพราะจำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่ใช้พลังงานและเสียค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะเป็นส่วนหนึ่งในการลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสร้างความยั่งยืนผ่านกลไกการพัฒนาวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมและแนวคิด Upcycling ที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิก 2) เพื่อศึกษาและทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่จะนำมาซึ่งข้อค้นพบเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling และ 3) เพื่อพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากจากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จะเป็นทางเลือกใหม่ ชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิกได้

จากการศึกษาพบว่า การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่ใช้เศษวัสดุเซรามิกเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิต ผ่านกระบวนการที่ทำให้มีคุณภาพและประโยชน์เพิ่มมากขึ้น แนวคิดที่สอดคล้องกับการ upcycle ซึ่งการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จะใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อสร้างความสวยงาม และคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย โดยใช้แนวคิดสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) หลักการ 4R (Reduce, Reuse, Recycle และ Repair) 2) การยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์และวัสดุ และ 3) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งาน และในงานวิจัยนี้มีผลการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จำนวน 5 ชิ้น ในประเภทผลิตภัณฑ์ไลฟ์สไตล์ที่สอดคล้องกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เข้ากับยุคสมัยปัจจุบัน ซึ่งลิตภัณฑ์ต้นแบบประกอบด้วย ที่ดริปกาแฟ จำนวน 2 รูปแบบ

ถาดรอง จำนวน 1 รูปแบบ และ เก้าอี้ จำนวน 2 รูปแบบ ด้วยการเลือกเทคนิคจากทดลองประสาน 2 วัสดุ โดยการร้อย สาน และเซาะร่องไม้ และการประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน เกิดรูปแบบที่น่าสนใจ เป็นการผสมผสานการใช้ภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ผลงาน เพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ อีกทั้ง เป็นการจำกัดหรือลดการใช้วัสดุให้น้อยที่สุดในงานออกแบบ เนื่องจากการใช้วัสดุหลายประเภททำให้กระบวนการทำลาย คัดแยกขยะ ต้องใช้พลังงานและทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

ผลจากการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling จากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมนี้ เป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้ใช้งานที่ต้องการความแปลกใหม่ รูปแบบที่แตกต่าง เป็นการชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษเซรามิกเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตได้ ซึ่งตรงตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัยที่กำหนดไว้

The Upcycling Product Design from Waste Ceramic Materials through Environmental Design Concept

Fonthip Watthansirin Rangsitsawat
Faculty of Fine and Applied Arts, Burapha University

Abstract

The ceramic industry has been important to the Thai economy from the past. And in every step of the production process of ceramic products causing all pollution problems. In addition, coated ceramic products are difficult to recycle, it uses energy-intensive and is a highly costly process. Thus, this research aims to be a part of reducing environmental problems and creating sustainability through the development of environmentally friendly materials as much as possible.

The study of The Upcycling Product Design from Waste Ceramic Materials through Environmental Design Concept has the objective following this; 1) To study the concepts of environmental design and the concept of Upcycling that will be useful in the development and design of products from ceramic waste; 2) To study and experiment on the techniques for enhancing the ceramic waste materials that discovering the advantages and disadvantages of various techniques, which applied in upcycling product design; and 3) to develop and design products from ceramic waste with an environmental design concept that will be a new alternative method, reducing a waste ceramics while can value-added them.

The study found that the product design of waste ceramic from the manufacturing process through an environmental design concept for increases the quality and benefits is consistent with upcycling. It is the development and design with creativity to create the aesthetic product and functional consideration. There is 3 key consisted concepts: 1) the 4R principle (Reduce, Reuse, Recycle and Repair), 2) consideration of the life-long of products and materials, and 3) modifying the usage and functions. Additionally, there are 5 prototypes in the lifestyle category,

corresponding to the target group. The prototypes consist of 2 designs of coffee drippers, 1 design of tray, and 2 designs of chairs through techniques from the experimental process which is the combination of 2 materials by weaving, grooving and lacquer gluing. It is a combination of using wisdom to create works, adding value to the product and minimizing the uses of materials.

Finally, the development and design of upcycling products from waste ceramic with an environmental design concept is a new alternative, showing different styles and reducing waste ceramic while adding -value to answer the objectives of this established research.

กิตติกรรมประกาศ

การวิจัยนี้มิอาจสำเร็จลุล่วงไปได้หากปราศจากความช่วยเหลือจากบุคคลหลายท่าน ขอขอบพระคุณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด ที่อนุเคราะห์ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์จากการลงพื้นที่สำรวจ การสัมภาษณ์ รวมถึงการสนับสนุนให้เศษวัสดุเหลือทิ้งเซรามิกจากการผลิตสำหรับการทดลอง และนายสิทธิพงศ์ อินทวงศ์ ผู้ช่วยวิจัยที่คอยช่วยเหลือ ในขั้นตอนการทดลองและผลิตผลิตภัณฑ์จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ท้ายนี้ผู้เขียนขอมีส่วนร่วมในงานวิจัยทุกท่านที่ช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา และขอขอบพระคุณเจ้าของเอกสารและงานวิจัยทุกท่าน ที่ผู้ศึกษาค้นคว้าได้นำมาอ้างอิงในการทำวิจัยจนกระทั่งงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้

ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ผู้วิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	i
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	iii
กิตติกรรมประกาศ	v
สารบัญ	vi
สารบัญตาราง	viii
สารบัญภาพ	ix
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	2
1.3 กรอบแนวคิด	3
1.4 สมมติฐานการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.7 คำสำคัญ	4
1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน	5
1.9 รายละเอียดงบประมาณ	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม	6
2.2 แนวคิด Upcycle	10
2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซรามิกและเศษเหลือทิ้ง	18
2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	27
	37

บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย .....

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล 37

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล 38

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล 43

บทที่ 4 ผลการออกแบบ **51**

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 51

4.2 ผลงานการออกแบบ 53

4.3 การประเมินงานออกแบบ 57

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ **59**

5.1 สรุปผลการวิจัย 59

5.2 ข้อเสนอแนะ 62

บรรณานุกรม 64

ประวัติผู้วิจัย 69

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

3-1 สรุปผลการทดลองวัสดุเซรามิกด้วยวิธีต่าง ๆ 49

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป	8
2-2	การประยุกต์หลักการ 4R ในทุกช่วงของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์	8
2-3	ผลิตภัณฑ์ต้นแบบชิ้นแรก ใน ปี ค.ศ. 1993 ซึ่งเป็น Messenger Bag เย็บด้วยมือจากผ้าใบรถบรรทุกมือสอง เข็มขัดนิรภัย และยางในรถจักรยาน	12
2-4	กระเป๋า Messenger F13 TOP CAT จัดแสดงที่ MoMA ในนิวยอร์กและจำหน่ายในร้านค้าทั่วโลก	20
2-5	โต๊ะกาแฟ Flying Coffee สร้างขึ้นจากบานปีกนก และ Wall Bar ที่ประกอบขึ้นจากหน้าต่างเครื่องบิน	15
2-6	ผลิตภัณฑ์จากผ้าห่มชั้นธุรกิจและพนักพิงศีรษะ	16
2-7	ผลิตภัณฑ์ตู้ข้างพร้อมไฟ LED จากตู้ข้างถังขยะ	16
2-8	ผลงานออกแบบ Straw Bubble ผลิตภัณฑ์หลอดกันกระแทก	18
2-9	กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกในภาพรวม	22
2-10	กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกกลุ่มเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร	23
2-11	กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ	24
2-12	วัตถุดิบ เชื้อเพลิง และของเสียของแต่ละกระบวนการผลิตเซรามิก	26
2-13	เฟอร์นิเจอร์ชุด Wreck	28
2-14	ภาพในร้านอาหาร Mo de Movimiento	28
2-15	องค์ประกอบภายในร้านอาหาร Mo de Movimiento ด้วยการ upcycle เศษวัสดุก่อสร้าง	29
2-16	ตัวอย่าง ศิลปะ Kintsungi (คินซึงิ)	30
2-17	ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุ upcycle จากกรณีศึกษา	32
2-18	องค์ประกอบแนวทางการพัฒนาเสื้อผ้าด้วยแนวคิดแพทเทิร์นไร้เศษ	34
3-1	การสังเกตการณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต	38
3-2	การสังเกตการณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต	39
3-3	ตัวอย่างลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นอัตลักษณ์ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด	39

3-4 ตัวอย่างเศษเซรามิกที่เป็นของเสียจากการผลิตของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 40

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3-5 การจัดการของเสียจากการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 40
3-6 การสัมภาษณ์นักออกแบบและผู้ควบคุมกระบวนการการผลิต ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 41
3-7 การสัมภาษณ์นักออกแบบและผู้ควบคุมกระบวนการการผลิต ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 41
3-8 ตัวอย่างเศษวัสดุเหลือทิ้งจาก บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 42
3-9 ตัวอย่างเศษวัสดุเหลือทิ้งจาก บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด 42
3-10 การวิเคราะห์แนวทางการนำเศษเซรามิกเหลือทิ้งไปใช้ในกระบวนการออกแบบ 44
3-11 การทดลองประสานวัสดุเซรามิกด้วยพลาสติก (ชนิที่ 1) โดยการใช้ความร้อน 45
3-12 การทดลองประสานวัสดุเซรามิกด้วยพลาสติก (ชนิที่ 2) โดยการใช้ความร้อน 46
3-13 การทดลองใช้เศษเซรามิกขนาดเล็กประสานด้วยพลาสติกละลาย 46
3-14 การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ 47
3-15 การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ 47
3-16 การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ 48
3-17 การทดลองใช้ประสานระหว่าง 2 วัสดุ ด้วยเทคนิคการร้อย สาน และเซาะร่องไม้ 48
3-18 การทดลองประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก 49
4-1 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 51
4-2 Moodboard สำหรับการออกแบบ 52
4-3 กลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบ 53
4-4 ภาพ 3 มิติ ที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 1 53
4-5 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 1 54
4-6 ภาพ 3 มิติ ที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 2 54
4-7 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 2 55
4-8 ภาพ 3 มิติ ถาด 55
4-9 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบถาด 56
4-10 ผลิตภัณฑ์ต้นแบบเก้าอี้ จำนวน 1 รูปแบบ 2 ขนาด 56

4-11 การทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อประเมินผลการใช้งาน 57
4-12 การทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อประเมินผลการใช้งาน 58
5-1 วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เซรามิกเหลือใช้ 59
5-2 การใช้แนวคิดหลัก 4R ในทุกช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ upcycling เซรามิกเหลือใช้ 60

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ช่วงหลายปีที่ผ่านมาสถานการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมถูกกล่าวถึงอย่างต่อเนื่องและมีแนวโน้มส่งผลกระทบต่อทั่วโลกจนกลายเป็นประเด็นปัญหาสำคัญหลักอย่างหนึ่ง ผลจากกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ส่งผลกระทบโดยตรงต่อสิ่งแวดล้อมและขยายขอบเขตการทำลายสิ่งแวดล้อมอย่างกว้างขวางมากขึ้น ในทางกลับกันการเปลี่ยนแปลงของสภาพอากาศซึ่งได้รับอิทธิพลมาจากปัญหาสิ่งแวดล้อมดังกล่าวก็ส่งผลต่อมนุษย์ด้วยเช่นกัน โดยข้อมูลจาก World Health Organization (WHO) รายงานว่า การเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศส่งผลกระทบต่อปัจจัยทางสังคมและสิ่งแวดล้อมด้านสุขภาพของมนุษย์ในหลากหลายวิธี เป็นภัยคุกคามสำคัญที่ส่งผลต่อการมีสุขภาพที่ดี อากาศบริสุทธิ์ น้ำดื่มที่ปลอดภัย แหล่งอาหารที่มีคุณค่าทางโภชนาการและที่พักอาศัยที่ปลอดภัย นอกจากนั้น ผลกระทบจากปัญหาสิ่งแวดล้อมยังมีความสามารถที่จะบ่อนทำลายความก้าวหน้าด้านสุขภาพทั่วโลก โดยเฉพาะอย่างยิ่งในประเทศกำลังพัฒนาที่ซึ่งเป็นพื้นที่ที่มีโครงสร้างพื้นฐานด้านสุขภาพที่อ่อนแอ จะสามารถรับมือได้น้อยที่สุดโดยไม่ได้รับความช่วยเหลือในการเตรียมตัวและรับมือกับสถานการณ์นี้ (Climate Change and Health, 2021)

ข้อมูลจากสำนักงานสภาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติซึ่งชี้แจงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 13 โดยมุ่งโดยมุ่งพัฒนา 4 ด้าน คือ 1) เศรษฐกิจมูลค่าสูงที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม (High Value-added Economy) 2) สังคมแห่งโอกาส และความเสมอภาค (High Opportunity Society) 3) วิถีชีวิตที่ยั่งยืน Eco-friendly Living และ 4) ปัจจัยสนับสนุนการพลิกโฉมประเทศ (Key Enablers for Thailand's Transformation) และในหมุดหมายที่ 10 ได้กล่าวถึงการพัฒนาให้ประเทศไทยมีเศรษฐกิจหมุนเวียนและสังคมคาร์บอนต่ำ โดยมีกลยุทธ์ที่ส่งเสริมให้เกิดกลไกการคัดแยกขยะก่อนทิ้งเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ โดยให้ความสำคัญกับการนำมาเป็นวัสดุในการผลิตในชุมชนและเป็นวัตถุดิบให้โรงงาน ส่งเสริมการแปรรูปขยะมูลฝอยและวัตถุดิบที่เหลือจากกระบวนการผลิตเป็นพลังงาน สร้างชุมชนต้นแบบที่มีความสามารถในการคัดแยกขยะและนำไปแปรรูปเป็นผลิตภัณฑ์สร้างรายได้ โดยใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับพื้นที่ (สำนักงานสถาพัฒนาการเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ, 2564) จะเห็นได้ว่า ประเทศไทยก็เล็งเห็นถึงปัญหาสำคัญและผลกระทบที่เกิดจากการการใช้ทรัพยากรธรรมชาติที่เกินขีดความสามารถของระบบนิเวศน์ ซึ่งทำให้ทำให้ทรัพยากรธรรมชาติเสื่อมโทรมและเป็นที่ปัญหาสิ่งแวดล้อมมีความรุนแรงมากขึ้นเช่นกัน

ในปัจจุบันทั้งองค์กรภาครัฐและเอกชนเริ่มหันมาจริงจังกับปัญหาสิ่งแวดล้อมมากขึ้น ผ่านระบบเศรษฐกิจหมุนเวียนและการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อมที่พิจารณาผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ โดยมีเป้าหมายในการผลิตและ

บริโภคอย่างรับผิดชอบ ทั้งการปรับปรุงประสิทธิภาพในการผลิต การส่งเสริมการใช้พลังงานหมุนเวียน การออกแบบที่ชาญฉลาด การเลือกใช้วัสดุทางเลือก เพื่อให้มีการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพและเกิดความยั่งยืนอย่างแท้จริง

Upcycle เป็นการนำวัสดุที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วมาทำให้มีมูลค่าหรือใช้ได้ดีกว่าเดิม (Braungart & McDonough, 2002) เป็นกระบวนการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์เก่ามีคุณค่าเพิ่มขึ้น ไม่ใช่น้อยลง (Thornton, 1994) ซึ่งแตกต่างจากกระบวนการรีไซเคิลที่เป็นการลดคุณภาพของวัสดุลง และอาจจะเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าการผลิตวัสดุขึ้นใหม่ เนื่องจากผลิตภัณฑ์เหล่านั้นถูกผลิตขึ้นจากวัสดุที่ไม่ได้ออกแบบให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ง่ายตามแนวคิดของการรีไซเคิล (J. Noyraiphoom and S. Intrachooto, 2017, pp. 50) โดยการพัฒนาวัสดุด้วยแนวคิด upcycle เป็นกระบวนการที่สามารถพัฒนาวัสดุได้อย่างหลากหลาย สามารถนำไปออกแบบเป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกสู่ตลาดเชิงพาณิชย์และนำไปใช้งานจริงได้แล้วจำนวนมาก

อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานที่มีความสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยมาตั้งแต่ในอดีต เนื่องจากมีการใช้วัตถุดิบในประเทศเป็นส่วนใหญ่ มีการจ้างแรงงานจำนวนมากในกระบวนการผลิต โดยผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเซรามิกที่มีการส่งออกสูงสุด ได้แก่ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เครื่องสุขภัณฑ์ และกระเบื้องปูพื้นบุผนัง ตามลำดับ และประเทศญี่ปุ่นเป็นตลาดส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกส์หลักที่สำคัญของไทย (สนธิมุล, 2560) นอกจากนี้ ประเทศไทยยังผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกไปยังสหรัฐฯ เป็นอันดับ 2 รองจากญี่ปุ่นอีกด้วย (Industry Team, 2564) ดังนั้น อุตสาหกรรมเซรามิกจึงเป็นอีกหนึ่งในอุตสาหกรรมที่ทำให้เกิดปัญหามลภาวะไม่ว่าจะเป็นเรื่องความร้อนฝุ่น เสียง น้ำเสีย ตะกอนจากกระบวนการ แบบปลาสเตอร์ที่หมดอายุ ซากแผ่นรองเผา ceramic roller รวมทั้งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาเคลือบแล้วจำนวนมากที่ยากแก่การย่อยสลาย

จากที่มาและความสำคัญของปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น จึงนำมาซึ่งแนวคิดในพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากอุตสาหกรรมเซรามิกเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม โดยเซรามิกที่ผ่านกระบวนการเผาเคลือบแล้วนั้นยากต่อการนำกลับมาใช้ใหม่ได้ เพราะจำเป็นต้องผ่านกระบวนการที่ใช้พลังงานและเสียค่าใช้จ่ายสูง งานวิจัยนี้จึงมุ่งหวังที่จะลดปัญหาด้านสิ่งแวดล้อมและสร้างความยั่งยืนผ่านกลไกการพัฒนาวัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมให้มากที่สุด

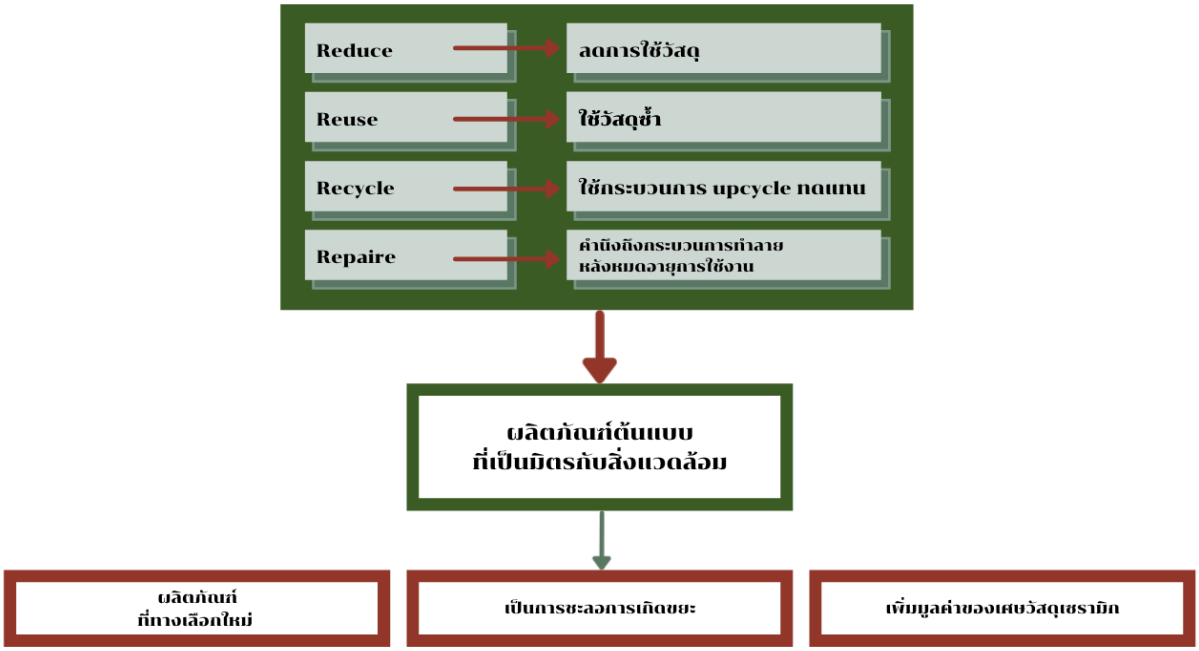
1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และแนวคิด Upcycling ที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิก

1.2.2 เพื่อศึกษาและทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่จะนำมาซึ่งข้อค้นพบเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling

1.2.3 เพื่อพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากจากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จะเป็นทางเลือกใหม่ ชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิกได้

1.3 กรอบแนวคิดการวิจัย



1.4 สมมติฐานการวิจัย

การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling จากเศษวัสดุเซรามิก ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยหลักการ 4R ส่วนหนึ่งในการลดปัญหาสิ่งแวดล้อม สามารถการยืดอายุวัสดุเหลือทิ้ง เป็นทางเลือกใหม่ และเพิ่มมูลค่าให้เศษวัสดุได้

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ขอบเขตทางด้านเนื้อหา / เรื่องราว

การศึกษาการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่เหมาะสมสำหรับการนำไปใช้เพื่อพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยใช้แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จะเพิ่มทางเลือกใหม่ เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ และลดปัญหาสิ่งแวดล้อมได้

ขอบเขตทางด้านวัสดุ

การทดลองนำเศษวัสดุเซรามิกเหลือทิ้งที่ผ่านการเผาแล้วเกิดตำหนิ บิดเบี้ยว และแตกหัก มาสร้างสรรค์ด้วยแนวคิด upcycle ที่จะนำไปสู่การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ในการใช้งานรูปแบบใหม่ ช่วยยืดอายุของวัสดุเหลือทิ้ง และเป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

6.1 ได้กระบวนการซึ่งเป็นแนวทางที่ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิก

6.2 ได้ทางเลือกใหม่สำหรับผลิตภัณฑ์ Upcycling จากเศษวัสดุเซรามิก โดยใช้แนวความคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

6.3 ได้ผลิตภัณฑ์ต้นแบบที่เป็นทางเลือกใหม่นำไปใช้ประโยชน์ได้ในอนาคต

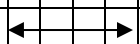
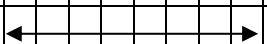
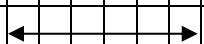
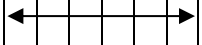
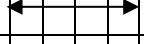
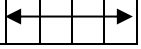
1.7 คำสำคัญ

การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม แนวคิดการออกแบบที่เชื่อมโยงระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ตลอดวงจรชีวิต รวมถึงการประยุกต์หลักการของ 4R ในทุกช่วงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ช่วงการวางแผนผลิตภัณฑ์ (Planning Phase) ช่วงการออกแบบ (Design Phase) ช่วงการผลิต(Manufacturing phase) ช่วงการนำไปใช้ (Usage phase) และช่วงการทำลายหลังการใช้เสร็จ (Disposal phase) โดยหลักการของ 4R ได้แก่ การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) ที่จะคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อม

เศษวัสดุเซรามิก เศษเหลือใช้ผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ผ่านการเผาเคลือบแล้วและมีตำหนิถูกคัดทิ้งจากกระบวนการผลิตซึ่งไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ได้

Upcycling เป็นกระบวนการแปลงวัสดุเหลือใช้หรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถใช้งานตามหน้าที่เดิมให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพ โดยเริ่มต้นตั้งแต่การคัดเลือก ทดลอง พัฒนาและออกแบบเศษวัสดุรูปแบบใหม่ ที่เป็นการเพิ่มมูลค่าและเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

1.8 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม/ ขั้นตอนการดำเนินงาน		ระยะเวลา
1.	ศึกษาข้อมูลที่เป็นเอกสารเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และคุณสมบัติของวัสดุ	
2.	ทดลองการแปรรูปวัสดุ	
3.	การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์	
4.	ขั้นตอนการตรวจสอบและประเมินผล	
5.	ขั้นตอนปรับปรุงแก้ไขงาน	
6.	นำเสนอผลการวิจัยต่อสาธารณชน	
7.	จัดทำรายงานการวิจัย	

1.9 รายละเอียดงบประมาณ

ที่	รายการ	จำนวนเงิน
1.	**งบดำเนินงาน**	
	- ค่าวัสดุอุปกรณ์ในการดำเนินการวิจัยและทดลอง	20,000
	- ค่าใช้จ่ายในการผลิตชิ้นงาน	20,000
	- ค่าใช้จ่ายในการนำเสนอผลงานต่อสาธารณชน	5,000
	- ค่าเอกสารการดำเนินการวิจัย และรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์	5,000
รวมงบประมาณที่เสนอขอ		**50,000**

***หมายเหตุ** ขอถัวเฉลี่ยระหว่างรายการ

บทที่ 2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นการศึกษาวิจัยแนวคิดของการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และศึกษาทดลองเศษวัสดุเซรามิก ที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ upcycling ที่เป็นทางเลือกใหม่ ชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูค่าให้กับเศษวัสดุเซรามิกได้ โดยการศึกษาวิจัยนี้ต้องจะต้องค้นคว้าและรบรวมข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังต่อไปนี้

2.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

2.2 แนวคิด Upcycle

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซรามิกและเศษเหลือทิ้ง

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม

การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมเป็นแนวคิดที่เชื่อมโยงกันระหว่างการพัฒนาผลิตภัณฑ์กับการจัดการด้านสิ่งแวดล้อม โดยพิจารณาผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดแยกวัตถุดิบจากทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตจนถึงการทิ้งซากผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้รวมถึงการปลดปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษ การใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็น (จันทร์เด่นดวง, 2015)

การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (Design for Environment, DfE) เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่คำนึงถึงหลักการด้านเศรษฐศาสตร์และผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมหรือระบบนิเวศน์เป็นสิ่งสำคัญ แนวคิดนี้รู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งว่าการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Eco-design) ซึ่งมีบทบาทที่จะนำไปสู่ระบบการพัฒนาที่ยั่งยืน (Sustainable development) เนื่องจากเป็นการป้องกันและลดปัญหาสิ่งแวดล้อมที่ต้นเหตุอย่างแท้จริง โดยพิจารณาผลกระทบที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวัฏจักรของผลิตภัณฑ์ (Product Life Cycle) ตั้งแต่ขั้นตอนการวางแผนการผลิต ช่วงการออกแบบ ช่วงการผลิต ช่วงการนำไปใช้ และช่วงการกำจัดหลังการใช้งานหรือการนำกลับมาใช้ใหม่ (อนันตวรสกุล และ มุ่งเจริญ, 2548)

สถาบันวิทยาการ สวทช. ได้กล่าวถึงบทบาทสำคัญของแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมว่าเป็นแนวความคิดของการออกแบบที่สำคัญต่อการผลิตสินค้าและบริการที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม โดยเป็นกระบวนการที่ผนวกแนวคิดด้านเศรษฐกิจ สังคม และสิ่งแวดล้อมเข้าไปในขั้นตอน ซึ่งจะช่วยลดต้นทุนในแต่ละขั้นตอนของการ

พัฒนาผลิตภัณฑ์และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมไปพร้อม ๆ กัน โดยส่งผลดีต่อธุรกิจ ชุมชน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งเป็นแนวทางนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืน (Sustainable Development) ต่อไป

นอกจากนี้หลักการพื้นฐานของการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมยังเป็นการประยุกต์ใช้หลักการ 4R ได้แก่ การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (reduce) การใช้ซ้ำ (reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) และการซ่อมบำรุง (repair) ในทุกช่วงของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์

จากการศึกษา (Reduce, Reuse, Recycle, Repair และ Upcycle คืออะไร, n.d.) สามารถอธิบายหลักการ 4R ได้ ดังนี้

1) การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (reduce) คือ ลดการใช้ทรัพยากรต่าง ๆ ให้น้อยลง โดยลดการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด ทรัพยากรที่หมดไปและทรัพยากรทดแทน วิธีนี้เป็นขั้นตอนแรกเพราะทำได้ง่ายที่สุดและดีที่สุด ซึ่งจะช่วยประหยัดทรัพยากรลงได้อยากมีประสิทธิภาพมากที่สุด

2) การใช้ซ้ำ (reuse) คือ การนำของที่ยังใช้ได้กลับมาใช้ซ้ำอีกครั้งหรืออีกหลาย ๆ เช่น การใช้ถุงพลาสติกใส่ของที่ได้มาจากร้านสะดวกซื้อไปใช้ใส่ขยะ การนำขวดน้ำพลาสติกกลับมาใส่น้ำใช้อีกครั้ง วิธีนี้ก็จะช่วยให้ลดการสิ้นเปลืองทรัพยากรได้ การบริโภคซ้ำเป็นการลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน ลดการปล่อยมลพิษสู่สภาพแวดล้อมไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปทรง

3) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) คือ การนำสิ่งที่เราไม่สามารถที่จะใช้ซ้ำได้แล้ว ซึ่งอาจจะฉีกขาด แตกหัก กลับไปเข้ากระบวนการแปรรูปให้เป็นวัตถุดิบ เพื่อนำกลับมาผลิตของขึ้นมาเป็นสินค้าใหม่ เช่น การนำเอาขวดน้ำพลาสติกมาผ่านกระบวนการย่อยให้กลายเป็นเม็ดพลาสติกแล้วนำกลับมาหลอมขึ้นเป็นเส้นใย นำไปถักเป็นเสื้อยืด หรือการหลอมแก้ว การนำเอากระดาษใช้แล้วมาปั่นทำเป็นกระดาษอีกครั้ง วิธีนี้เป็นวิธีที่อยู่ในขั้นสุดท้ายเพราะวิธีนี้จำเป็นจะต้องใช้พลังงานในการแปรรูป ซึ่งก็จะทำให้ต้องใช้ทรัพยากรอย่างเช่นน้ำมันอีกอยู่ดี

4) การซ่อมบำรุง (repair) คือ ซ่การอมแซมใช้ซ้ำเป็นการนำสิ่งของเครื่องใช้เก่า ๆ และของมีตำหนิที่ยังมีค่ามาซ่อมแซมดัดแปลงให้ใช้งานได้ดีดังเดิม ดีกว่าที่จะต้องทิ้งแล้วซื้อใหม่ ซึ่งจะเป็นการสิ้นเปลืองทรัพยากรของโลกมากขึ้น

หลักการพื้นฐานของการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม 4R สามารถประยุกต์ใช้โดยคำนึงถึงกลไก 7 ด้าน ดังต่อไปนี้

1) ลดการใช้วัสดุที่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม (reduction of low impact material)

2) ลดปริมาณและชนิดของวัสดุที่ใช้ (reduction of material used)

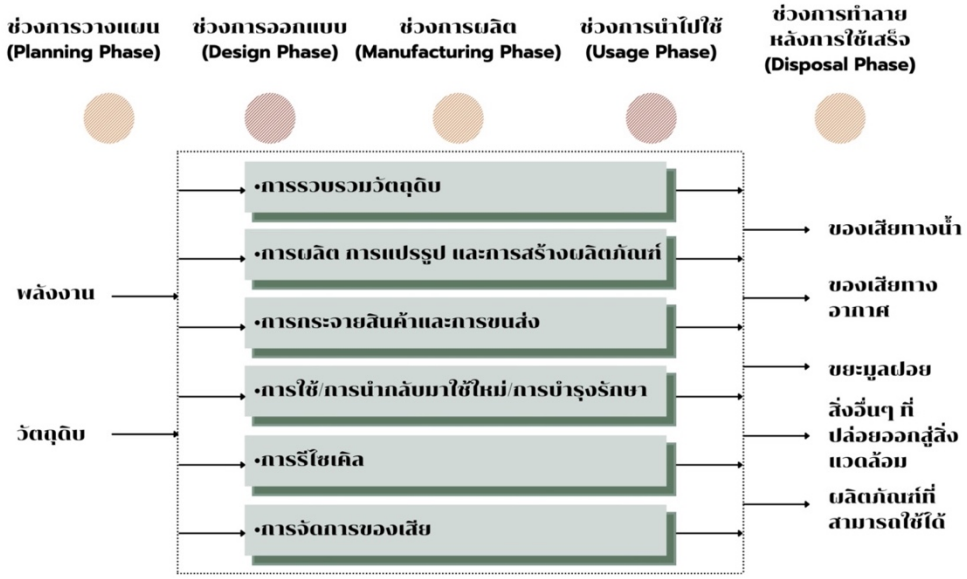
3) ปรับปรุงกระบวนการผลิต (optimization of production techniques)

4) ปรับปรุงระบบการขนส่งผลิตภัณฑ์ (optimization of distribution system)

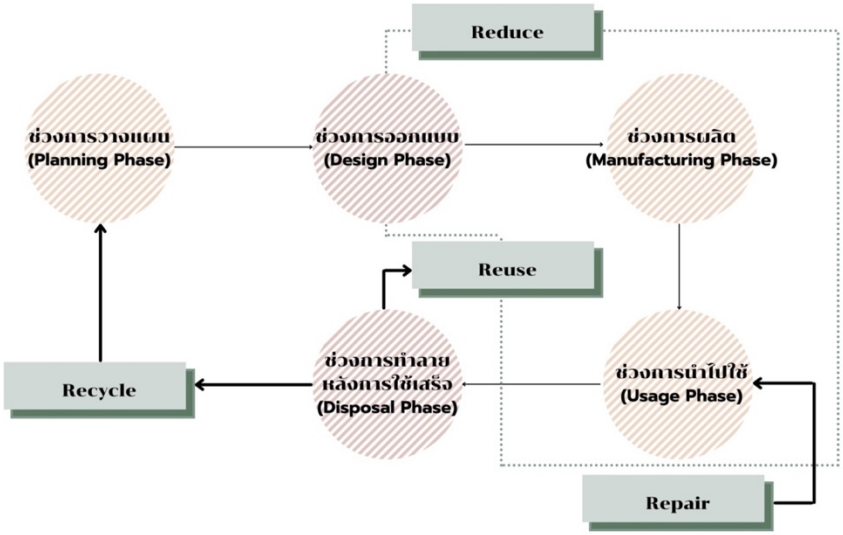
5) ปรับปรุงขั้นตอนการใช้ผลิตภัณฑ์ (optimization of impact during use)

6) ปรับปรุงอายุผลิตภัณฑ์ (optimization of initial lifetime)

7) ปรับปรุงขั้นตอนการทิ้งและทำลายผลิตภัณฑ์ (optimization of end-of-life)



ภาพที่ 2-1: วัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์โดยทั่วไป
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์



ภาพที่ 2-2: การประยุกต์หลักการของ 4R ในทุกช่วงของวัฏจักรชีวิตผลิตภัณฑ์
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

นอกจากนี้ Michelini, RC., and Razzoli, RP. (2004) ยังมีข้อแนะนำในการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม คือ

1) ใช้ประโยชน์จากวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่ (recycled) ใช้พลังงานให้น้อยลง ใช้วัสดุหรือวัตถุดิบที่สามารถสร้างขึ้นใหม่ได้ (renewable)

2) เลือกสมรรถนะการผลิตที่สูง (high throughput) ประหยัดวัสดุและนำพลังงานกลับมาใช้ใหม่ได้

3) ใช้บรรจุภัณฑ์ที่ใช้ซ้ำได้ (reuse packaging) ปรับปรุงระบบการขนส่งการส่งกำลังบำรุง (logistics) อุปกรณ์แวดล้อมที่ปรับตัวเองได้ (self-turned settings)

4) ออกแบบเพื่อให้ได้ประสิทธิผลสูงสุด เช่น อาคารที่บำรุงรักษาง่าย สิ่งก่อสร้าง

5) ออกแบบเพื่อให้มีอายุการใช้งานยาวนาน การบำรุงรักษาน้อย ใช้พลังงานน้อย

6) ออกแบบเพื่อรักษาคุณภาพ ถอดออกเป็นชิ้นส่วนได้ง่าย สามารถนำวัสดุกลับมาใช้ซ้ำได้

จากการศึกษาแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมพบว่า มีแนวคิดต่าง ๆ ที่น่าสนใจเกี่ยวกับการออกแบบที่พิจารณาและคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ได้แก่

1) การออกแบบเพื่อความยั่งยืน (Sustainable Design)

การออกแบบยั่งยืน (Sustainable Design) เป็นหลักแนวคิดทางการออกแบบที่นำเสนอความสวยงามและประโยชน์ใช้สอย พร้อมทั้งคำนึงถึงการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมด้วย (สุวิทย์ วงศ์รุจิราวาณิชย์, 2557) เป็นปรัชญาการออกแบบที่พยายามสร้างคุณภาพของสภาพแวดล้อมเพิ่มมากขึ้น ในขณะเดียวกันกับการลดหรือกำจัดผลกระทบต่อสภาพแวดล้อมทางธรรมชาติทางด้านลบให้เกิดขึ้นน้อยที่สุด (McLennan, 2004)

2) การออกแบบหมุนเวียน (Circular Design)

การออกแบบหมุนเวียนเป็นแนวคิดในการทำร้ายโลกให้น้อยลงที่สุด เกิดการนำทรัพยากรมาหมุนเวียนใช้ให้เกิดประโยชน์ขึ้นมากที่สุด (SME Thailand, 2020) เป็นกระบวนการควบคุมและบริหารจัดการที่พิจารณาทั้งเวลาและวงจรชีวิตทั้งหมด ซึ่งแยกกิจกรรมทางเศรษฐกิจออกจากการใช้ทรัพยากรที่จำกัดและออกแบบ โดยนำของเสียออกจากระบบ และให้ศูนย์กลางการหมุนเวียนอยู่ที่การเดินทางของขยะและมลพิษ โดยใช้ผลิตภัณฑ์และวัสดุที่ให้นานที่สุด ซึ่งถือเป็นการปฏิรูปตามธรรมชาติ (นันทสิงห์, 2020)

แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมเป็นส่วนหนึ่งที่ถูกนำมาพิจารณาในการออกแบบในกระบวนการพัฒนาผลิตภัณฑ์ นอกเหนือจากปัจจัยอื่น ๆ ในการออกแบบซึ่งได้แก่ ความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ (product economics) ความต้องการของลูกค้า (customer requirements) ความสามารถในการผลิต (manufacturability) และทำงานที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ (required product functions) (จันทร์เด่นดวง, 2015) โดยแนวคิดนี้จะเป็นหลักการที่นักออกแบบนำไปใช้ในกระบวนการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อตอบรับกับวิกฤตการณ์ด้านสิ่งแวดล้อมโลกที่กำลังเกิดขึ้นอยู่ในปัจจุบัน

2.2 แนวคิด Upcycle

คำว่า “Upcycling" ถูกใช้ครั้งแรกโดย ไรเนอร์ ฟิลช์ (Reiner Pilz) จาก Pilz GmbH & Co. ซึ่งเป็นบริษัทเทคโนโลยีระบบอัตโนมัติของเยอรมัน จากการสัมภาษณ์ในบทความ Salvo ปี ค.ศ. 1994 อธิบายว่า ไรเนอร์ ฟิลช์ สามารถจัดการวัสดุดั้งเดิมที่มีจำนวนจำกัดได้ ในขณะนั้นกระบวนการ Downcycling เป็นการทุบอิฐและทำลายทุกสิ่ง แต่สิ่งที่จำเป็นสำหรับ คือ อัพไซเคิล (Upcycle) ซึ่งเป็นการนำของเก่ามาทำให้มีมูลค่ามากขึ้นไม่ใช่ลดลง (Lovelady, n.d.)

ต่อมาในปี ค.ศ. 2002 กระบวนการ upcycle เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลายมากขึ้นจากหนังสือ cradle to cradle: Remaking the way we make things ที่เขียนโดย ไมเคิล บรอนการ์ท (Michael Braungart) และวิลเลี่ยม แม๊คดอโน (William McDonaugh) โดยได้ให้คำจำกัดความว่า “การนำวัสดุที่ไม่สามารถใช้ประโยชน์ได้แล้วมาทำให้มีมูลค่าหรือใช้ได้ดีกว่าเดิม” (Braungart and McDonough, 2002) ในขณะที่ สิงห์ อินทรชูโต ได้ให้คำจำกัดความไว้ว่าเป็นกระบวนการแปลงสภาพวัสดุเหลือใช้หรือการทำให้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถใช้งานตามหน้าที่เดิมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพและมูลค่าสูงขึ้น อีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (อินทรชูโต, 2013)

ในปัจจุบันแนวคิด Upcycle ได้ถูกกล่าวมากขึ้น โดยมีการให้คำนิยามที่คล้ายคลึงกันว่า Upcycle มาจากคำว่า Upgrade และ Recycling คือ การนำขยะหรือวัสดุที่ไม่ได้ใช้แล้วมาผลิตให้เป็นของใช้ที่มีมูลค่าและใช้ประโยชน์ได้มากกว่าเดิม เข้าข่ายการนำกลับมาใช้ใหม่ (Reuse) ด้วย แต่ทั้งหมดไม่ต้องผ่านกระบวนการแปรรูปทางอุตสาหกรรมเหมือนกับการรีไซเคิล (Recycle) (กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ, 2019) มากไปกว่านั้นเมื่อ Upcycle หรือ Upcycling มาจากคำว่า Upgrade ที่หมายถึง การทำให้ดีขึ้นหรือพัฒนาให้ดีขึ้น รวมกับคำว่า Recycling/Cycle ที่หมายถึง การนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วมาผ่านกระบวนการต่าง ๆ เพื่อกลับเข้าสู่วงจรการใช้อีกครั้ง ซึ่งรวมแล้วจะหมายถึง การนำวัสดุที่ไม่ใช้แล้วหรือของที่จะถูกทิ้งเป็นขยะมาแปลงให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพที่ดีขึ้นและกลับมาใช้ประโยชน์ได้ หรือออกแบบให้มีความสวยงามเพื่อให้มีมูลค่าเพิ่มมากขึ้น โดยไม่ทำให้คุณภาพและส่วนประกอบของวัสดุนั้นลดลง ทั้งนี้ จะไม่ผ่านกระบวนการแปรรูปทางอุตสาหกรรมและไม่ผ่านกระบวนการทางเคมีที่มีผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมหรือใช้เคมีน้อยที่สุด (OKMD สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน), 2021)

การ Upcycle คือ การใช้วัสดุจากผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ที่ถูกใช้งานแล้ว เพื่อสร้างสิ่งใหม่ซึ่งแตกต่างจากการ Recycle เพราะเมื่อผ่านการ Upcycling หรือ Upcycled ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะไม่ใช่ผลิตภัณฑ์เดียวกันอีก เป็นการขยายระยะเวลาการใช้งานผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่แตกต่างออกไปจากเดิม โดยหากมองกันผิวเผินแล้ว Upcycle อาจดูคล้ายคลึงกับ Recycle แต่ในรายละเอียดนั้นทั้งสองคำนี้มีวิธีการและวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน โดยการ Upcycle นั้น ใช้การออกแบบเข้ามาช่วยเพิ่มมูลค่าให้ผลิตภัณฑ์ โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการยืดอายุวัสดุให้เป็นขยะช้าลง ชะลอการเกิดขยะโดยเพิ่มมูลค่าให้กับของเหลือใช้ ให้สามารถใช้ต่อไปได้และเป็นได้มากกว่าขยะเหลือ

ทิ้ง รวมถึงช่วยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ ในขณะที่การ Recycle นั้น เป็นการนำวัสดุจากผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถยืดอายุการใช้งานได้ อาจอยู่ในสภาพแตกหัก เสียหาย มาผลิตเป็นวัสดุเดิมซ้ำ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อลดต้นทุนการผลิตให้น้อยลง แทนที่จะผลิตจากการใช้วัสดุใหม่ทั้งหมด หรือนำมาผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ยังใช้วัสดุเดิม แต่ได้คุณภาพและมูลค่าด้อยกว่าเดิม โดยที่ต้องอาศัยการแปรสภาพ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้การหลอม ซึ่งต้องใช้พลังงานหรือใช้สารเคมีในกระบวนการแปรสภาพ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานมากขึ้นนั่นเอง (Green Network, 2019)

นอกจากนี้ ข้อมูลจาก OKMD สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน) (2021) ได้อธิบายว่า Upcycle จะใช้การออกแบบเข้ามาช่วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าสูงขึ้น และเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพดีขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อการยืดอายุวัสดุและในกระบวนการจะต้องไม่เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งในการออกแบบนั้น มีฐานคิดมาจากแนวคิด Eco-Design (Economic & Ecological Design) หรือแนวคิดการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ เพื่อมุ่งเน้นการลดขยะของเสีย ยืดอายุการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภายหลังตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การผลิต การนำไปใช้ ไปจนถึงการทำลายหลังเสร็จสิ้นการใช้งานหรือหมดอายุ เช่นเดียวกันกับที่ Green Network (2019) ได้กล่าวว่ากระบวนการ Upcycle ใช้การออกแบบเป็นเครื่องมือสำคัญ ทำให้มีแบรนด์สินค้าต่าง ๆ สามารถนำไปใช้เพื่อพัฒนาสินค้า และผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคม ในต่างประเทศมีการนำวัสดุที่ไม่มีค่ามาสร้างสินค้าด้วยการใช้ดีไซน์เข้าไปช่วย เช่น การนำเสื้อกันฝน เสื้อแจ็คเกต หรือผ้าหุ้มเบาะที่นั่งในรถไฟความเร็วสูงแบบใช้แล้วทิ้ง ไปผลิตเป็นกระเป๋าและสินค้าใหม่ แล้วนำกลับมาใช้ในบริษัทอีกครั้ง หรือนำออกจำหน่าย และนำรายได้ไปบริจาคเพื่อการกุศล ส่งเสริมวิธีการคิดเพื่อการดูแลสังคมและสิ่งแวดล้อมอีกทางหนึ่ง ดังนั้น นี่กระบวนการ Upcycle จึงมีความสำคัญมาก เพราะไม่เพียงแต่ลดปริมาณของเสียที่ถูกโยนทิ้งไปเท่านั้น แต่ยังเป็นการหยุดความต้องการการผลิตที่ไร้ประโยชน์มากขึ้นอีกด้วย (Lovelady, n.d.)

จากการศึกษาแนวคิดต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม พบว่า มีความสัมพันธ์กัน ซึ่งในแต่ละแนวคิดเน้นให้เกิดกระบวนการสร้างผลิตภัณฑ์ตั้งแต่ขั้นตอนแรกเริ่มไปจนถึงสุดท้ายเพื่อมุ่งเน้นให้เกิดประโยชน์สูงสุด โดยมีผลกระทบเชิงลบกับสิ่งแวดล้อมน้อยที่สุด โดยงานวิจัยนี้เลือกใช้คำว่า การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งครอบคลุมในทุกมิติเป็นกรอบของแนวคิด ให้มีความคลอบคลุมเป็นภาพรวมและเพื่อเกิดความชัดเจนในการศึกษาวิจัย โดยมีหลักแนวคิดย่อยที่สำคัญซึ่งมีองค์ประกอบ 5 ข้อ ดังนี้ 1) การลดการใช้ทรัพยากรและพลังงาน (reduce) 2) การใช้ซ้ำ (reuse) 3) การนำกลับมาใช้ใหม่ (recycle) 4) การซ่อมบำรุง (repair) และ 5) การอัพไซเคิล (upcycle)

2.2.1 ตัวอย่างผลงานออกแบบด้วยแนวคิด Upcycle

1) FREITAG

FREITAG (อ่านว่า ไฟรทาก แปลว่า วันศุกร์) กระเป๋าแบรนด์ดังจากสวิตเซอร์แลนด์ เป็นกระเป๋าสตรีทแฟชั่น ที่ใช้วัสดุทำกระเป๋าจากของเก่าที่ผ่านการใช้งานมาแล้ว ได้แก่ ผ้าใบเก่าคลุมรถบรรทุก สายเข็มขัดนิรภัยในรถยนต์ และยางในล้อจักรยาน ทำให้เมื่อผลิตออกมาแล้วกระเป๋าแต่ละใบมีความเฉพาะตัวไม่ซ้ำกันเลย ตรงตามแนวคิด Each one recycled, each one unique ซึ่งเป็นจุดเด่นของแบรนด์

เรื่องราวของ FREITAG เริ่มเกิดขึ้นในปี ค.ศ. 1993 โดยสองพี่น้องชาวสวิตเซอร์แลนด์ Markus และ Daniel Freitag ซึ่งในขณะนั้นยังเป็นนักศึกษาสาขากราฟิกดีไซน์ พวกเขาต้องขนกระดาษเป็นม้วนและสัมภาระต่าง ๆ จำนวนมาก แต่มักเดินทางด้วยจักรยานทำให้ลำบากในการหากระเป๋าที่บรรจุสัมภาระทั้งหมด ดังนั้น สิ่งที่พวกเขาต้องการ คือ กระเป๋าที่ทนทาน กันน้ำ ใช้ได้ในทุกกิจกรรม และทำให้คล่องตัวเมื่อปั่นจักรยาน กระทั่งวันหนึ่งขณะที่ทั้งสองคนนั่งอยู่ในห้องครัวของอพาร์ทเมนต์ที่เช่าร่วมกันและเห็นรถบรรทุกที่มีผ้าใบคลุมอยู่ จึงเกิดความคิดที่จะลองเอาผ้าใบรถบรรทุกมาใช้ทำกระเป๋า (SME Thailand, 2018)

ภาพที่ 2-3: ผลิตภัณฑ์ต้นแบบชิ้นแรก ใน ปี ค.ศ. 1993 ซึ่งเป็น Messenger Bag เย็บด้วยมือจากผ้าใบรถบรรทุกมือสอง เข็มขัดนิรภัยในรถยนต์ และยางในของจักรยาน
ที่มา: https://www.freitag.ch/en/history

จากการค้นคว้า SME Thailand (2018) อธิบายว่า กระเป๋าใบแรกที่ Markus ออกแบบ คือ กระเป๋าใส่ของสะพายหลัง หรือ Messenger Bag ที่ตัวกระเป๋าทำจากผ้าใบคลุมรถ กุ๊นขอบด้วยยางในจักรยาน ส่วนสายสะพายทำจากเข็มขัดนิรภัยในรถยนต์ที่เลื่อนปรับได้ ตัวกระเป๋าสามารถเพิ่มความยาวกลายเป็นกระเป๋าทรงยาวได้เมื่อต้องใส่ม้วนกระดาษยาว หรือพับเก็บก็จะเป็นกระเป๋าทรงสั้นธรรมดา ทั้งหมดคือเย็บด้วยมือ หลังจากนำออกใช้งาน เพื่อน ๆ เห็นต่างก็อยากได้ จึงขอให้ทั้งสองทำกระเป๋าให้ พร้อมทั้งให้ติดแบรนด์ที่กระเป๋าด้วย พวกเขาจึงตัดสินใจใช้ชื่อแบรนด์ FREITAG ซึ่งเป็นนามสกุลของทั้งสองเอง และเมื่อออเดอร์เพิ่มมากขึ้นจนต้องเพิ่มกำลังผลิต ทั้งสองพี่น้องจึงหาสถานที่นอกเมืองเพื่อทำการผลิตกระเป๋าอย่างจริงจัง และดำเนินธุรกิจมาตั้งแต่บัดนั้น โดยมี Messenger Bag รุ่นแรก (F13 TOP CAT) และขยายไปยังรุ่นต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็น 2 รุ่นหลัก ได้แก่ รุ่น Fundamentals ที่ประกอบด้วยทรงต่าง ๆ อย่างกระเป๋าใส่ของสะพายหลัง เป้ กระเป๋าสตางค์ และรุ่น Reference ซึ่งเป็นกระเป๋าแฟชั่น

ภาพที่ 2-4: กระเป๋า Messenger F13 TOP CAT จัดแสดงที่ MoMA ในนิวยอร์กและจำหน่ายในร้านค้าทั่วโลก
ที่มา: https://www.freitag.ch/en/history

กระเป๋า FREITAG โด่งดังมากในสวิตเซอร์แลนด์ เนื่องจากแนวคิดที่เน้นเรื่องการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม และเลือกใช้วัสดุที่ราคาไม่แพง และด้วยความคิดสร้างสรรค์ที่สร้างจุดขาย Every Bag is Difference ดังนั้น กระเป๋าแต่ละใบจะมีเพียงหนึ่งเดียวในโลก ทำให้มูลค่ากระเป๋าเพิ่มขึ้นอย่างมาก (Innovation Hub KKU, 2019).

สำหรับประเทศไทยเองก็ได้รับอิทธิพล ของ Freitag เช่นกัน จากบทความอิทธิพลจาก Freitag ‘ฟรายถาก’ กับเทรนด์ Upcycle ของแบรนด์ไทย กล่าวว่า แบรนด์ไทยมากมายได้รับแรงบันดาลใจ และอิทธิพลจาก Freitag และเรียนรู้จากแรงบันดาลใจจากแบรนด์ที่ประสบความสำเร็จทั่วโลก โดยแบ่งออกเป็น 2 ประเด็นหลัก คือ

1) การนำวัสดุที่ถูกใช้แล้ว มาผ่านวิธีการคิดจนได้สินค้าชิ้นใหม่ ซึ่งนอกจากจะได้สินค้าที่มีมูลค่ามากขึ้น ยังลดทรัพยากรที่ต้องใช้ทำวัสดุใหม่ทั้งหมดอีกด้วย และมีแบรนด์ไทยจำนวนไม่น้อยที่เริ่มนำวัสดุมาแปรรูปจนเปลี่ยนเป็นสินค้าที่มีมูลค่ามากขึ้นได้ โดยวัสดุที่เริ่มมีการนำมาใช้ เช่น ยางรถยนต์ ถุงน้ำยาล้างไต ถุงกระสอบ ใบไม้ เศษผ้าเหลือใช้ พลาสติกรีไซเคิล เป็นต้น

2) การเล่าเรื่องราวของแบรนด์ให้ชัดเจน เพราะผลิตภัณฑ์มีราคาสูงกว่าสินค้าประเภทเดียวกัน ดังนั้น สิ่งที่แบรนด์จำเป็นต้องทำ คือ การสื่อสารให้ลูกค้าเข้าใจว่าทำไมพวกเขาถึงควรจ่ายแพงกว่า ตัวอย่างจาก Freitag มีการเล่าเรื่องของตัวเองมาตั้งแต่เริ่มต้นทำธุรกิจ ไม่ว่าจะเป็นการแสวงหาวัตถุดิบ ขั้นตอนการทำงาน ทุกเรื่องราวที่เกี่ยวกับแบรนด์ถูกบันทึกลงในเว็บไซต์ โดยจะมีผู้บันทึกเรื่องราวต่าง ๆ ตั้งแต่สองพี่น้อง Freitag จนไปถึงพนักงานในแต่ละแผนก

ปัจจุบันนอกจากกระเป๋าที่ทำด้วยวัสดุใช้แล้ว FREITAG ได้ยังขยายไลน์ผลิตภัณฑ์ไปยังเสื้อผ้าแบรนด์ F-ABRIC ที่ยังเน้นการเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อมเช่นเคย โดยผ่านการวิจัยและพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์เสื้อผ้าที่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติ และเมื่อถามถึงการขยายธุรกิจและเพิ่มกำลังการผลิตของแบรนด์ ผู้ก่อตั้งยอมรับว่า ธุรกิจ FREITAG ไม่สามารถเติบโตไปมากกว่านี้ เนื่องจากมีข้อจำกัดในเรื่องของวัสดุที่นำมาใช้ในการผลิตสินค้า อย่างไรก็ตาม การซื้อผ้าใบคลุมรถบรรทุกที่เป็นของใหม่มาผลิตเพื่อเพิ่มยอดเป็นการทำลายจุดยืนของบริษัท และความเชื่อมั่น ความไว้วางใจที่ลูกค้ามีมาให้ตลอด และด้วยความแน่วแน่ในจุดยืนนี้ลูกค้าจึงเกิดความไว้วางใจและความภักดีต่อแบรนด์ เป็นเหตุผลที่ทำให้ธุรกิจของ FREITAG แม้จะเติบโตช้าแต่ก็ยั่งยืน (คะเนเร็ว, 2019)

2) Lufthansa Upcycling Collection

เมื่อมีการถกเถียงอย่างมากเกี่ยวกับอุตสาหกรรมการบินและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม ทำให้สายการบินต่าง ๆ พยายามหาวิธีเพื่อทำให้เครื่องบินช่วยประหยัดเชื้อเพลิงลง แต่สายการบิน Lufthansa (ลุฟท์ฮันซ่า) ของเยอรมนีนั้นคิดนอกกรอบ โดยนำส่วนประกอบจากเครื่องบินที่ปลดประจำการแล้วมา Upcycle เป็นสินค้าไลฟ์สไตล์รูปแบบใหม่ ภายใต้ โครงการ Lufthansa Upcycling Collection และไม่เพียงแต่ส่วนประกอบจากเครื่องบินเท่านั้นที่ถูกนำมาใช้เท่านั้น แต่ผ้าห่มสำหรับชั้นธุรกิจ การ์ดนิรภัย และเหล็กกล้าของ Lufthansa ก็ได้กลายเป็นกระเป๋า ตู้เสื้อผ้า และอื่น ๆ ด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์พิเศษเฉพาะที่เป็นซิกเนเจอร์ของ Lufthansa

ภาพที่ 2-5: โต๊ะกาแฟ Flying Coffee สร้างขึ้นจากบานปีกนก และ Wall Bar ที่ประกอบขึ้นจากหน้าต่างเครื่องบิน
ที่มา: https://globetrender.com/2020/10/01/lufthansa-upcycling-collection/

หลังจากการเปิดตัวคอลเลกชั่นแรกในฤดูใบไม้ร่วง ปี ค.ศ. 2019 ซึ่งวางจำหน่ายที่ Lufthansa WorldShop และขายหมดภายในไม่กี่สัปดาห์ ต่อมาในปี ค.ศ. 2020 Lufthansa Technik และ Miles & More ร่วมมือกันออกแบบผลิตภัณฑ์ และเปิดตัว Upcycling Collection 2.0 ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ในบ้านที่ทำจากชิ้นส่วนเครื่องบินที่เลิกใช้แล้วใหม่ จำนวน 21 ชิ้น ประกอบด้วยเฟอร์นิเจอร์ ประติมากรรมและเครื่องประดับ ซึ่งยังคงให้ความสำคัญกับแนวคิดเรื่องความยั่งยืนและให้คุณค่ากับการรีไซเคิลวัสดุ โดยสร้างขึ้นด้วยชิ้นส่วนจาก Lufthansa Airbus A340-600 D-AIHO หรือมีชื่อเล่นว่า “Papa Alpha” (Ermolenko, 2020)

ข้อมูลจาก globetrender รายงานว่า นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์แต่ละชิ้นมาพร้อมกับคำอธิบายของการใช้งานดั้งเดิมจากชิ้นส่วนของ “Papa Alpha” ซึ่งใช้งานมาเกือบ 30 ปี โดย สเตฟาน วูลฟ์ รองหัวหน้าฝูงบิน A320 ได้กล่าวถึงคอลเลคชั่นนี้ว่า “ทุกชิ้นมีเรื่องเล่า บินเป็นระยะทางหลายหมื่นกิโลเมตร และผ่านพายุ ฟ้าผ่า และลูกเห็บ” และสำหรับ Upcycling Collection 2.0 นั้น Lufthansa ยังคงหวังที่จะยืนยันความมุ่งมั่นในการลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม และ สเตฟาน วูลฟ์ กล่าวเพิ่มเติมว่า เขาเป็นแฟนตัวยงของการอัพไซเคิลเพื่อสิ่งแวดล้อม เพราะชอบแนวคิดในการทำให้ทรัพยากรจากเครื่องบินมีคุณภาพสูงและสร้างชีวิตใหม่ที่แตกต่างออกไป นักออกแบบไม่ได้เพียงแปรรูปวัสดุเพียงอย่างเดียว แต่ยังเป็นแรงบันดาลใจให้นักออกแบบสร้างสรรค์สิ่งที่สวยงามอีกด้วย (Lufthansa Upcycles Old Aircraft Parts into Homeware Collection, 2020)

ภาพที่ 2-6: ผลิตภัณฑ์จากผ้าห่มชั้นธุรกิจและพนักพิงศีรษะ
ที่มา: https://www.miles-and-more.com

ภาพที่ 2-7: ผลิตภัณฑ์ตู้ข้างพร้อมไฟ LED จากตู้ข้างถังขยะ
ที่มา: https://www.worldshop.eu/en/lufthansa-aviation/lufthansa-upcycling-collection/?p=CPfdLAomAo4

3) Straws Bubble ผลิตภัณฑ์หลอดกันกระแทก

โครงการ Upcycling Upstyling เป็นความร่วมมือระหว่าง GC ผู้ประกอบการขึ้นรูปพลาสติก 19 ราย จากหลากหลายอุตสาหกรรม เช่น ผู้ประกอบการด้านบรรจุภัณฑ์ ผู้ผลิตสินค้าอุตสาหกรรมประมง (แห อวน) สถานประกอบการทางการแพทย์ (โรงพยาบาล) เป็นต้น และผู้เชี่ยวชาญที่เป็นนักออกแบบชั้นนำ 10 ท่าน ในหมวด Industrial Design, Craft & Wood Design, Fashion Design, Material & Jewelry Design, Packaging Design และ Architecture Design โดยเป็นการเน้นให้ความรู้เสริมสร้างทักษะของผู้ประกอบการด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling มาต่อยอดเพื่อเพิ่มคุณค่าและมูลค่าด้วยการออกแบบ และมีเป้าหมายร่วมกัน คือ การเห็นคุณค่าและโอกาสในการนำพลาสติกที่ใช้แล้ว กลับมาใช้ซ้ำ เพิ่มมูลค่า ด้วยการออกแบบเพื่อสรรค์สร้างเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ ๆ ให้สามารถรับมือกับความท้าทายที่เกิดขึ้นในอุตสาหกรรมพลาสติกโลก เพิ่มคุณค่าขยะหรือวัสดุเหลือใช้ผ่านการออกแบบอย่างมีสไตล์ ให้กลายเป็นสินค้าหลากหลาย ที่ทั้งสวยงาม มีความรักษ์โลก และตอบโจทย์ฟังก์ชันการใช้งาน ภายใต้แนวคิด “Up Waste to Value with WOW! Style”

ผลิตภัณฑ์หลอดกันกระแทก (Straw Bubble) จากเศษพลาสติกที่เหลือใช้ในกระบวนการผลิตถุง ออกแบบโดยคุณสมชนะ กังวารจิตต์ จาก PROMPT DESIGN มีที่มาของแนวคิดจากผู้คนปัจจุบันนิยมสั่งสินค้าออนไลน์ และสินค้าจะห่อด้วยพลาสติกบับเบิ้ลกันกระแทกซึ่งใช้แล้วทิ้ง จึงร่วมมือกับผู้ผลิตบรรจุภัณฑ์ บริษัท ไทยนำโพลีแพค จำกัด ในการนำหลอดที่ใช้แล้วแล้วตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ ใส่ถุงซิปล็อค และด้วยคุณสมบัติหลอดที่มีรูปทรงท่อเมื่ออยู่รวมกันจะรับแรงกระแทกได้ดี มียืดหยุ่นสูง สามารถนำไปใช้แทนพลาสติกกันกระแทกแบบใช้แล้วทิ้งได้ อีกทั้งผู้รับยังนำไปใช้ต่อได้อย่างไม่รู้จบ เพราะเพิ่มหรือลดหลอดพลาสติกภายในถุงได้เอง ยังสามารถนำถุงบรรจุหลาย ๆ ถุงมาต่อเข้าด้วยกันได้ นอกจากนั้น ส่วนหัวและท้ายถุงมีแถบ Velcro (ตีนตุ๊กแก) ที่สามารถต่อเพิ่มความยาวเพื่อล้อมสินค้าในกล่องพัสดุเพื่อกันกระแทกได้ดี (GC โชว์ผลงานจากขยะพลาสติก ครบทั้งฟังก์ชัน-ดีไซน์, 2563)

คุณวัฒนา กฤษณาวารินทร์ บริษัท ไทยนำ โพลีแพค จำกัด ได้แสดงความเห็นเพิ่มเติมว่า เมื่อธุรกิจสินค้าออนไลน์กำลังเติบโตอย่างรวดเร็ว จะสังเกตได้ว่าผู้ขายสินค้าให้ความสำคัญกับการบรรจุสินค้ามาก มีวิธีการป้องกันความเสียหายในรูปแบบต่าง ๆ และส่วนมาก คือ การใช้พลาสติกกันกระแทกแบบบับเบิ้ลและใช้เพียงแค่ครั้งเดียวแล้วทิ้งเป็นส่วนใหญ่ เพราะเสียสภาพง่ายมาก ดังนั้น เมื่อเข้าร่วมโครงการจึงเลือกเศษพลาสติกที่เหลือจากกระบวนการผลิตถุงพลาสติกและหลอดเป็นวัสดุที่นำมาพัฒนาต่อยอด ซึ่งแต่เดิมพลาสติกที่เหลือจากกระบวนการผลิตจะถูกนำไปหลอมเข้าสู่กระบวนการผลิตใหม่เป็นสินค้าอีกเกรดหนึ่ง ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ต่อยอดใหม่สามารถสร้างมูลค่าเพิ่มขึ้นได้ถึง 30% เมื่อเทียบกับผลิตภัณฑ์เดิม และยังลดปริมาณการใช้พลาสติกโดยรวม อันเป็นการลดจำนวนขยะพลาสติกทางอ้อมอีกด้วย (GC, 2563b)

แม้ความคิดของคนทั่วไปจะมองว่าพลาสติกไม่ใช่วัสดุที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม แต่งานออกแบบนี้สามารถนำเสนอความเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมของพลาสติกในมิติของการนำกลับมาใช้ใหม่ หรือเพิ่มมูลค่า ด้วยการนำเศษพลาสติกจากถุงพลาสติกและหลอดกาแฟของไทยนำมาออกแบบใหม่ โดยไม่กระทบกับกระบวนการผลิตเดิม และถือเป็นการต่อยอดโดยการสร้างสรรค์นวัตกรรมบรรจุภัณฑ์รูปแบบใหม่ (Innovation packaging) ที่ใช้งานได้จริง และก่อให้เกิดพฤติกรรมใหม่ในการใช้ผลิตภัณฑ์ลดแรงกระแทกในการส่งพัสดุที่ทั้งสวยงามน่าใช้ และนำกลับมาใช้ซ้ำได้นับครั้งไม่ถ้วน (GC, 2563b)

ภาพที่ 2-8: ผลงานออกแบบ Straws Bubble ผลิตภัณฑ์หลอดกันกระแทก
ที่มา: https://readthecloud.co/shopping-upcycling-lifestyle-products/

2.3 ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซรามิกและเศษเหลือทิ้ง

ข้อมูลจาก Grand View Research (2019) ได้รายงานถึงสถานการณ์ตลาดเซรามิกทั่วโลกว่า ในปี ค.ศ. 2016 มีมูลค่า 229.13 พันล้านดอลลาร์ และคาดว่าจะเติบโตขึ้น 8.6% ใน ปี ค.ศ. 2019 ถึง 2025 โดยมีการใช้จ่ายของภาครัฐที่เพิ่มขึ้นในด้านโครงสร้างพื้นฐานและกิจกรรมการก่อสร้างที่เพิ่มขึ้นทั่วโลกเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของตลาด

สำหรับประเทศไทยอุตสาหกรรมเซรามิกมีความสำคัญต่อเศรษฐกิจมาตั้งแต่อดีต เนื่องจากมีการใช้วัตถุดิบในประเทศเป็นส่วนใหญ่ มีการจ้างแรงงานจำนวนมากในกระบวนการผลิต ซึ่งโรงงานส่วนใหญ่ตั้งอยู่ในพื้นที่

ต่างจังหวัด จึงเป็นอุตสาหกรรมที่ช่วยกระจายรายได้ไปสู่ชนบทได้เป็นอย่างดี อีกทั้งยังเป็นผลิตภัณฑ์สะท้อนอัตลักษณ์ด้านวัฒนธรรมในแต่ละท้องถิ่นอีกด้วย (สนธิมุล, 2560)

นอกจากการผลิตและจำหน่ายภายในประเทศไทยเองแล้ว อุตสาหกรรมเซรามิกยังสร้างรายได้มูลค่าสูงจากการส่งออกด้วย โดยข้อมูลจาก สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม (2014) ได้สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 2 ปี 2557 (เมษายน - มิถุนายน 2557) ว่า การส่งออกมีมูลค่ารวม 213.00 ล้านเหรียญสหรัฐฯ และเพิ่มขึ้นตามลำดับ ซึ่งเป็นไปตามการฟื้นตัวของเศรษฐกิจโลก โดยผลิตภัณฑ์ที่มีการส่งออกเพิ่มขึ้น ได้แก่ เครื่องสุขภัณฑ์ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร ลูกถ้วยไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์เซรามิกอื่น ๆ มีการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกไปยังประเทศญี่ปุ่น สหรัฐอเมริกา จีน ออสเตรเลีย เยอรมนี และประเทศในกลุ่มอาเซียน

สถิติ ในปี 2559 มีโรงงานเซรามิกจำนวน 557 โรงงาน มีการจ้างงานประมาณ 45,000 คนต่อปี มีปริมาณการจำหน่ายกระเบื้องภายในประเทศ จำนวน 162.82 ล้านตารางเมตร การจำหน่ายเครื่องสุขภัณฑ์มีปริมาณ 4.52 ล้านชิ้นต่อปี การส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกรวมมีมูลค่า 764.64 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.35 ของมูลค่าการส่งออกของสินค้าทั้งหมดของไทย ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเซรามิกที่มีการส่งออกสูงสุด ได้แก่ เครื่องใช้บน โต๊ะอาหาร เครื่องสุขภัณฑ์ และกระเบื้องปูพื้นบุผนัง ตามลาดับ ตลาดส่งออกหลักผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สำคัญของไทย คือ ญี่ปุ่น โดยในปี 2559 การส่งออกไปญี่ปุ่นมีมูลค่าสูงถึง 175 ล้านเหรียญสหรัฐฯ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 31.48 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกของไทย ส่วนด้านการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกรวมมีมูลค่า 764.64 ล้านเหรียญสหรัฐฯ ต่อปี คิดเป็นร้อยละ 0.35 ของมูลค่าการส่งออกของสินค้าทั้งหมดของไทย ผลิตภัณฑ์ในกลุ่มเซรามิกที่มีการส่งออกสูงสุด ได้แก่ เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร เครื่องสุขภัณฑ์ และกระเบื้องปูพื้น บุผนัง ตามลำดับ ตลาดส่งออกหลักผลิตภัณฑ์เซรามิกที่สำคัญ ของไทย คือ ญี่ปุ่น โดยในปี 2559 การส่งออกไปญี่ปุ่น มีมูลค่าสูงถึง 175 ล้านเหรียญสหรัฐฯ คิดเป็นสัดส่วนร้อยละ 31.48 ของมูลค่าการส่งออกผลิตภัณฑ์เซรามิกของไทย (สนธิมุล, 2020)

2.3.1 ข้อมูลเกี่ยวกับเซรามิก

เซรามิก (อังกฤษ: ceramic) มีรากศัพท์มาจากภาษากรีก keramos ซึ่งมีความหมายว่า สิ่งที่ถูกเผา ในช่วงแรกผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ถูกเรียกว่า “ไชน่าแวร์” เพื่อเป็นเกียรติให้กับคนจีนซึ่งเป็นผู้บุกเบิกการผลิตเครื่องปั้นดินเผารุ่นแรก ๆ ในปัจจุบันเซรามิก หมายถึง ผลิตภัณฑ์ที่ทำจากวัตถุดิบในธรรมชาติ เช่น ดิน หิน ทราย และแร่ธาตุต่าง ๆ นำมาผสมกันแล้วทำเป็นสิ่งประดิษฐ์ หลังจากนั้นจึงนำไปเผาเพื่อเปลี่ยนเนื้อวัตถุให้แข็งแรงสามารถคงรูปอยู่ได้ (พิมพ์ดี, 2560)

เซรามิก คือ วัสดุที่เกิดจากการรวมกันของสารอนินทรีย์ (inorganic) ที่อุณหภูมิสูง และสำหรับคำจำกัดความตาม ASTM คือ วัสดุที่เริ่มต้นจากสารอนินทรีย์มาประกอบกันเกิดปฏิกิริยาที่อุณหภูมิสูง เกิดการ Sintering

ซึ่งเป็นการที่อนุภาคของวัสดุเกิดการรวมชิดติดกันจนเกิดเป็นอนุภาคขนาดเปลี่ยนไป และทำให้โครงสร้างผลึกเปลี่ยนไปจากเดิม (สายอินทวงศ์, n.d.)

รักเร่ เกลื่อนเมฆ (2547) ได้อธิบายถึงเซรามิกว่าเป็นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ทำขึ้นจากสิ่งที่เกิดขึ้นโดยธรรมชาติในพื้นดิน โดยในอดีตมนุษย์นำดินมาขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์แล้วนำไปเผาให้เกิดความแข็งแกร่ง ดังนั้น ในระยะแรก ๆ เซรามิกจึงหมายถึงเฉพาะเครื่องปั้นดินเผา (Potery) ซึ่งได้แก่ ผลิตภัณฑ์กระเบื้อง (Tile) อิฐ (Brick) ท่อดินเผา (Sewer pipe) อิฐทนไฟ (Refactory) เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary ware) ถ้วยชาม (Table ware) เป็นต้น ต่อมาเมื่ออิฐทนไฟซิลิกา (Silica Refactory) ได้ถูกผลิตขึ้นในปี ค.ศ. 1822 แม้ไม่ได้มีดินเป็นส่วนผสมหลักเช่นเดียวกันกับเซรามิก แต่ใช้กรรมวิธีเหมือนกัน คือ การขึ้นรูปจากส่วนผสมที่ต้องมีน้ำปนอยู่ด้วย อบให้แห้งและนำไปเผา ดังนั้น เซรามิกจึงมีความหมายที่กว้างขึ้นและครอบคลุมถึงผลิตภัณฑ์อีกหลายชนิด เช่น ชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า (Electronic parts) อุปกรณ์ที่ใช่ในเครื่องปฏิกรณ์ปรมาณู (Nuclear) และวัสดุทนความร้อนสูง (High temperature materials)

ในปี ค.ศ. 1920 สมาคมเซรามิกอเมริกัน (American Ceramic Society) ได้เสนอเพิ่มเติมว่า เนื่องจากดินมีส่วนประกอบทางเคมีเป็นพวกซิลิกา ฉะนั้นเซรามิกจึงต้องรวมถึงผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ทำจากวัตถุดิบพวก Silicate ด้วย ดังนั้น แก้ว (Glass) โลหะเคลือบ (Enamel) และซีเมนต์ (Cement) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่ในกลุ่มเซรามิก ดังนั้น เซรามิก คือการนำเอาสารอนินทรีย์ที่เป็นพวกอโละหะ ได้แก่ แร่ หิน ดิน ที่เกิดตามธรรมชาติมาเป็นวัตถุดิบหลักที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตที่ต้องใช้ความร้อนสูง มีความแข็งแกร่งหรืออาจนำไปใช้ในอุณหภูมิสูง โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการเผาในอุณหภูมิสูงได้

2.3.2 ประเภทของอุตสาหกรรมเซรามิก

อุตสาหกรรมเซรามิก สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1) เซรามิกแบบดั้งเดิม (Traditional Ceramics) เป็นกลุ่มเซรามิกที่ใช้แรงงานในการผลิตสามารถพึ่งตนเองได้ทั้งในเรื่องของวัตถุดิบที่ส่วนใหญ่พบได้ในท้องถิ่นและเทคโนโลยีการผลิต โดยผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทนี้ ได้แก่ กระเบื้อง สุขภัณฑ์ ถ้วยชาม ของชำร่วย เครื่องประดับ และลูกถ้วยไฟฟ้า เป็นต้น

2) เซรามิกสมัยใหม่ (New Ceramics/ Fine Ceramic/ Advance Ceramic) เซรามิกประเภทนี้เริ่มเกิดขึ้นในศตวรรษที่ 20 ถูกพัฒนาและออกแบบขึ้นมาโดยใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการผลิต ใช้วัตถุดิบที่ผ่านกระบวนการมาแล้วเพื่อให้มีความบริสุทธิ์สูง ได้รับการควบคุมองค์ประกอบทางเคมีและโครงสร้างจุลภาค (microstructure) อย่างแม่นยำ

ความแตกต่างระหว่างเซรามิกแบบดั้งเดิมและเซรามิกสมัยใหม่ซึ่งมีคุณสมบัติเฉพาะทางนั้น เนื่องมาจากกระบวนการเตรียมวัตถุดิบเบื้องต้นที่ต้องการความบริสุทธิ์ที่ต่างกัน สารเซรามิกยุคใหม่จะเตรียมจากวัตถุดิบที่มีความบริสุทธิ์สูง ผ่านกระบวนการทำให้บริสุทธิ์โดยวิธีการทางเคมี ส่วนสารเซรามิกแบบดั้งเดิมนั้นเตรียมจาก

วัตถุดิบธรรมชาติ นำมาบดเพื่อลดขนาดและผ่านกระบวนการการคัดแยกโดยวิธีการทางกายภาพ กระบวนการบด ผสม การขึ้นรูป และการเผา โดยสารเซรามิกยุคใหม่จะใช้หลักการเช่นเดียวกับการเตรียมเซรามิกดั้งเดิม แต่มีการควบคุมตัวแปรในแต่ละขั้นตอนการผลิตที่ละเอียดและรัดกุมมากกว่า เพื่อสามารถกำหนดคุณสมบัติของการใช้งานได้ตามความต้องการ

เซรามิกเป็นผลิตภัณฑ์ที่พบได้โดยทั่วไป และมีประโยชน์อย่างกว้างขวาง ทำให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง และเป็นอุตสาหกรรมพื้นฐานรองรับอุตสาหกรรมอื่น ๆ เช่น อุตสาหกรรมก่อสร้าง อุตสาหกรรมไฟฟ้า อุตสาหกรรมรถยนต์ อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ รวมไปถึงอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์สำหรับผู้บริโภค ซึ่งผลิตภัณฑ์เซรามิกสามารถจำแนกโดยคำนึงถึงประโยชน์ของการนำไปใช้งานได้เป็น 5 กลุ่ม ดังนี้ (สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, n.d.)

(1) เครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร (Tableware) เป็นผลิตภัณฑ์ใช้เงินลงทุนไม่มาก และเทคนิคการผลิตไม่ซับซ้อน ส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม

(2) ของชำร่วยและเครื่องประดับ (Souvenir and Decorative items) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เน้นการใช้แรงงาน และความสามารถในการออกแบบให้มีลักษณะเฉพาะ ผู้ผลิตมีการแข่งขันทางด้านรูปแบบ ลวดลาย สีสัน คุณภาพ และราคาของสินค้า ผลิตภัณฑ์ของชำร่วยที่ทำด้วยเซรามิก เช่น เชิงเทียน ตลับใส่ของ รูปปั้น นาฬิกา โคมไฟ กรอบรูป เครื่องประดับตกแต่งบ้านอื่น ๆ เป็นต้น ส่วนใหญ่เป็นผู้ผลิตขนาดกลางและขนาดย่อม

(3) กระเบื้องปูพื้น ปิดผนังและโมเสด (Floor Tile, Wall Tile and Mosaic) เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ ทั้งปูพื้น บุผนัง และตกแต่งที่อยู่อาศัย คอนโดมิเนียม และอาคารสำนักงานต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสวยงาม โรงงานผลิตส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่และได้มาตรฐาน ใช้เงินลงทุนและเทคโนโลยีการผลิตระดับสูง

(4) เครื่องสุขภัณฑ์ (Sanitary) เป็นผลิตภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในอาคารและบ้านเรือนทุกประเภท มีความสัมพันธ์โดยตรงกับธุรกิจอสังหาริมทรัพย์เพราะเป็นส่วนประกอบอย่างหนึ่งในอาคารและบ้านเรือนทุกประเภท ได้แก่ อ่างล้างหน้า อ่างปัสสาวะ ที่นั่งส้วม ถังพักน้ำและฝาปิด รวมถึงอุปกรณ์อื่น ๆ เช่น ที่ใส่สบู่ ที่ใส่กระดาษชำระ ที่วางของ เป็นต้น โรงงานผลิตเครื่องสุขภัณฑ์ส่วนใหญ่จะมีขนาดใหญ่และได้มาตรฐาน ใช้เงินลงทุนและเทคโนโลยีการผลิตระดับสูง

(5) ลูกถ้วยไฟฟ้า (Insulator) เป็นผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยเทคโนโลยีการผลิตระดับสูงและใช้เงินลงทุนค่อนข้างสูง

งานวิจัยนี้จะมุ่งเน้นศึกษาค้นคว้ากลุ่มเซรามิกแบบดั้งเดิมที่อยู่ในกลุ่มเซรามิกเครื่องใช้บนโต๊ะอาหารเป็นหลัก เนื่องจากอัตราการขยายตัวทางเศรษฐกิจทำให้แนวโน้มของปริมาณการใช้งานเซรามิกนั้นเพิ่มขึ้น อีกทั้งการแข่งขันของผลิตภัณฑ์เครื่องใช้เซรามิกบนโต๊ะอาหารยังมีการแข่งขันอย่างต่อเนื่อง เพื่อสนองความต้องการของ

ลูกค้าที่เปลี่ยนแปลงตลอดเวลา นอกจากนี้กลยุทธ์ที่ผู้ประกอบการใช้ในการขยายตลาดสินค้าทำให้ผลิตภัณฑ์ประเภทยังคงได้รับความนิยมอย่างต่อเนื่อง (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

2.3.3 ขั้นตอนการผลิต

อุตสาหกรรมเซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีความหลากหลายของผู้ประกอบการและเทคโนโลยีที่ใช้ในการผลิตในกลุ่มผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถสรุปกระบวนการผลิตอุตสาหกรรมเซรามิกในภาพรวมของทุกกลุ่มผลิตภัณฑ์ได้ ดังนี้ (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

ขั้นตอนที่ 1: กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

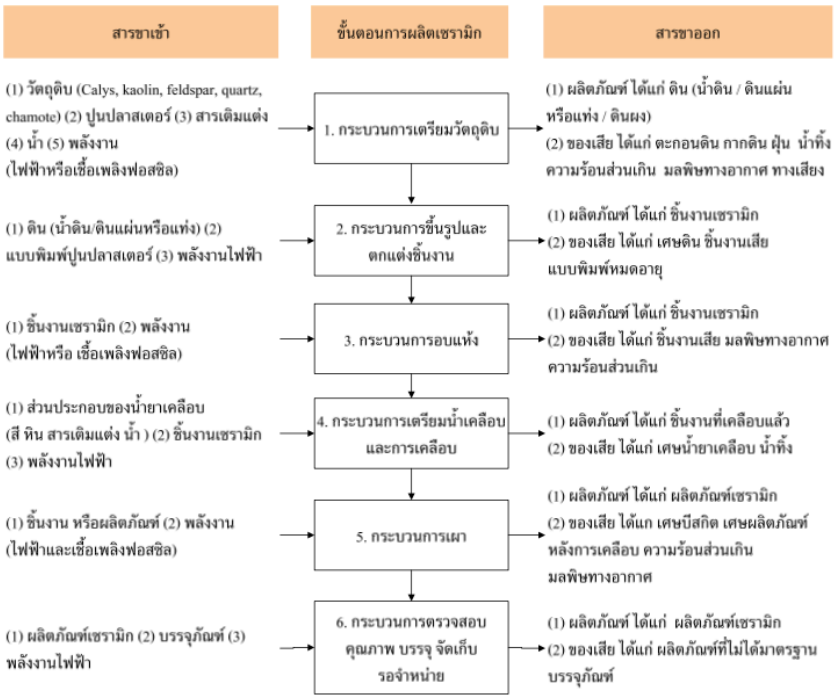
ขั้นตอนที่ 2: กระบวนการขึ้นรูปและตกแต่งชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 3: กระบวนการอบแห้ง

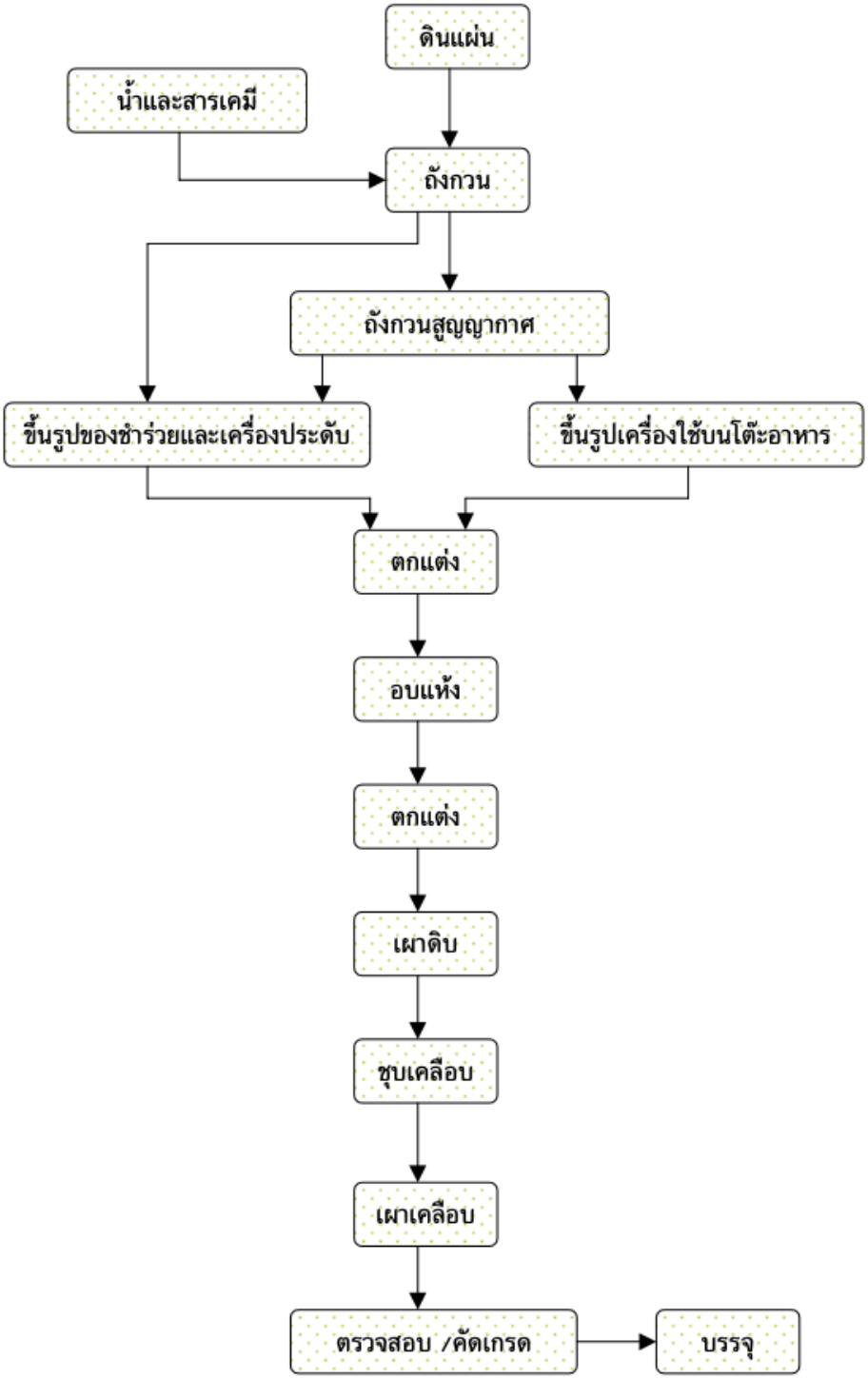
ขั้นตอนที่ 4: กระบวนการการเคลือบ

ขั้นตอนที่ 5: กระบวนการเผา

ขั้นตอนที่ 6: การตรวจสอบคุณภาพการบรรจุ การจัดเก็บและการรอจำหน่าย



ภาพที่ 2-9: กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกในภาพรวม
ที่มา: (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)



ภาพที่ 2-10: กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกกลุ่มเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร
ที่มา: (รักเร่ เกลื่อนเมฆ, 2547)

(1) ขั้นตอนที่ 1: กระบวนการเตรียมวัตถุดิบ

ภาพที่ 2-11: กระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมเซรามิกกลุ่มเครื่องใช้บนโต๊ะอาหาร
ที่มา: (รักเร่ เกลื่อนเมฆ, 2547)

การเตรียมเนื้อดินเป็นขั้นตอนแรกของกระบวนการผลิตเซรามิก เนื่องจากวัตถุดิบที่นำมาใช้งานในการผลิตเซรามิกทุกชนิดมีแหล่งกำเนิดมาจากหินแม่ (Mother Rock) ชนิดหินอัคนี หินแปร หินไรโอไลต์ เป็นต้น จากนั้นจึงเกิดการเปลี่ยนแปลง ผุพังสลายตัวเป็นวัตถุดิบที่มีคุณสมบัติทางเคมี ทางฟิสิกส์ ทางแร่ และสมบัติอื่น ๆ ที่แตกต่างกัน หลังจากเกิดการเปลี่ยนแปลง ผุพังสลายตัวแล้ววัตถุดิบบางชนิดอาจเกิด การเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนตัวไปรวมกันยังอีกแห่งหนึ่งซึ่งอาจไกลจากแหล่งกำเนิดเดิม หรืออาจตกทับถมรวมกันอยู่ที่เดิมก็ได้ ดังนั้น ก่อนนำวัตถุดิบมาใช้งานจึงต้องมีการตรวจสอบ คัดเลือก และทำให้วัตถุดิบมีความสะอาดก่อนการนำไปใช้งาน นอกจากนี้ คุณลักษณะของวัตถุดิบตั้งต้นที่ได้มาแตกต่างกัน โดยบางชนิดเป็นผง เป็นก้อน หรือเป็นหินแข็ง ฉะนั้น เพื่อให้ส่วนผสมของเนื้อดินผสมรวมเป็นเนื้อเดียวกัน วัตถุดิบแต่ละชนิดจึงต้องผ่านการบดย่อยที่ดี มีความละเอียดตามที่ต้องการ โดยอาศัยเครื่องจักรและอุปกรณ์ที่เหมาะสม

หลังจากการบดย่อยเพื่อลดขนาดวัตถุดิบแล้ว จึงเป็นขั้นตอนของการผสมวัตถุดิบ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อดินและน้ำดิน โดยผสมวัตถุดิบแต่ละชนิดในสัดส่วนที่เหมาะเพื่อให้ได้เนื้อดินที่ผสมเป็นเนื้อเดียวกัน หลังจากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนของการเตรียมแบบพิมพ์ในรูปแบบต่าง ๆ ตามรูปแบบของผลิตภัณฑ์

(2) ขั้นตอนที่ 2: กระบวนการขึ้นรูปและตกแต่งชิ้นงาน

การขึ้นรูปผลิตภัณฑ์เซรามิกมีอยู่หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีมีข้อแตกต่างกันทั้งในการเตรียมเนื้อดินปั้นและอุปกรณ์เครื่องมือเครื่องใช้รวมถึงรูปลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่สามารถขึ้นรูปได้ (พิมพ์ดี, 2560) และหลังจากกระบวนการขึ้นรูปแล้ว จึงเป็นขั้นตอนของการการตกแต่งชิ้นงาน ซึ่งเป็นการแก้ไขชิ้นงานที่มีรอยตะเข็บ ผิวไม่เรียบ หรือการประกอบชิ้นงาน ให้เกิดความความสมบูรณ์ เพื่อให้ชิ้นงานเรียบร้อยก่อนการนำไปเผา เพราะเมื่อผ่านกระบวนการเผาแล้วจะไม่สามารถแก้ไขชิ้นงานได้อีก (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

(3) ขั้นตอนที่ 3: กระบวนการอบแห้ง

ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการขึ้นรูปแล้วจะถูกนำมาไล่ความชื้นออกจากตัวผลิตภัณฑ์จนแห้งสนิทด้วยการอบแห้งก่อนที่จะนำไปเคลือบต่อไป มะฉะนั้นผลิตภัณฑ์ที่เคลือบแล้วจะบิดงอ โดยอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งจะขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของผลิตภัณฑ์แต่ละกลุ่ม (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

(4) ขั้นตอนที่ 4: กระบวนการการเคลือบ

การเคลือบผิว คือ กระบวนการปกปิดหรือปกคลุมเนื้อผลิตภัณฑ์ด้วยน้ำยาเคลือบ ซึ่งการนำงานมาเคลือบจะมีเทคนิคและวิธีขึ้นอยู่กับลักษณะและขนาดของผลิตภัณฑ์ เมื่อเคลือบแล้วต้องทิ้งผลิตภัณฑ์ให้แห้ง เช็ดก้นผลิตภัณฑ์ให้สะอาดก่อนการนำเข้าเตาเผา (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

(5) ขั้นตอนที่ 5: กระบวนการเผา

การเผาผลิตภัณฑ์เซรามิก คือ การเพิ่งอุณหภูมิให้แก่ผลิตภัณฑ์ภายในเตาเผา ภายใต้สภาวะที่เหมาะสมเพื่อเปลี่ยนสภาพดินให้เป็นถาวรวัตถุที่มีความแข็งแกร่ง เกิดความคงทนถาวรและสวยงาม (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555) การเผาเป็นกระบวนการสำคัญในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก เนื่องจากเป็นกระบวนการเปลี่ยนสภาพวัตถุดิบไปเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ที่แข็งแกร่งอยู่ตัว และไม่สามารถเปลี่ยนกลับคืนสู่สภาพเดิมได้อีก ซึ่งหากเกิดความผิดพลาดในการเผา อาจทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ได้แตกหักเสียหาย หรือไม่ได้คุณภาพตามต้องการ รวมทั้งการเผายังเป็นขั้นตอนที่มีต้นทุนสูงกว่าขั้นตอนอื่น ๆ อีกด้วย ดังนั้น การปรับปรุงประสิทธิภาพในการเผาเพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพตามต้องการ โดยใช้เชื้อเพลิงน้อยที่สุดก็จะสามารถช่วยลดต้นทุนการผลิตต่อหน่วยลงได้มาก (ไวทยวงศ์สกุล, 2560)

(6) ขั้นตอนที่ 6: การตรวจสอบคุณภาพ การบรรจุ การจัดเก็บและการรอจำหน่าย

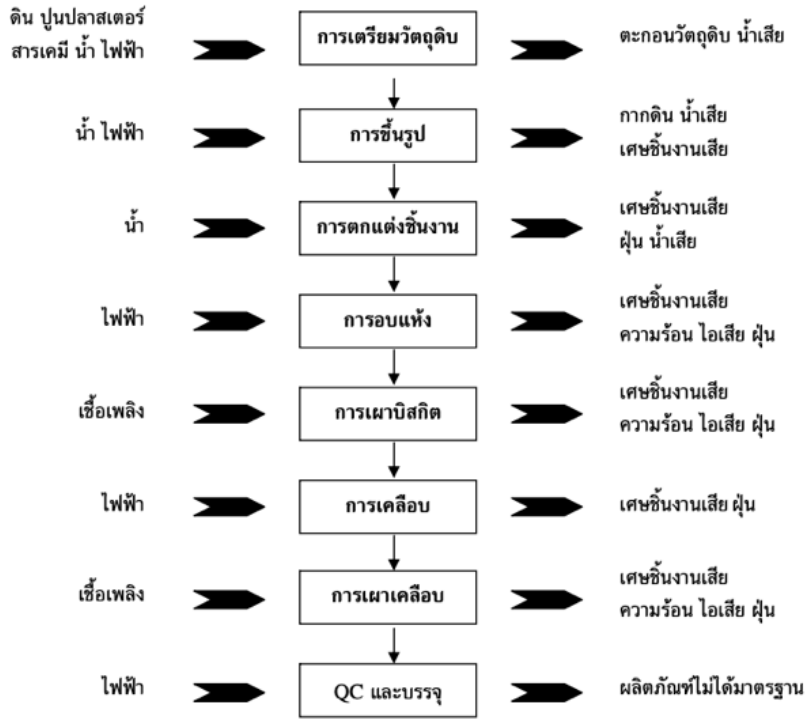
ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์สามารถเกิดขึ้นได้ในขั้นตอนการผลิตด้วยการตรวจสอบชิ้นงานดิน โดยชิ้นงานดินที่แห้งแล้วจากการขึ้นรูปจะได้รับการตรวจสอบความเรียบร้อยก่อนชิ้นงานที่ผ่านการตรวจสอบไปพ่นเคลือบสีต่าง ๆ การตรวจสอบดูรอยรั่ว รอยแตก ผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิจะนำไปบดผสมกับวัตถุดิบอื่นเพื่อนำไปผลิตเป็นผลิตภัณฑ์ได้อีก ส่วนผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการตรวจสอบแล้วจะตกแต่อีกเล็กน้อยก่อนนำไปเคลือบสี นอกจากนั้น ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์รวมถึงการตรวจสอบ

ผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปด้วย โดยผลิตภัณฑ์ที่เผาแล้วทุกชิ้นจะต้องผ่านการตรวจสอบคุณลักษณะทั่วไป มิติ และคุณสมบัติการใช้งาน เช่น การตรวจสอบการชะล้าง การรั่ว ส่วนผลิตภัณฑ์ที่แตกหรือเสียหายไม่สามารถใช้งานได้ จะนำไปทุบทำลายทิ้งหรือนำไปบดเพื่อนำกลับมาใช้ใหม่

เมื่อผลิตภัณฑ์ผ่านการตรวจสอบแล้วจะส่งไปบรรจุ เพื่อป้องกันความเสียหายในเบื้องต้นกับผลิตภัณฑ์เซรามิกที่ต้องการขนส่ง หรือจัดส่งให้กับลูกค้าต่อไป (มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย, 2555)

2.3.4 มลพิษและการกำจัดของเสียในอุตสาหกรรมเซรามิก

ในกระบวนการผลิตเซรามิกไม่ว่าจะเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทใดล้วนก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทั้งสิ้น โดยมูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย (2555) แบ่งมลภาวะเหล่านี้ออกเป็น 7 ประเภท คือ กากของเสียที่เป็นวัตถุแข็ง ฝุ่นจากระบวนการผลิต ตะกอนจากกระบวนการผลิต น้ำเสีย มลพิษทางอากาศ พลังงานความร้อน มลพิษทางเสียง ดังภาพที่ 2-10



ภาพที่ 2-12: วัตถุดิบ เชื้อเพลิง และของเสียของแต่ละกระบวนการผลิตเซรามิก
ที่มา: (กรมส่งเสริมคุณภาพสิ่งแวดล้อมและศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ,“คู่มือรูปแบบมาตรฐานการผลิตเซรามิกที่เป็นมิตรต่อวิ่งแวดล้อม เพื่อสนับสนุนการส่งออกโดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสะอาด”, 2554)

การศึกษาวิจัยนี้กำหนดขอบเขตของการศึกษาเกี่ยวกับของเสียจากผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเผาแล้ว ซึ่งเป็น Scrap ที่มีตำหนิที่ไม่อาจขายได้ โดยทั่วไปแล้วทางโรงงานจะของเสียไปฝังกลบในพื้นที่ต่าง ๆ เกิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูง และหากกระบวนการในการจัดเก็บและจัดการกากของเสียไม่เพียงพอต่อปริมาณของเสียที่เกิดขึ้น หรือการจัดเก็บที่ไม่มีประสิทธิภาพจะส่งผลโดยตรงต่อชุมชนโดยรอบโรงงาน รวมทั้งเกิดปัญหาด้านสุขอนามัยและด้านอื่น ๆ ของชุมชน (สายอินทวงศ์, n.d.)

การผลิตเซรามิกมักเกิดผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิซึ่งสาเหตุสามารถเกิดขึ้นได้จากทุกกระบวนการตั้งแต่การตรวจรับวัตถุดิบ การเตรียมเนื้อดิน การเตรียมน้ำเคลือบ การขึ้นรูปและตกแต่ง การเคลือบ และการเผา โดยตำหนิที่จะเกิดขึ้นมีหลากหลายรูปแบบ เช่น การเผาผลิตภัณฑ์ที่อุณหภูมิต่างจากที่กำหนดไว้ ทำให้ขนาดของผลิตภัณฑ์เล็กหรือใหญ่กว่ามาตรฐาน การเกิดแกนดำขึ้นภายในเนื้อผลิตภัณฑ์ซึ่งจะทำให้ความแข็งแรงลดลง การเกิดรอยร้าวที่เกิดขึ้นหลังจากการเผา การเกิดตำหนิรูเข็มและฟองอากาศในกระบวนการเคลือบ เป็นต้น (สายอินทวงศ์, n.d.)

2.4 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1) Wreck เฟอร์นิเจอร์จากเซรามิกเหลือใช้โดย Bentu Design

Creative Economy Agency (CEA) อ้างอิงจาก บทความ “Bentu Design creates Wreck furniture from ceramic waste” นำเสนอคอลเลคชั่นเฟอร์นิเจอร์ชุด Wreck จาก Bentu Design สตูดิโอสัญชาติจีน ก่อตั้งขึ้นในปี พ.ศ. 2554 เพื่อดำเนินการตรวจสอบเชิงลึกเกี่ยวกับปริมาณขยะที่มาจากอุตสาหกรรมเซรามิกในเมืองแต้จิ๋วหรือเฉาโจว ซึ่งเป็นเมืองทางภาคตะวันออกของประเทศจีน เนื่องจากแต้จิ๋วเป็นที่ตั้งของฐานการผลิตเซรามิกที่ใหญ่ที่สุดในโลก ซึ่งผลิตสินค้าเซรามิกที่ใช้ในชีวิตประจำวันสูงถึงประมาณ 70% ของสินค้าที่ใช้กันทั่วโลก สตูดิโอสังเกตเห็นว่าความต้องการสำหรับงานเซรามิกที่เพิ่มมากขึ้นส่งผลให้เกิดการตั้งโรงงานใหม่ ๆ ขึ้นอีกระลอกหนึ่งในเมืองแต้จิ๋ว ถึงแม้ว่าความต้องการที่เพิ่มขึ้นนี้จะสร้างงานและโอกาสให้กับผู้คน แต่ปริมาณของเสียจากการผลิตเซรามิกก็เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเช่นกัน

ปัจจุบันนี้มีโรงงานรีไซเคิลมากมายกำลังเข้ามาแทนที่โรงงานผลิตบางส่วนในเมืองทำหน้าที่จัดการขยะเซรามิกทั้งในประเทศจีนและทั่วทุกมุมโลก และขยะส่วนใหญ่กลายเป็นกองภูเขาของเศษเซรามิกที่เหลือใช้ ซึ่ง Bentu Design มีความตั้งใจที่จะสร้างความตระหนักถึงปริมาณขยะจากอุตสาหกรรมเซรามิก โดยการนำของเก่าบางส่วนกลับมาใช้ใหม่อีกครั้งด้วยการออกแบบ

เฟอร์นิเจอร์ชุด Wreck ผลิตโดยการนำส่วนผสมของคอนกรีตและเซรามิกไปหล่อในแบบพิมพ์และทิ้งไว้ให้ขึ้นรูป จากนั้นจึงตกแต่งสีสันซึ่งเน้นให้เห็นเศษเล็กเศษน้อยของถ้วย ชาม หรือแม้แต่พระพุทธรูปที่ยังปรากฏให้เห็นเป็นรูปร่างอย่างชัดเจน ซึ่งชุดเฟอร์นิเจอร์ Wreck ประกอบด้วย โต๊ะข้าง โคมไฟ และม้านั่ง ที่ผลิตจากเศษเซรามิกและคอนกรีต โดยการใช้เศษเซรามิกที่แตกหักเป็นชิ้น ๆ แทนการบดให้ละเอียดเป็นผงทำให้เห็นชิ้นส่วนของเซรามิกบนพื้นผิวสำเร็จของผลิตภัณฑ์ การเลือกผลิตสิ่งของที่ใช้กันทั่วไปในชีวิตประจำวันนั้น สตูดิโอหวังว่าจะ

ช่วยให้ผู้คนรู้สึกผูกพันกับสินค้าได้ง่าย เกิดความอยากรู้ในเรื่องราวของวัสดุที่ใช้ และคาดหวังว่าการสร้างเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเหลือทิ้งนี้จะส่งผลให้ผู้คนเห็นคุณค่าที่มีอยู่ในขยะได้ (MDIC, 2020)

ภาพที่ 2-13: เฟอร์นิเจอร์ชุด Wreck
ที่มา: https://hr.tcdc.or.th/en/Articles/Detail/wreck

2) งานออกแบบตกแต่งภายใน ร้านอาหาร Mo de Movimiento ด้วยวัสดุเหลือใช้

ร้านอาหาร Mo de Movimiento ตั้งอยู่ในพื้นที่ในกรุงมาดริด มีขนาด 1,000 ตารางเมตร ซึ่งเคยเป็นโรงละครและสตูดิโอบันทึกเสียง โดยการทดลองและออกแบบของ Lucas Muñoz ที่มีแนวคิดให้การออกแบบมีผลกระทบน้อยต่อสิ่งแวดล้อม แต่เป็นผลดีต่อสังคมรอบข้าง และมีความยั่งยืนมากที่สุด

ภาพที่ 2-14: ภายในร้านอาหาร Mo de Movimiento
ที่มา: https://www.dezeen.com

ทุกองค์ประกอบภายในร้านอาหาร Mo de Movimiento สร้างขึ้นจากเศษวัสดุก่อสร้างที่นำกลับมาใช้ใหม่ จำนวน 1,700 กิโลกรัม ด้วยการ upcycle โดยเศษวัสดุจากการก่อสร้างที่นำกลับมาใช้ใหม่ถูก upcycle เป็นกระเบื้องหนา ๆ ให้เป็นที่นั่งแบบนั่งของร้าน และมีเฟอร์นิเจอร์ที่ประกอบขึ้นใหม่จากโครงสร้างไม้

ภาพที่ 2-15: องค์ประกอบภายในร้านอาหาร Mo de Movimiento ด้วยการ upcycle เศษวัสดุก่อสร้าง
ที่มา: https://www.dezeen.com

เนื่องจาก Muñoz พยายามหลีกเลี่ยงการตกแต่งที่ฟุ่มเฟือย ด้านในผนังภายในของร้านจึงถูกฉาบด้วยปูนหยาบบางส่วนซึ่งเป็นส่วนเสริมที่จำเป็นในการทำให้เป็นวัสดุหน่วงไฟ อีกทั้งใช้ไฟส่องสว่าง หม้อน้ำแบบขด ลวดสปริงที่ทำจากท่อประปา ที่จับประตูหลักที่ทำจากการมัดรวมสายไฟ และที่จับประตู ที่ทำจากประแจแอล นอกจากนี้ ลานภายในมีการรื้อหลังคาของห้องบันทึกเสียงและผนังเดิมออกแล้วใช้ลวดไก่ทดแทน เพื่อประโยชน์ให้ต้นไม้สามารถค้ำยันได้

Mo de Movimiento ได้รับการเสนอชื่อเข้าชิงรางวัล Dezeen Awards ปี 2021 ในสาขาการตกแต่งภายในที่ยั่งยืน ซึ่งมีแนวคิดในการออกแบบที่เคารพต่อวัสดุ โดยองค์ประกอบทั้งหมดถูกสร้างขึ้นโดยคำนึงถึงวงจรผลิตภัณฑ์ การบำรุงรักษาและการซ่อมแซม เพื่อยืดอายุให้กับทรัพยากรที่มีอยู่ (Aouf, 2020)

3) ศิลปะแบบ Kintsugi

ศิลปะแบบ Kintsugi (คินสึงิ) เป็นเทคนิคโบราณของญี่ปุ่นที่พบตั้งแต่ศตวรรษที่ 15 สมัยโชกุนคนที่ 8 แห่งโชกุนตระกูลอาชิกางะ ซึ่งได้ส่งถ้วยชามที่เสียหายไปยังประเทศจีนเพื่อซ่อมแซม และมันก็ถูกส่งกลับมาในสภาพที่มีตัวเย็บเหล็กที่ไม่สวยงาม จึงทำให้เกิดการคิดค้นหาวิธีที่ดีกว่าอย่างคินสึงิขึ้น (สุมะมานนท์, 2019) โดยช่างฝีมือในท้องถิ่นคิดวิธีแก้ปัญหาด้วยการเติมรอยร้าวด้วยแล็กเกอร์สีทอง ทำให้ชามมีเอกลักษณ์และมีคุณค่ามากขึ้น การซ่อมแซมนี้ทำให้เกิดรูปแบบศิลปะใหม่ทั้งหมด (Mantovani, 2019)

ศิลปะแบบ Kintsugi (คินสึงิ) คือ เทคนิคซ่อมแซมเซรามิก ซึ่งในภาษาญี่ปุ่นมีความหมายดังนี้ คิน แปลว่า ทอง และ ซึงิ แปลว่าต่อ เชื่อม ส่วนวิธีการนั้น คือการซ่อมแซมภาชนะด้วยการนำ รัก หรือ อุรุชิ (urushi) ที่สกัดมาจากยางของต้นอุรุชิของญี่ปุ่นผสมเข้ากับ ทอง แล้วนำมาซ่อมแซมภาชนะส่วนที่แตกหรือบิ่นให้กลับมาใช้งานได้ดังเดิม ส่วนเหตุผลที่นำยางรักมาใช้ก็เพราะว่า ยางรักมีความทนทานและปลอดภัยในการใช้งานเกี่ยวกับอาหารนั่นเอง (สุมะมานนท์, 2019)

ภาพที่ 2-16: ตัวอย่าง ศิลปะ Kintsugi (คินสึงิ)
ที่มา: https://adaybulletin.com/talk-guest-kintsugi-01-toon-chayanan/34076

ศิลปะแบบ Kintsugi มีแนวคิดที่สะท้อนถึงนิกายเซ็น ในวิถีแห่ง วะบิ-ซะบิ (wabi-sabi) วิถีแห่งความไม่สมบูรณ์แบบ ความเรียบง่าย และการยอมรับตัวตนและความผิดพลาด เป็นศิลปะที่ทำให้มองเห็นถึงความสวยงามจากสิ่งที่ไม่สมบูรณ์แบบ การที่สิ่ง ๆ หนึ่งแตกสลายไปแล้วแต่ถูกนำกลับมาซ่อมแซมใหม่ให้แลดูมีชีวิตชีวาอีกครั้งจึงกลายเป็นเสน่ห์ของศิลปะนี้ (Kintsugi ศิลปะแห่งความไม่สมบูรณ์, n.d.) นอกจากนี้ ข้อมูลจาก The Momentum

อธิบายเกี่ยวกับ ศิลปะ Kintsugi ว่า เทคนิคศิลปะแบบโบราณที่ซ่อมแซมเครื่องดินเผาหรือเซรามิกด้วยการใช้ยางไม้มาเชื่อมส่วนต่าง ๆ เข้าด้วยกัน แล้วนำทองมาเขียนตกแต่งลงบนรอยเชื่อมนั้น เกิดเป็นความงามอีกรูปแบบที่มาจากความบุบสลายของวัตถุ ผลที่ออกมาคือภาชนะชิ้นนั้นกลับมาใช้ได้เหมือนเก่าแต่แสดงร่องรอยสีทองที่พื้นผิวซึ่งทำให้สวยไปอีกแบบ แสดงให้เห็นอย่างชัดเจนว่าความงามนั้นไม่ใช่ความสมบูรณ์แบบเพียงอย่างเดียว แต่กลับโดดเด่นด้วยเส้นสีทองที่ไหลไปตามเส้นทางของรอยร้าว รอยแตกหักที่เคยเกิดขึ้นกับชีวิตของภาชนะใบนั้น (เปรมสำราญ, 2018)

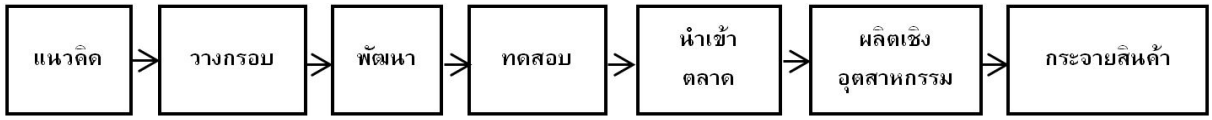
วิธีการหลักของการซ่อมแซมแบบ Kintsugi คือ การนำรักมาผสมกับแป้งสาลีให้มีลักษณะเหนียวเหมือนกาว เพื่อใช้เชื่อมชิ้นส่วนต่าง ๆ เข้า หลังจากนั้นจะมีการผสมรักเข้ากับดินให้เหลวแล้วนำมาอุดช่องว่างของภาชนะ โดยก่อนที่จะแห้งก็จะนำผงทองมาทาไว้ที่ผิวเพื่อความสวยงาม วัสดุที่ใช้ในการเชื่อมภาชนะแบบคินสึงิจึงประกอบด้วยรักเป็นสัดส่วน 99% นอกจากทองแล้วจึงมีการตกแต่งด้วย เงิน ดีบุก และทองเหลืองอีกด้วย นอกจากนี้ ยังมีการนำภาชนะจากคนละชิ้นส่วน ต่างสีสัน ต่างลวดลายแต่มีความเข้ากันได้ มาซ่อมแซมด้วยศิลปะแบบ Kintsugi จนกลายเป็นผลงานชิ้นใหม่ที่มีความสวยงามแปลกตา และมีเอกลักษณ์เป็นของตัวเอง รวมไปถึงยังมีการใช้ทองเพ้นท์เป็นลวดลายต่าง ๆ ที่นอกเหนือจากแค่นำมาปิดยางรักเท่านั้น (Kintsugi ศิลปะแห่งความไม่สมบูรณ์, n.d.)

4) กระบวนการพัฒนานวัตกรรมวัสดุอัพไซเคิลในประเทศไทย

ผลงานการศึกษาของจักรสิน น้อยไร่ภูมิ และ สิงห์ อินทรชูโต (2017) ที่ศึกษากระบวนการพัฒนาวัสดุ upcycle จำนวน 5 ชนิด ได้แก่ (1) Glass Tile ผลิตภัณฑ์กระเบื้อง ผลิตจากเศษแก้ว (2) JAVA Core วัสดุตกแต่งผนัง ผลิตจากกากกาแฟ (3) Kokoboard วัสดุตกแต่งผนัง ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร (4) Eco Pine Door ผลิตภัณฑ์ประตู ผลิตจากไม้มีตำหนิ และ (5) Ekoblok ผลิตภัณฑ์อิฐบล็อก ผลิตจากวัสดุเหลือใช้ทางการเกษตร โดยมุ่งเน้นกระบวนการพัฒนาวัสดุ upcycle ในอุตสาหกรรมสถาปัตยกรรมและก่อสร้างในประเทศไทยจากการศึกษากระบวนการพัฒนานวัตกรรม

จากกรณีศึกษาทั้ง 5 พบว่า นวัตกรรมแต่ละชิ้นจะมีระยะเวลาในการเริ่มต้นที่แตกต่างกัน แต่ในช่วงของการพัฒนานวัตกรรมได้ปรากฏขั้นตอนต่าง ๆ ในการพัฒนาที่ใกล้เคียงกับขั้นตอนของกระบวนการพัฒนานวัตกรรมที่ได้มา จากทบทวนแนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และแม้ขั้นตอนของแต่ละนวัตกรรมจะมีรายละเอียดที่แตกต่าง กันอยู่บ้าง และในบางขั้นตอนอาจมีการสลับลำดับกัน แต่เมื่อพิจารณาโดยภาพรวมมีขั้นตอนของการพัฒนานวัตกรรมที่ใกล้เคียงกัน โดยสรุปเป็นขั้นตอนของกระบวนการพัฒนานวัตกรรมวัสดุอัพไซเคิลในอุตสาหกรรมสถาปัตยกรรมในประเทศไทย 7 ขั้นตอน ดังนี้ คือ 1) แนวคิด 2) การวาง กรอบ 3) การพัฒนา 4) การทดสอบ 5) การออกสู่ตลาด 6) การผลิตเชิงอุตสาหกรรม และ 7) การกระจายสินค้า และจากการศึกษาโดยการสัมภาษณ์ผู้ประกอบการ พบว่าขั้นตอนที่ต้องใช้เงินทุนมากที่สุด คือ ขั้นตอนการผลิตเชิงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็น

ขั้นตอนที่เกิดขึ้นหลังจากนวัตกรรมเข้าสู่ตลาด และหน่วยงานราชการ สถาบันการศึกษา ควรให้ความสำคัญและให้ทุนสนับสนุนในขั้นตอนนี้ให้มากขึ้น



ภาพที่ 2-17: ขั้นตอนการพัฒนาวัสดุอัพไซเคิลจากกรณีศึกษา
ที่มา: (จักรสิน น้อยไร่ภูมิ และ สิงห์ อินทรชูโต, 2017)

5) การออกแบบแฟชั่นยั่งยืน

บทความนี้เป็นส่วนหนึ่งของการวิจัย โดย ปรีดา ศรีสุวรรณ และ พัดชา อุทิศวรรณกุล (2019) มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) ศึกษาแนวทางการออกแบบแฟชั่นแนวคิดยั่งยืน และ 2) หาแนวทางการสร้างตราสินค้าแฟชั่นยั่งยืน โดยงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงคุณภาพ มีการศึกษาแนวทางการออกแบบยั่งยืน ได้แก่ แนวคิด Closed Loop Production แนวคิด Reduce แนวคิด Reuse แนวคิด Recycle แนวคิด Repair แนวคิด Upcycle แนวคิด Downcycle ตลอดจนศึกษาแนวทางการออกแบบยั่งยืนในงานออกแบบแฟชั่น จากนักออกแบบแฟชั่นและตราสินค้าแฟชั่นยั่งยืน เพื่อให้ได้แนวทางในการออกแบบแฟชั่นยั่งยืน และนำผลที่ได้มาหาแนวทางในการสร้างตราสินค้าแฟชั่นแนวคิดยั่งยืน

ผลจากการศึกษา พบว่า

5.1) แนวทางและองค์ประกอบของการออกแบบแฟชั่นยั่งยืน สามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) ด้านแนวคิดยั่งยืน สามารถน้าแนวคิดแนวคิดการลด (Reduce) เพื่อการลดการใช้ทรัพยากรที่ต้องผลิตใหม่ ประยุกต์การลดเข้าสู่การกระบวนการผลิตเพื่อลดเสียต่อสิ่งแวดล้อม การรีไซเคิล (Recycle) ประยุกต์ใช้ด้านวัสดุ โดยการใช้วัสดุรีไซเคิล แนวคิดการใช้ซ้ำ (Reuse) และแนวคิดอัพไซเคิล (Upcycle) ประยุกต์ใช้ในเรื่องวัสดุ โครงร่างเงา และรายละเอียดการตกแต่ง โดยการน้ากลับมาใช้ใหม่เพื่อสร้างมูลค่า

(2) ด้านโครงร่างเงา ประยุกต์การออกแบบได้กับโครงร่างเงาที่หลากหลาย ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบเอไลน์ เอชไลน์ บอดี้คอนเชียส ลูส แอสซิมมิสติคัล เท้นท์ ดีคอนสตรั๊กชั่น บอล โซลเดอร์เวจน์ หรือ ราวด์สลีฟ

(3) ด้านวัสดุ สามารถประยุกต์การใช้วัสดุได้หลากหลาย ทั้งวัสดุจากธรรมชาติ วัสดุออแกนิค วัสดุรีไซเคิล วัสดุค้างสต็อค วัสดุที่ไม่ผ่านการตรวจสอบ (QC) และเศษวัสดุ

(4) ด้านรายละเอียดการตกแต่ง สามารถประยุกต์เทคนิคที่หลายหลาย ไม่ว่าจะเป็นการพิมพ์ผ้า การต่อผ้า การปัก และระบาย รวมถึงการประยุกต์เทคนิคอื่น ๆ ที่ไม่สร้างผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

(5) ด้านโอกาสในการสวมใส่ สามารถสร้างสรรค์เสื้อผ้าแนวคิดยั่งยืนที่ตอบสนองทุก ๆ โอกาส ไม่ว่าจะเป็นลำลอง ทำงาน หรือปาร์ตี้

5.2) แนวทางในการสร้างตราสินค้าแฟชั่นแนวคิดยั่งยืน

เนื่องจากการศึกษาแนวคิดยั่งยืนผ่านองค์ประกอบงานออกแบบ พบความแปลกใหม่และน่าสนใจในด้านโครงร่างเงาเป็นส่วนน้อยซึ่งถือเป็นช่องว่างทางการตลาด ดังนั้น ความแปลกใหม่เชิงการสร้างสรรค์ผ่านโครงร่างเงา สามารถเป็นอัตลักษณ์ด้านรูปแบบและสร้างเป็นอัตลักษณ์ตราสินค้าแฟชั่นได้ด้วยแนวคิดสร้างสรรค์แพทเทิร์นไร้เศษ เป็นการสร้างสรรค์ผลงานการออกแบบที่มีอัตลักษณ์ที่ผ่านแนวคิดความยั่งยืน ทำให้ผลงานมีความโดดเด่น และส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อมน้อยลง โดยมีแนวทางการพัฒนาแพทเทิร์นไร้เศษจะเป็นแนวทางในการสร้างตราสินค้าแฟชั่นด้วยแนวคิดยั่งยืน โดยสามารถสรุปได้ ดังนี้

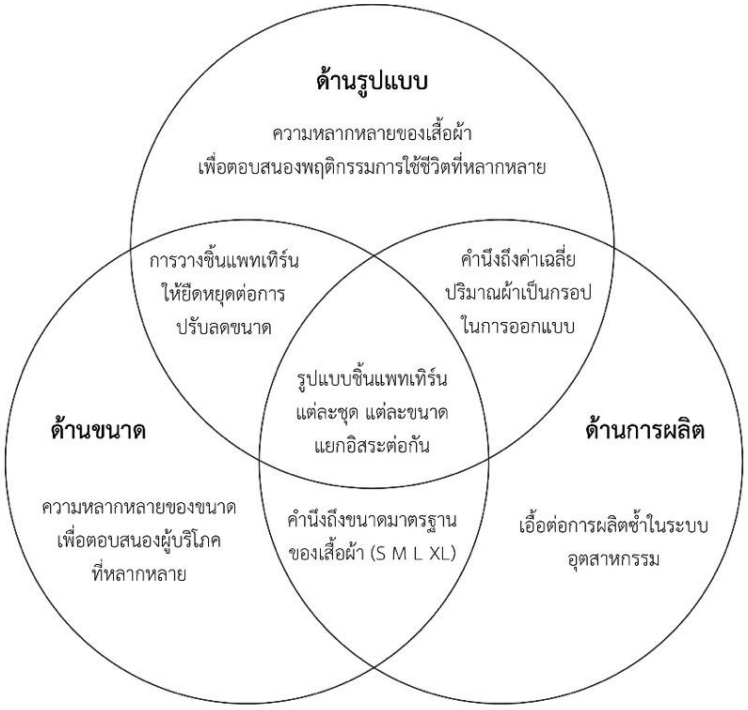
(1) รูปแบบชิ้นเสื้อผ้าที่ใช้แนวคิดการสร้างแพทเทิร์นไร้เศษควรมีความหลากหลาย เพื่อให้เหมาะกับรูปแบบการใช้งานของกลุ่มผู้บริโภคที่มีกิจกรรมการดำเนินชีวิตที่หลากหลายในด้านโอกาสการใช้สอย

(2) การออกแบบแพทเทิร์นของเสื้อผ้าแต่ละชุดควรแยกเป็นอิสระกับชุดอื่น กล่าวคือ ในชุดแพทเทิร์นของชิ้นเสื้อผ้าชุดนั้นไม่ควรมีชิ้นแพทเทิร์นของเสื้อผ้าชุดอื่นอยู่ร่วมด้วย ซึ่งทำให้ไม่เกิดข้อจำกัดในการผลิตและประโยชน์ใช้สอยในการสวมใส่

(3) การออกแบบควรคำนึงถึงการวางชิ้นแพทเทิร์นเสื้อผ้า เพื่อให้สามารถปรับเพิ่ม ลด ขนาดเพื่อให้เหมาะกับผู้สวมใส่ตามขนาดมาตรฐาน

(4) ในการออกแบบแต่ละชุดเสื้อผ้าควรคำนึงเรื่องปริมาณเฉลี่ยของผ้าต่อชิ้นเสื้อผ้าที่ใช้ เพื่อสร้างความเป็นไปได้ในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

จากแนวทางในการพัฒนาการสร้างแพทเทิร์นไร้เศษ แสดงให้เห็นถึงองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ด้าน ได้แก่ องค์ประกอบด้านรูปแบบ ด้านขนาด และด้านการผลิตในระบบอุตสาหกรรม สามารถสรุปเป็นแผนภูมิแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ในการพัฒนาตามรูป (ภาพที่ 2-16)



ภาพที่ 2-18: องค์ประกอบแนวทางการพัฒนาเสื้อผ้าด้วยแนวคิดแพทเทิร์นไร้เศษ
ที่มา: (ปรีดา ศรีสุวรรณ และพัดชา อุทิศวรรณกุล, 2019)

6) เมื่อแฟชั่นไม่ได้เป็นแค่วิถีการแต่งกาย แต่หมายถึงอีกขั้นของความห่วงใยโลก

บทความจาก KINdCONNEXT โดย ศรุติ พรหมภิบาล (2020) ได้กล่าวถึง แนวคิด upcycle fashion ว่า รายงานจาก www.fashionrevolution.org ระบุจำนวนการผลิตเสื้อผ้าสิ่งทอได้เพิ่มปริมาณขึ้นถึง 2 เท่าจากปกติตั้งแต่ปี ค.ศ. 2000 และมากจนถึง 1 พันล้านชิ้นเป็นครั้งแรกในปี ค.ศ. 2014 โดยขยะจากอุตสาหกรรมสิ่งทอมีจำนวนเฉลี่ยมากถึง 92 ล้านตันต่อปี และที่น่าตกใจไปกว่านั้นก็คือสถิติการเผาและทิ้งขยะจากอุตสาหกรรมสิ่งทอเกิดขึ้นทุก ๆ วินาที นอกจากนี้ยังมีการคาดการณ์ว่าขยะสิ่งทอจะเพิ่มปริมาณขึ้นอีก 60% จากปี ค.ศ. 2015 – 2030 หรือประมาณ 148 ล้านตัน ดังนั้น ระบวนการ upcycling fashion จึงอาจเป็นทางออกที่เป็นไปได้สำหรับปัญหานี้

เนื่องจากการซื้อใหม่หมายถึงการสร้างกระบวนการผลิตเชิงเคมีใหม่ทั้งหมดให้เกิดขึ้น แนวคิดการ upcycling fashion ซึ่งเป็นการแปลงโฉมเสื้อผ้าและสิ่งทอที่ไม่ใช้แล้วหรือไม่สามารถใช้ได้แล้วให้กลายเป็นเสื้อผ้าชิ้นใหม่ โดยการ upcycling มีประโยชน์ทั้งในเชิงการผลักดันความสร้างสรรค์และส่งเสริมการใช้ทรัพยากรอย่างคุ้มค่าที่สุด ซึ่งสามารถจำแนกได้ ดังนี้

(1) การ upcycling เป็นแนวคิดที่ยั่งยืนที่ช่วยลดขยะที่เกิดจากการผลิตเสื้อผ้าและเครื่องนุ่งห่ม โดยการใช้ผ้าที่ค้างคงคลัง (deadstock) หรือผ้าที่ผ่านการใช้งานมาไม่หนักจนเกินไปมาตัดเย็บเป็นชุดใหม่หรือส่วนหนึ่งของชุด ซึ่งปกติการผลิตเสื้อผ้าฝ้าย 1 ตัวจะใช้น้ำประมาณ 700 แกลลอน ในขณะที่การใช้แนวคิด upcycling มาทำเสื้อผ้าใหม่ แทบไม่ต้องใช้น้ำเลย นอกจากนี้กระบวนการ upcycling ยังช่วยลดจำนวนขยะที่เกิดจากเสื้อผ้า/สิ่งทอได้ถึง 85%

(2) การ upcycling ช่วยให้ผู้บริโภคประหยัดเงินซื้อเสื้อผ้าใหม่ เพราะสามารถใช้วัสดุเก่ามาสร้างสรรค์เสื้อผ้าชิ้นใหม่ได้

(3) การ upcycling ทำให้ได้งานออกแบบที่แปลกใหม่ไม่เหมือนใคร เพราะสามารถใช้ความคิดสร้างสรรค์เฉพาะตัวในการออกแบบวัสดุเก่าให้กลายเป็นงานชิ้นใหม่ที่สวยงามมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวเพื่อการสวมใส่ได้

แนวคิด upcycling ได้สร้างความตื่นตัวภายในอุตสาหกรรมแฟชั่นและสิ่งทอในวงกว้าง เพราะอย่างที่รู้กันว่าอุตสาหกรรมนี้เป็นหนึ่งในภาคธุรกิจที่สร้างผลกระทบกับสิ่งแวดล้อมมากที่สุด โดยปกติแล้วกระบวนการผลิตเสื้อผ้าจะเป็นเส้นตรง เริ่มจากการผลิตเส้นใย สร้างสรรค์ชิ้นงาน และทิ้งส่วนที่เหลือ ซึ่งเป็นมาอย่างนี้ตลอด ทำให้สินค้าหลาย ๆ แบรนด์ กำลังเผชิญหน้ากับความท้าทายที่จะดำเนินธุรกิจควบคู่ไปกับการดูแลโลก

โดยในเดือนเมษายน ปี ค.ศ. 2020 องค์กรไม่แสวงหาผลกำไรที่มีชื่อว่า Fashion Revolution ซึ่งถือกำเนิดในประเทศอังกฤษ โดยมีเครือข่ายนักรณรงค์ที่มีอยู่ทั่วโลกรวมทั้งมีศูนย์อยู่ในประเทศไทย ได้จัดกิจกรรมดิจิทัลเวิร์กชอปและแพลตฟอร์มออนไลน์แบบ interactived ภายใต้ OPEN FASHION STUDIO เพื่อเปิดโอกาสให้นักออกแบบที่สร้างสรรค์ผลงานโดยยึดหลักแฟชั่นยั่งยืนได้เปิดเผยกระบวนการทำงานสำหรับเสื้อผ้าแต่ละคอลเลกชั่นและแลกเปลี่ยนความคิดกันและกัน เป็นการจุดประกายการปฏิวัติอุตสาหกรรมแฟชั่นทั้งในแง่ความยั่งยืนในการผลิตและบริโภคเพื่อขับเคลื่อนประเด็นความยั่งยืนในอุตสาหกรรมแฟชั่น โดยแนวคิดจากการถอดบทเรียนในกิจกรรมครั้งนี้สามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) Upcycled fashion คือ อนาคตของการบริโภคอย่างสร้างสรรค์ (creative consumption) นั่นคือการตระหนักว่าเสื้อผ้าไม่ใช่ของที่ควรทิ้งขว้าง แต่ควรใช้งานให้เกิน 5 ปี ขึ้นไป โดยสามารถหาวิธีการอื่นในการสร้างความสนุกสนานกับแฟชั่นมากขึ้น เช่น การ mix & match เสื้อผ้าเก่า หรือ แลกเปลี่ยนเสื้อผ้ากันและกัน เพื่อทำให้เกิดการซื้อน้อยลง

(2) กระบวนการผลิตแบบธรรมชาติคือทางเลือกที่จะทำให้วงจรธุรกิจมีชีวิตอยู่รอด โดยการส่งเสริมแบรนด์เสื้อผ้าที่ผลิตจากเส้นใยธรรมชาติและใช้สีธรรมชาติในการย้อม

(3) นับจากนี้ไปแบรนด์แฟชั่นต้องเป็นสร้างกระบอกเสียงของตัวเองสำหรับบอกเล่าเรื่องราวของแบรนด์กับจุดยืนในการนำขยะสิ่งทอและสต๊อกผ้าเก่ามาตัดเย็บ ตัวอย่างเช่น VIVIENNE WESTWOOD ได้ร่วมเป็นส่วนหนึ่งของ FASHION OPEN STUDIO โดยทางดีไซเนอร์ได้ใช้ร้าน World’s End ของตัวเองที่ก่อตั้งมาตั้งแต่ปี

ค.ศ. 1970 เป็นพื้นที่สำหรับบอกเล่าเรื่องราวของแบรนด์กับจุดยืนในการนำขยะสิ่งทอและสต๊อกผ้าเก่ามาตัดเย็บ และ แบรนด์ไม่เคยลดราคาสินค้า เพราะเชื่อว่าเป็นความรับผิดชอบของผู้บริโภคเองที่จะซื้อให้น้อยลง เลือกให้ดีที่สุด และใช้งานเสื้อผ้าให้ได้นานที่สุด

นอกจากนี้ยังมีแบรนด์แฟชั่นอีกจำนวนไม่น้อยที่เริ่มทำ Upcyclings โดยความพยายามเปลี่ยนแปลงแนวคิดและมุมมองของอุตสาหกรรมแฟชั่นที่ดำเนินมาแบบเดิม ๆ ในระบบทุนนิยมตั้งแต่ศตวรรษที่ 18 นั้นอาจไม่ใช่เรื่องง่าย แต่ประเด็นของ climate change ได้เป็นประเด็นสำคัญที่ทำให้อุตสาหกรรมแฟชั่นถูกตั้งคำถามอย่างหนักในทุกด้าน จึงทำให้เป็นแรงผลักดันที่แบรนด์แฟชั่นต่าง ๆ ทั้งขนาดเล็กและขนาดใหญ่จะต้องปรับตัวต่อไป

บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่จะนำมาซึ่งข้อค้นพบเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling สำหรับพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งจะเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค เป็นการชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิกได้ โดยงานวิจัยนี้ได้กำหนดวิธีการดำเนินการวิจัย ดังนี้

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เครื่องมือที่ใช้ในการรวบรวมข้อมูล

การวิจัยนี้เลือกใช้การวิจัยเชิงคุณภาพ (Qualitative Research) ซึ่งมีทั้งข้อมูลปฐมภูมิและข้อมูลทุติยภูมิ โดยมีเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล คือ การสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์ และการทดลอง มีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 การทบทวนวรรณกรรม (Literature Review) เป็นการศึกษาค้นคว้าเอกสาร งานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลทุติยภูมิข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลที่เกี่ยวกับแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม แนวคิด Upcycle อุตสาหกรรมเซรามิกและเศษเหลือทิ้ง รวมถึงเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่รวบรวมผลงานออกแบบและแนวคิด ซึ่งเป็นประโยชน์สำคัญต่อขั้นตอนการออกแบบ

3.1.2 การสังเกตการณ์ (Observation) เป็นการเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการและขั้นตอนในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ซึ่งเป็นการสังเกตแบบไม่ได้เข้าไปมีส่วนร่วม ผู้วิจัยเลือกศึกษาและสังเกตการณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิตและกำจัดวัสดุจากการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก

3.1.3 การสัมภาษณ์ (Interview) เป็นการรวมรวมข้อมูลไปพร้อม ๆ กับการสังเกตการณ์ โดยประเภทของการสัมภาษณ์เป็นการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างแน่นอน (Unstructured Interview) ที่ไม่ได้กำหนดคำถามและคำตอบไว้ล่วงหน้า ลำดับของคำถามจึงเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่ยังคงสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ คือ การศึกษาขั้นตอนการผลิตและกำจัดวัสดุจากการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกภายในโรงงาน นอกจากนี้การสัมภาษณ์ยังเป็นแบบไม่จำกัดคำตอบ โดยการเกริ่นนำเพียง 2-3 ประโยค แล้วเปิดโอกาสผู้ถูกสัมภาษณ์นำเสนอข้อมูล และแนวคิดจนกว่าจะครอบคลุมเนื้อหาที่ต้องการ ซึ่งระหว่างการสัมภาษณ์มีการบันทึกข้อมูลด้วยกล้องถ่ายภาพด้วย

3.1.4 การทดลอง (Experiment) เป็นเครื่องมือหลักในการรวบรวมข้อมูลวิจัยนี้ โดยทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่ นำผลมาวิเคราะห์ข้อดีและข้อเสียของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ upcycling เพื่อสามารถที่จะพัฒนาสู่การออกแบบผลิตภัณฑ์ต่อไป

3.2 การเก็บรวบรวมข้อมูล

เมื่อได้กลุ่มตัวอย่างที่เหมาะสม ผู้วิจัยจึงดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตการณ์ การสัมภาษณ์และการทดลอง โดยมีขั้นตอนดังนี้

3.2.1 การสังเกตการณ์

ภาพที่ 3-1: การสังเกตการณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-2: การสังเกตการณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด เพื่อศึกษาขั้นตอนการผลิต
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-3: ตัวอย่างลวดลายบนผลิตภัณฑ์เซรามิกที่เป็นอัตลักษณ์ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-4: ตัวอย่างเศษเซรามิกที่เป็นของเสียจากการผลิตของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-5: การจัดการของเสียจากการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

3.2.2 การสัมภาษณ์

ภาพที่ 3-6: การสัมภาษณ์นักออกแบบและผู้ควบคุมกระบวนการผลิต ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-7: การสัมภาษณ์นักออกแบบและผู้ควบคุมกระบวนการผลิต ของ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

3.2.2 การทดลอง

นอกจากการลงพื้นที่เพื่อสังเกตการณ์และสัมภาษณ์ ณ บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด แล้ว ผู้วิจัยยังได้รับความอนุเคราะห์ในการนำเศษวัสดุที่เหลือทิ้งจากโรงงานมาใช้ในการทดลองอีกด้วย การทดลองแปรรูปผลิตภัณฑ์ทำด้วยเทคนิคที่เป็นไปได้ที่แตกต่างกัน เพื่อหาข้อดี ข้อเสีย และข้อค้นพบ ในการนำเศษวัสดุเซรามิกมาใช้เพื่อพัฒนาเป็นงานออกแบบผลิตภัณฑ์ upcycle ตามกระบวนการออกแบบต่อไป

ภาพที่ 3-8: ตัวอย่างเศษเซรามิกเหลือทิ้ง จาก บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-9: ตัวอย่างเศษเซรามิกเหลือทิ้ง จาก บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

3.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.3.1 ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรม

การวิเคราะห์ข้อมูลจากการทบทวนวรรณกรรมเป็นการวิเคราะห์เนื้อหา เพื่อหาข้อสรุปที่ตอบวัตถุประสงค์การวิจัย โดยข้อสรุปที่ได้จากการทบทวนวรรณกรรมนั้นจะต้องครอบคลุมประเด็นของการศึกษา ซึ่งประกอบด้วย แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม แนวคิด Upcycle ข้อมูลเกี่ยวกับอุตสาหกรรมเซรามิกและเศษเหลือทิ้ง และงานวิจัย งานออกแบบที่เกี่ยวข้อง ซึ่งสามารถสรุปได้ ดังนี้

(1) แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นแนวที่บูรณาการความรู้ทั้งด้านเศรษฐศาสตร์ สังคม การจัดการด้านสิ่งแวดล้อม และการออกแบบ โดยประเด็นสำคัญที่ใช้ในการพิจารณา คือ ผลกระทบของผลิตภัณฑ์ที่มีต่อสิ่งแวดล้อมตลอดวงจรชีวิตผลิตภัณฑ์ ตั้งแต่การสกัดแยกวัตถุดิบจากทรัพยากรธรรมชาติ เพื่อนำไปใช้ในการผลิตจนถึงการทิ้งซากผลิตภัณฑ์ ซึ่งผลกระทบเหล่านี้รวมถึงการปลดปล่อยสารเคมีที่เป็นพิษ การใช้ทรัพยากรที่ไม่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ และการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็น

นอกเหนือจากปัจจัยในการออกแบบ เช่น ความคุ้มค่าของผลิตภัณฑ์ ความต้องการของลูกค้า ความสามารถในการผลิต และทำงานที่ต้องการของผลิตภัณฑ์ แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมจะเป็นส่วนหนึ่งที่นำมาพิจารณาในกระบวนการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อนำไปสู่การพัฒนาอย่างยั่งยืนที่จะทำร้ายโลกให้น้อยลงที่สุดและใช้ทรัพยากรให้เกิดประโยชน์ขึ้นมากที่สุด

(2) แนวคิด Upcycle เป็นการใช้วัสดุต่าง ๆ ที่ถูกใช้งานแล้วมาผ่านกระบวนการที่ทำให้มีมูลค่ามีคุณภาพและประโยชน์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างความสวยงาม พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอยที่ต่างไปจากเดิม ซึ่งกระบวนการเหล่านี้จะผ่านความคิดที่คำนึงถึงผลเสียที่มีต่อสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด โดยวัตถุประสงค์หลักสำคัญของกระบวนการ upcycle คือ เพื่อการยืดอายุวัสดุให้เป็นขยะช้าลง ชะลอการเกิดขยะ ทำให้สามารถใช้เป็นผลิตภัณฑ์ต่อไปได้ รวมถึงช่วยลดการใช้ผลิตภัณฑ์ใหม่ด้วย

แนวคิด upcycle จะใช้การออกแบบเข้ามาช่วยเพื่อให้ผลิตภัณฑ์มีมูลค่าสูงขึ้น และเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพดีขึ้น ซึ่งในการออกแบบนั้นมุ่งเน้นการลดขยะของเสีย ยืดอายุการใช้งาน และเพิ่มประสิทธิภาพในการนำกลับมาใช้ใหม่ ลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมในภายหลังตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบ การผลิต การนำไปใช้ ไปจนถึงการทำลายหลังเสร็จสิ้นการใช้งานหรือหมดอายุ

(3) เซรามิกเป็นผลิตภัณฑ์ที่พบได้โดยทั่วไปและมีประโยชน์อย่างกว้างขวาง ทำให้ผลิตภัณฑ์เซรามิกเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญอย่างหนึ่ง และในทุกกระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกไม่ว่าจะกลุ่มประเภทใด ทำให้เกิดของเสียและมลภาวะที่เป็นส่วนหนึ่งในการทำลายสิ่งแวดล้อมทั้งสิ้น ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นการศึกษาเศษวัสดุเซรามิกซึ่งจัดว่าเป็นอีกหนึ่งของเสียที่มีปริมาณมากที่เกิดขึ้นในกระบวนการผลิต โดยแนวทางการกำจัดของเสียประเภทนี้ส่วนมากใช้การฝังกลบในพื้นที่ต่าง ๆ ที่จะเกิดเป็นค่าใช้จ่ายที่สูง ส่วนการทำลายทิ้งเป็นอีกกระบวนการที่เป็นการทำลายสิ่งแวดล้อมและใช้พลังงานที่สูงเช่นกัน

นอกจากนี้ ในกระบวนการการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกเริ่มต้นด้วยการขึ้นรูปผลิตภัณฑ์นั้นผ่านการเผาเพื่อขึ้นรูปมา การจัดการของเสียจากกระบวนการผลิตด้วยการรีไซเคิลจึงจำเป็นต้องบดวัสดุเซรามิกให้มีสภาพเป็นผงละเอียดเสียก่อน วัสดุเซรามิกที่ผ่านการเผามาแล้วจะมีโครงสร้างและคุณสมบัติแตกต่างจากวัตถุดิบตั้งต้นมาก จึงเป็นเหตุให้ไม่นิยมนำมาทำการรีไซเคิล เพราะมีต้นทุนสูงและต้องใช้พลังงานมาก ดังนั้น แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม โดยแนวคิด upcycle สามารถเป็นกระบวนการหนึ่งในการลดปัญหาดังกล่าวที่เกิดขึ้นได้ เพราะเป็นการยืดอายุขยะที่มีอยู่ และสามารถสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับขยะเศษเซรามิกเหลือทิ้ง

3.3.2 ข้อมูลการสังเกตการณ์และการสัมภาษณ์

ข้อมูลจากการสังเกตการณ์กระบวนการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิกประเภทของใช้บนโต๊ะอาหาร โดย บริษัท สยาม โทซู เซรามิก จำกัด พบว่า กระบวนการผลิตเป็นกระบวนการที่ใช้แรงงานคนและฝีมือ เป็นกระบวนการที่เศษวัสดุเซรามิกเหลือทั้งจำนวนมาก ทั้งแบบที่เคลือบเผาแล้วและยังไม่ผ่านการเคลือบเผา ซึ่งผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการเคลือบเผาแล้วนั้น หากผลิตภัณฑ์เซรามิกไม่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพจะถูกคัดทิ้ง ไม่สามารถนำออกขายสู่ท้องตลาดได้ ทำให้ปริมาณของขยะมีจำนวนมาก ถึงแม้ว่าจะมีวิธีการกำจัดของเสียตามกระบวนการเพื่อลดปริมาณขยะแล้วก็ตาม

ภาพที่ 3-10: การวิเคราะห์แนวทางการนำเศษเซรามิกเหลือทิ้งไปใช้ในกระบวนการออกแบบ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

3.3.4 ข้อมูลจากการทดลอง

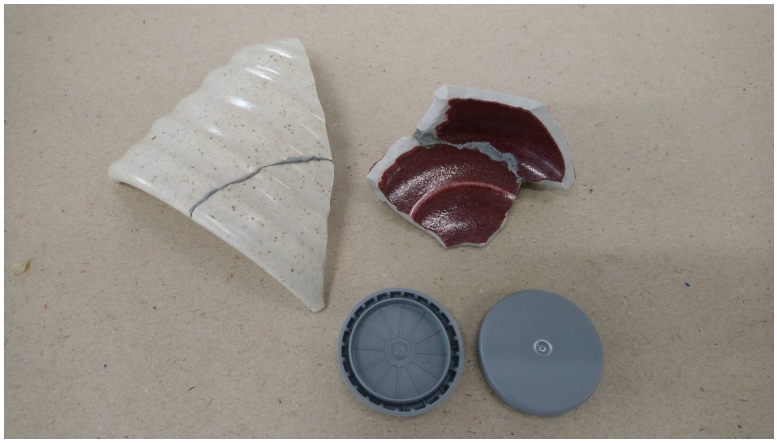
เมื่อศึกษาเศษวัสดุเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตแล้ว รูปแบบประเภทความเสียหายหรือมีตำหนิที่น่าสนใจมี 3 รูปแบบ คือ บิดเบี้ยว แตกร้าว เคลือบไม่สมบูรณ์ ดังนั้น ลักษณะความผิดพลาดและเสียหายที่เกิดขึ้นระหว่างกระบวนการผลิตทำให้เกิดของเหลือทิ้งที่ต้องใช้การสังเกตในการพิจารณาความเสียหาย และมองเห็นได้ด้วยตาเปล่าได้ไม่ชัดนัก กระบวนการจัดการส่วนใหญ่จะเป็นการนำออกไปขายต่อในราคาที่ถูกลง อย่างไรก็ตาม ปริมาณการกำจัดทิ้งด้วยวิธีนี้จะมีไม่มากนัก ขยะที่เหลือทิ้งจึงยังคงมีปริมาณที่มาก

ในขณะที่ความเสียหายที่เกิดจากรอยแตกร้าวเกิดขึ้นชัดเจน และเป็นส่วนใหญ่ของเศษขยะเหลือทิ้งที่ไม่สามารถนำไปขายต่อหรือสามารถใช้งานได้อีก เศษเซรามิกประเภทนี้จึงมีปริมาณมากและยากต่อการกำจัดทิ้ง ดังนั้น การทดลองในงานวิจัยนี้ จึงมุ่งเน้นไปที่ประเภทความเสียหายจากรอยแตกร้าวเป็นหลัก เพื่อพัฒนาไปสู่งานออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อสิ่งแวดล้อม ด้วยแนวคิด upcycle เนื่องจากเป็นความเสียหายที่ตรงกับแนวคิดของงานวิจัยนี้

การทดลองวัสดุในรูปแบบต่าง ๆ ผู้วิจัยทำการทดลองและพัฒนารูปแบบที่เป็นไปได้ในแต่ละขั้น ดังนี้

การทดลองขั้นที่ 1

(1) การทดลองที่ 1: การทดลองประสานด้วยวัสดุอื่น



ภาพที่ 3-11: การทดลองประสานวัสดุเซรามิกด้วยพลาสติก (ชนิดที่ 1) โดยการใช้ความร้อน
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-12: การทดลองประสานวัสดุเซรามิกด้วยพลาสติก (ชนิดที่ 2) โดยการใช้ความร้อน
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

(2) การทดลองที่ 2: การทดลองใช้เศษเซรามิกขนาดเล็กประสานด้วยพลาสติกละลาย

ภาพที่ 3-13: การทดลองใช้เศษเซรามิกขนาดเล็กประสานด้วยพลาสติกละลาย
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

การทดลองขั้นที่ 2

(1) การทดลองที่ 1: การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ

ภาพที่ 3-14: การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 3-15: การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

จากการทดลองขั้นที่ 2 ผู้วิจัยเล็งเห็นว่า แนวคิดการประสานระหว่างเศษวัสดุเซรามิกและวัสดุอื่น มีความเป็นไปได้ จึงนำไปสู่การทดลองในขั้นที่ 3

การทดลองขั้นที่ 3:

(1) การทดลองที่ 1: การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ

ภาพที่ 3-16: การทดลองใช้ความร้อนละลายพลาสติกเพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

(2) การทดลองที่ 2: การทดลองประสานระหว่าง 2 วัสดุ ด้วยเทคนิคร้อย สาน และเซาะร่องไม้

ภาพที่ 3-17: การทดลองประสานระหว่าง 2 วัสดุ ด้วยเทคนิคร้อย สาน และเซาะร่องไม้
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

(3) การทดลองที่ 3: การทดลองประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก

ภาพที่ 3-18: การทดลองประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

จากการทดลองทั้งในแต่ละขั้น สามารถสรุปผลการทดลองได้ ดังนี้

ตารางที่ 3-1: สรุปผลการทดลองวัสดุเซรามิกด้วยวิธีต่าง ๆ

	วิธีการทดลอง	**ผลการทดลองและการวิเคราะห์ข้อมูล**
การทดลองขั้นที่ 1		
การทดลองที่ 1	การประสานด้วยวัสดุอื่น	การละลายพลาสติกด้วยความร้อนเพื่อประสานวัสดุเซรามิกไม่สามารถทำได้ เมื่อพลาสติกเย็นลง เศษเซรามิกทั้ง 2 ชิ้นแยกออกจากกัน ใช้เวลานาน และสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า
การทดลองที่ 2	การใช้เศษเซรามิกขนาดเล็กประสานด้วยพลาสติกละลาย	การละลายพลาสติกเพื่อประสานเศษเซรามิกขนาดเล็กเข้าด้วยกัน สามารถทำได้โดยต้องใช้บล็อกเพื่อขึ้นรูปทรงของผลิตภัณฑ์ใหม่ อาจสิ้นเปลืองมากขึ้น และการพัฒนารูปแบบต้องผ่านกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ใช้เวลานาน มีกลิ่นเหม็น และใช้พลังงาน

		ไฟฟ้าค่อนข้างมาก หากต้องการผลิตในเชิงพาณิชย์ จะสิ้นเปลืองทรัพยากรมาก
การทดลองขั้นที่ 2		
การทดลองที่ 1	การใช้ความร้อนละลายพลาสติก เพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ	การละลายพลาสติกเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้ แต่ใช้เวลานาน ต้องใช้บล็อกเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ อาจสิ้นเปลืองมากขึ้น และการพัฒนารูปแบบต้องผ่านกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ใช้เวลานาน มีกลิ่นเหม็น และใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก หากต้องการผลิตในเชิงพาณิชย์ จะสิ้นเปลืองทรัพยากรมาก
การทดลองขั้นที่ 3		
การทดลองที่ 1	การใช้ความร้อนละลายพลาสติก เพื่อประสานระหว่าง 2 วัสดุ	การละลายพลาสติกเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ สามารถทำได้ แต่ใช้เวลานาน ต้องใช้บล็อกเพื่อขึ้นรูปผลิตภัณฑ์ อาจสิ้นเปลืองมากขึ้น และการพัฒนารูปแบบต้องผ่านกระบวนการคิดที่ซับซ้อน ใช้เวลานาน มีกลิ่นเหม็น และใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างมาก หากต้องการผลิตในเชิงพาณิชย์ จะสิ้นเปลืองทรัพยากรมาก
การทดลองที่ 2	การประสานระหว่าง 2 วัสดุ ด้วยเทคนิคร้อยสาน และเซาะร่องไม้	การใช้เทคนิคที่หลากหลายเพื่อประสานระหว่างวัสดุไม้และเซรามิกสามารถทำได้ ทำให้เกิดผลิตภัณฑ์ในรูปแบบที่น่าสนใจ เป็นการผสมผสานภูมิปัญญาเพื่อต่อยอดผลิตภัณฑ์ได้
การทดลองที่ 3	การทดลองประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก	การใช้ยางรักเพื่อประสานระหว่างวัสดุไม้และเซรามิกสามารถทำได้ ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง เกิดลวดลายใหม่ ๆ สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีอัตลักษณ์ที่น่าสนใจ

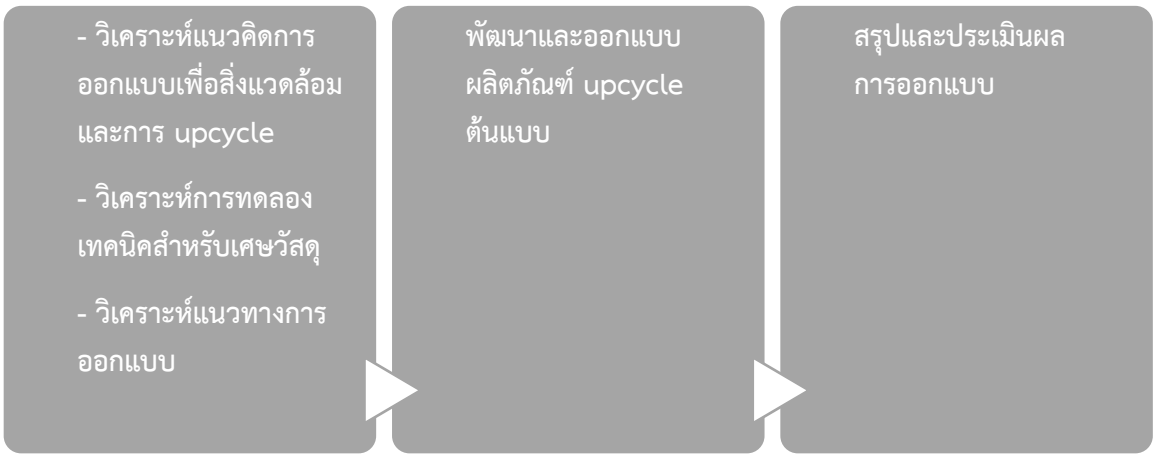
บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูลและผลงานการออกแบบ

ในการศึกษานี้ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล ทดลองวัสดุ และวิเคราะห์ผล เพื่อพัฒนาเศษวัสดุเซรามิกอย่างสร้างสรรค์เพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และเพื่อให้สอดคล้องตามวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ผู้วิจัยจึงสรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลที่จะเป็นแนวทางในการออกแบบ โดยมีหัวข้อย่อย ดังนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.2 ผลงานการออกแบบ

4.3 การประเมินงานออกแบบ



ภาพที่ 4-1: ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1.1 การออกแบบผลิตภัณฑ์ด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม ที่ใช้เศษวัสดุเซรามิกเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตเป็นวัสดุหลัก ผ่านกระบวนการที่ทำให้มีคุณภาพและประโยชน์เพิ่มมากขึ้น รวมทั้งใช้ความคิดสร้างสรรค์ สร้างความสวยงาม พร้อมทั้งคำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย เป็นการยืดอายุวัสดุให้เป็นขยะให้ช้าลง ซึ่งเป็นแนวคิดที่สอดคล้องกับการ upcycle

4.1.2 เทคนิคจากทดลองที่เลือกใช้ในงานออกแบบ มี 2 รูปแบบ คือ การประสานระหว่าง 2 วัสดุ ด้วยการ ร้อย สาน และเซาะร่องไม้ และการประสานเศษเซรามิกและไม้ด้วยยางรัก เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับการใช้งาน เกิดรูปแบบที่น่าสนใจ ผสมผสานการใช้ภูมิปัญญาในการสร้างสรรค์ผลงาน เป็นการเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์ อีกทั้ง เป็นการจำกัดหรือลดการใช้วัสดุให้น้อยที่สุดในงานออกแบบ เนื่องจากการใช้วัสดุหลายประเภททำให้กระบวนการทำลาย คัดแยกขยะ ต้องใช้พลังงานและทรัพยากรเพิ่มมากขึ้น ซึ่งจะเป็นผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

4.1.3 ผลงานต้นแบบจากการวิจัยนี้เป็นการออกแบบผลิตภัณฑ์ประเภทไลฟ์สไตล์ ที่เน้นความสวยงามและสอดคล้องกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ เข้ากับยุคสมัยปัจจุบัน

ภาพที่ 4-2: Moodboard สำหรับการออกแบบ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

4.1.4 การกำหนดกลุ่มเป้าหมายเป็นปัจจัยสำคัญที่มีผลต่อการออกแบบประเภทของผลิตภัณฑ์และวิธีการใช้งาน โดยการกำหนดด้วยลักษณะทางจิตภาพและพฤติกรรมเป็นสำคัญ คือ กลุ่มคนวัยทำงานที่ใส่ใจเรื่องความโดดเด่น ความคิดสร้างสรรค์ และจริยธรรม เป็นกลุ่มคนที่เต็มใจจะจ่ายเงินที่แพงขึ้น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เป็นกลุ่มที่ชอบลองและลงมือทำสิ่งใหม่ ๆ ที่เป็นการฟื้นฟูและเยียวยาจิตใจ และหลีกหนีการอยู่ในสังคมที่เคร่งครัด แต่ยังคงเป็นกลุ่มคนที่มีความพิถีพิถันในการใช้ชีวิต

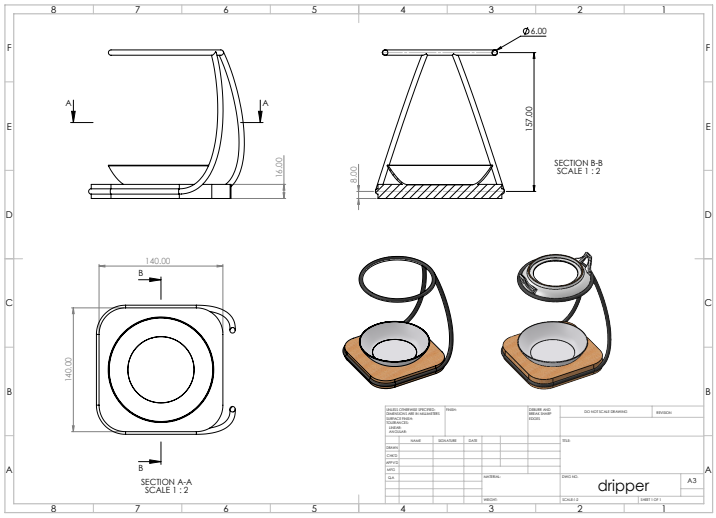
ภาพที่ 4-3: กลุ่มเป้าหมายสำหรับการออกแบบ

ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

4.2 ผลงานการออกแบบ

ผลงานการออกแบบจากงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยผลิตภัณฑ์ต้นแบบ จำนวน 5 ชิ้น ดังนี้

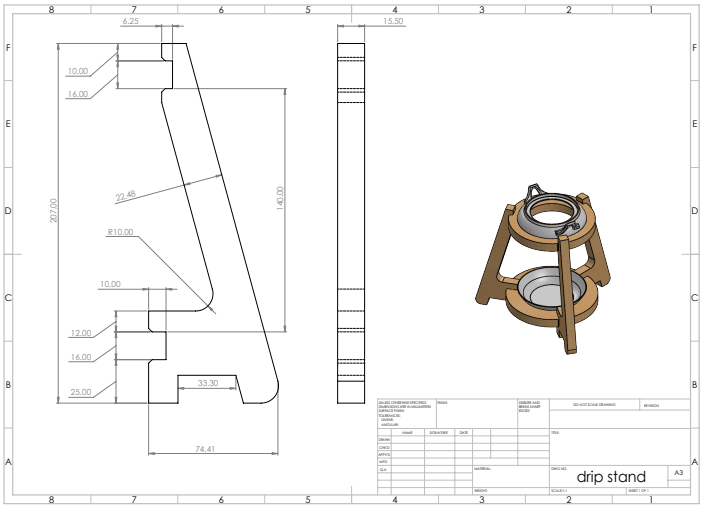
4.2.1 ที่ดริปกาแฟและถาด ประกอบด้วย ที่ดริปกาแฟ จำนวน 2 รูปแบบ และ ถาด จำนวน 1 รูปแบบ



ภาพที่ 4-4: ภาพ 3 มิติ ที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 1

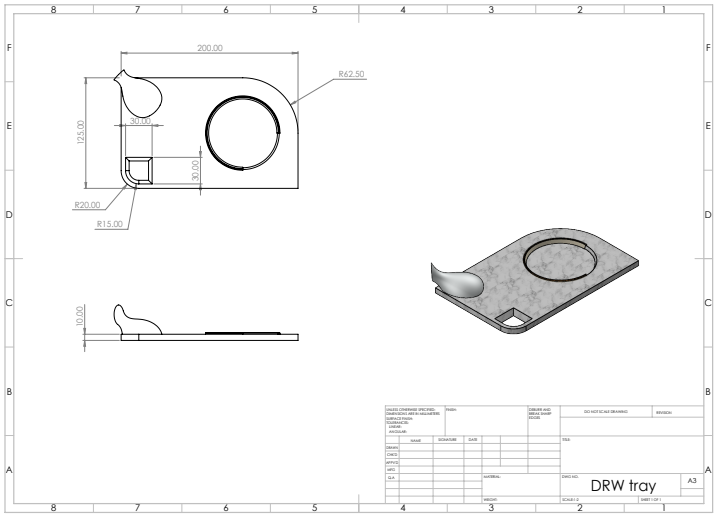
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 4-5: ผลิตภัณฑ์ที่ดริปกาแฟต้นแบบ รูปแบบที่ 1
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์



ภาพที่ 4-6: ภาพ 3 มิติ ที่ดริปกาแฟ รูปแบบที่ 2
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 4-7: ผลิตภัณฑ์ที่ดริปกาแฟต้นแบบ รูปแบบที่ 2
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์



ภาพที่ 4-8: ภาพ 3 มิติ ถาด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 4-9: ผลิตภัณฑ์ถาดต้นแบบ
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

4.2.2 เก้าอี้ จำนวน 1 รูปแบบ (2 ขนาด)

ภาพที่ 4-10: ผลิตภัณฑ์เก้าอี้ต้นแบบ จำนวน 1 รูปแบบ 2 ขนาด
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

4.3 การประเมินงานออกแบบ

ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานผลิตภัณฑ์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ตรงกับกลุ่มเป้าหมายที่กำหนด สามารถอธิบายผลได้ ดังนี้

4.3.1 ที่ดริปกาแฟและถาด

ที่ดริปกาแฟ มีความสวยงาม รูปแบบน่าสนใจ สามารถใช้งานได้ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมายทั้ง 2 รูปแบบ โดยมีรูปแบบที่ 1 ง่ายต่องานใช้งาน ในขณะที่รูปแบบที่ 2 มีรูปแบบที่แปลกตา

ข้อเสนอแนะ

รูปแบบที่ 1 ปรับขนาดและความโค้งของแกนเหล็กให้โค้งน้อยลง เพื่อให้มีความสวยงามมากยิ่งขึ้น

รูปแบบที่ 2 ปรับขนาดความหนาของไม้ให้บางลง เพื่อเพิ่มความสวยงาม และอาจเปลี่ยนสีของไม้ให้เข้มขึ้น เพื่อเพิ่มให้ชิ้นงานส่วนของเซรามิกมีความโดดเด่นยิ่งขึ้น

ภาพที่ 4-11: การทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อประเมินผลการใช้งาน
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ภาพที่ 4-12: การทดลองใช้งานผลิตภัณฑ์ต้นแบบเพื่อประเมินผลการใช้งาน
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

ถาด มีรูปแบบน่าสนใจ

ข้อเสนอแนะ

ปรับขนาดสำหรับการถือให้ใหญ่ขึ้น เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน และปรับรูปแบบให้หลากหลายที่ผู้ใช้งานที่ถนัดซ้ายและขวา สามารถใช้งานได้ และอาจเพิ่มขนาดของถาดให้ใหญ่เพื่อเพิ่มพื้นที่ในการวางขนม

เก้าอี้ มีรูปแบบที่แปลกใหม่น่าสนใจ แต่ยังไม่แข็งแรง ทนทาน เนื่องจากรูปแบบของขาเก้าอี้

ข้อเสนอแนะ

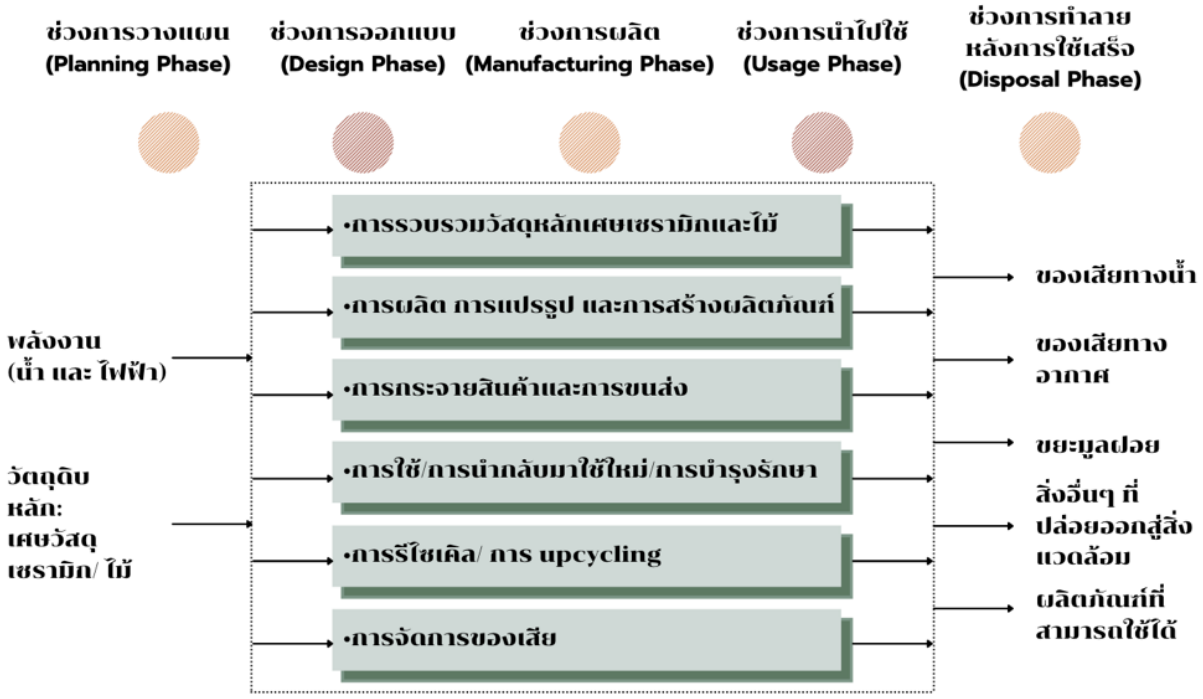
ปรับรูปแบบขาเก้าให้ ให้สามารถใช้งานได้จริง หรือเพิ่มความแข็งแรงด้วยโครงสร้างที่รองรับน้ำหนักได้ดียิ่งขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling จากเศษวัสดุเซรามิก และทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่จะนำมาซึ่งข้อค้นพบเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling ที่จะเป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้บริโภค เป็นการชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิก โดยสรุปผลการวิจัยได้ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 แนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และแนวคิด Upcycling ที่จะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิก



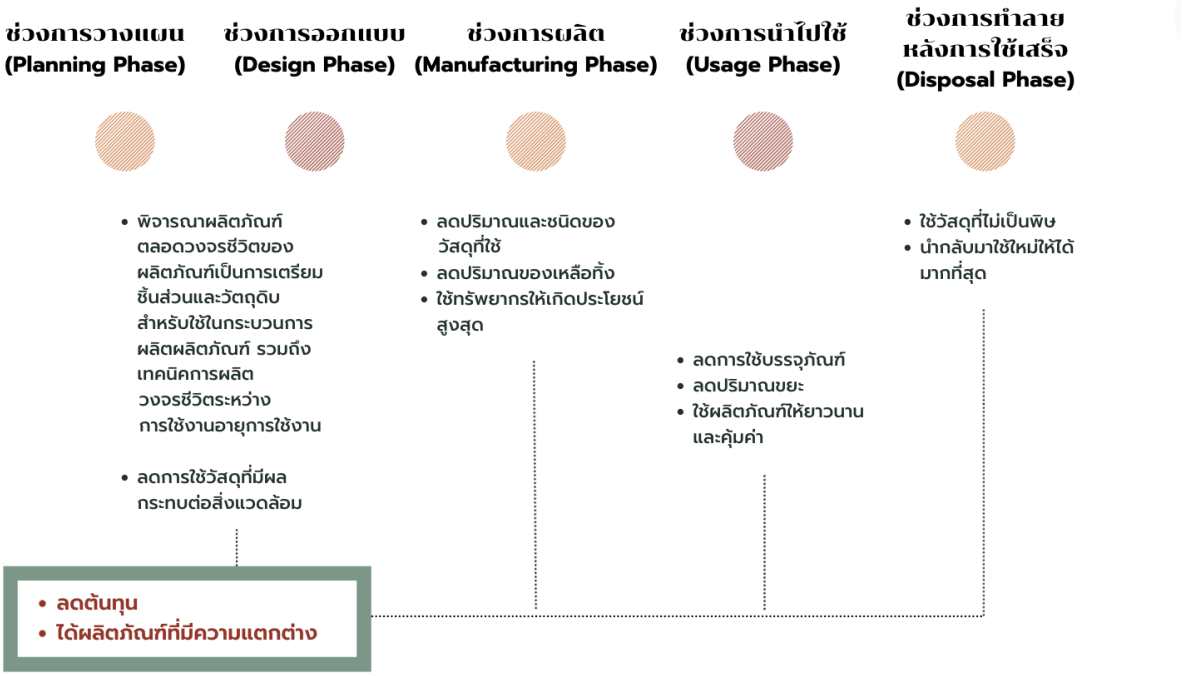
ภาพที่ 5-1: วัฏจักรชีวิตของผลิตภัณฑ์เซรามิกเหลือใช้

ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินท์ รังสิตสวัสดิ์

จากการศึกษา พบว่า แนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม และการ Upcycling ที่เป็นประโยชน์ในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิก มีองค์ประกอบ ดังนี้

(1) หลักการ 4R

หลักการ 4R ประกอบด้วย การลด (Reduce) การใช้ซ้ำ (Reuse) การนำกลับมาใช้ใหม่ (Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) จัดเป็นกระบวนการหลักในการใช้เพื่อพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ upcycling ที่จะคำนึงถึงผลกระทบที่จะเกิดต่อสิ่งแวดล้อมในทุกช่วงวงจรชีวิตของผลิตภัณฑ์ ซึ่งมีแนวคิดที่สอดคล้องกับกระบวนการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมและทฤษฎีต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกัน โดย ไทยพับลิก้า (2018) ได้กล่าวถึง แนวคิดของระบบเศรษฐกิจหมุนเวียน (Circular Economy) ของโลกปัจจุบันว่า มีการปรับรูปแบบธุรกิจมาเป็น “การนำกลับมาใช้ใหม่ กลับมาผลิตใหม่ ให้เป็นของใหม่” บนพื้นฐานออกแบบใหม่ โดยมีเป้าหมายเพื่อรักษาและเพิ่มการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพให้เกิดประโยชน์สูงสุด และลดผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมให้น้อยที่สุด นอกจากนี้ แนวคิดการ Upcycle ก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่นำทรัพยากรที่ใช้แล้วกลับมาใช้ให้เป็นวัสดุใหม่หรือผลิตภัณฑ์ใหม่ก็เกิดขึ้น เป็นการแปลงวัสดุที่มีมูลค่าให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ที่มีมูลค่าสูง (“Upcycling the Ocean วิถีความยั่งยืนของธุรกิจแฟชั่น,” 2018)



ภาพที่ 5-2: การใช้แนวคิดหลัก 4R ในทุกช่วงชีวิตของผลิตภัณฑ์ upcycling เซรามิกเหลือใช้
ที่มา: ฝนทิพย์ วรรธนะศิรินทร์ รังสิตสวัสดิ์

(2) การยืดอายุการใช้งานผลิตภัณฑ์และวัสดุ

การยืดอายุของเศษวัสดุเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ใช้ในการพัฒนาและออกแบบ เพื่อทดแทนกระบวนการรีไซเคิลที่ต้องใช้พลังงานและทรัพยากรสูง โดย น้อยไร่ภูมิ และ อินทรชูโต (2017) อธิบายว่า การรีไซเคิลอาจเสียค่าใช้จ่ายมากกว่าการผลิตวัสดุขึ้นใหม่ เพราะผลิตภัณฑ์เหล่านั้นผลิตขึ้นจากวัสดุที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาให้สามารถนำกลับมาผลิตใหม่ได้ง่าย ดังนั้น การ upcycle จึงเป็นนวัตกรรมผลิตวัสดุแบบใหม่เพื่อลดจุดด้อยของการรีไซเคิล สอดคล้องกันกับบทความจาก The Standard ที่ได้หยิบยกปัญหาจากขยะพลาสติก ซึ่งสร้างผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมมาอธิบายเกี่ยวกับกระบวนการ upcycle ว่า โลกที่ปราศจากการใช้พลาสติก 100% นั้นอาจไม่มีทางเป็นจริงได้ ทางแก้ไขและการจัดการขยะที่ถูกวิธีและเป็นการแก้ไขปัญหาได้อย่างยั่งยืน คือ การยืดอายุวัสดุให้เป็นขยะให้ช้าลง ด้วยการเปลี่ยนขยะพลาสติกให้มีมูลค่า หรือเรียกกระบวนการนี้ว่า upcycle เป็นการใช้ความคิดสร้างสรรค์ โดยผ่านกระบวนการแปรสภาพที่ใช้พลังงานหรือกระบวนการทางเคมีให้น้อยที่สุด (“ของเสียแต่ไม่เสียของด้วย ‘Upcycle’ กระบวนการอัพมูลค่าขยะไร้ค่าให้กลายเป็นของแต่งบ้านดีไซน์เก๋,” 2019).

(3) การปรับเปลี่ยนรูปแบบการใช้งาน

การ upcycle เป็นกระบวนการแปลงสภาพวัสดุให้มีรูปแบบการใช้งานที่แตกต่างจากเดิม เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุเหลือใช้ ตามที่ สิงห์ อินทรชูโต (2013) ได้อธิบายกระบวนการ upcycle ว่าเป็นการทำให้วัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ไม่สามารถใช้งานตามหน้าที่ เดิมให้กลายเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพและมูลค่าสูง ขึ้นอีกทั้งยังเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม (Intrachooto, 2013) เช่นเดียวกันกับ วาลิด อัล ดามีร์ยี ผู้อยู่เบื้องหลังแบรนด์ By Walid ในอังกฤษ ได้ให้ความหมายของ upcycling ว่า “เป็นการ repurpose นำของที่ใช้อยู่ไปดัดแปลงเพื่อใช้ประโยชน์ในวัตถุประสงค์อื่น และเป็นการคืนชีวิตให้กับบางสิ่งที่ถูกหลงลืมไป” (“Upcycling the Ocean วิถีความยั่งยืนของธุรกิจแฟชั่น,” 2018)

5.1.2 การศึกษาและทดลองเทคนิคในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกที่จะนำมาซึ่งข้อค้นพบเกี่ยวกับข้อดี ข้อเสีย ของเทคนิคต่าง ๆ ที่สามารถนำไปใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycling

ในการศึกษาและทดลองเทคนิคต่าง ๆ ในการแปรรูปเศษวัสดุเซรามิกเหลือใช้ พบว่า แต่ละเทคนิคนั้นมีทั้งข้อดี และข้อเสียที่แตกต่างกันไป ดังนั้น วิธีการที่นำมาใช้ประโยชน์ให้สูงสุด จึงต้องพิจารณารอบด้าน โดยมีปัจจัยด้านผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมเป็นสำคัญ สอดคล้องกับข้อมูลจาก Green Network Thailand (2019) อธิบายแนวคิดการนำวัสดุเหลือใช้มาผ่านกระบวน upcycle ว่าเป็นการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดยไม่ทำให้คุณภาพและส่วนประกอบของวัสดุลดลงเพื่อการใช้งานครั้งต่อไป ยกตัวอย่างเช่น ช้อนส้อมพลาสติก ขวดน้ำดื่มพลาสติกถูกนำกลับมาใช้ใหม่ แต่ส่วนใหญ่มักจะไม่สามารถเปลี่ยนกลับไปเป็นภาชนะที่เกี่ยวข้องกับสิ่งใดก็ตามที่สามารถบริโภคได้

เนื่องจากความเสี่ยงของสิ่งที่ซึมเข้าไปในพลาสติก เป็นผลให้สิ่งเหล่านี้จะถูกนำไป Upcycled เป็นสิ่งของ เช่น พรม ของเล่น ม้านั่ง โคมไฟ แจกัน (Upcycle และ Recycle วิถีแห่งความยั่งยืน, 2019) เช่นเดียวกันกับบทความเรื่อง ขยะ + ไอเดีย = Upcycling นำเสนอว่า Upcycle เน้นการออกแบบเป็นเครื่องมือในการแปรรูปสินค้า ทำให้ธุรกิจต่าง ๆ มีสินค้าน่าสนใจและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้น แนวความคิด Upcycle เป็นเการอนุรักษ์ที่มากกว่าการ reuse หรือ recycle แบบเดิม ๆ แต่เป็นการนำมาผลิตเป็นของใหม่ด้วยการใช้นวัตกรรมและการออกแบบ เพื่อมีเป้าหมายในการใช้ทรัพยากรอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด (ศิลปการประดิษฐ, 2020)

5.1.3 การพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นทางเลือกใหม่ ชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิกได้

จากการทดสอบและประเมินผลการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์เซรามิกเหลือใช้ โดยวิธีการสัมภาษณ์กลุ่มผู้ใช้งาน ซึ่งเป็นกลุ่มเป้าหมายของการออกแบบ พบว่า ผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม เป็นทางเลือกใหม่ให้กับผู้ใช้งาน ที่ต้องการความแปลกใหม่ รูปแบบที่แตกต่าง อีกทั้งเป็นการชะลอการเกิดขยะ และสามารถเพิ่มมูลค่าของเศษเซรามิกเหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตได้

ระดับความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับการเป็นผลิตภัณฑ์ทางเลือกใหม่ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ระดับความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับการชะลอการเกิดขยะ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

ระดับความคิดเห็นโดยรวมเกี่ยวกับการเพิ่มมูลค่าของเศษวัสดุเซรามิกได้ โดยรวมอยู่ในระดับมาก

5.2 ข้อเสนอแนะ

ข้อจำกัดของงานศึกษาวิจัยนี้ คือ กระบวนการทดลองที่มีแหล่งอ้างอิงเกี่ยวกับกระบวนการแปรสภาพวัสดุจำนวนน้อย ทำให้อาจยังไม่สามารถสรุปข้อค้นพบที่ดีที่สุดได้ งานวิจัยนี้จึงเป็นทางเลือกและแนวทางหนึ่งในการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุเซรามิกเหลือทิ้ง ที่สามารถเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจนำไปประยุกต์ใช้ได้ในอนาคต นอกจากนี้กระบวนการแปรรูปผลิตภัณฑ์เศษวัสดุเซรามิกจะต้องใช้เวลานานในการทดสอบและส่วนใหญ่จะกระบวนการฝีมือเช่นเดียวกันกับรูปแบบตั้งต้นในการผลิตผลิตภัณฑ์เซรามิก ทำให้กระบวนการ upcycle ในอุตสาหกรรมเซรามิกยังไม่ได้ถูกนำไปพัฒนาอย่างกว้างขวางดังเช่นวัสดุเหลือทิ้งอื่น ๆ ซึ่งจากผลการศึกษาทั้งหมด สามารถสรุปเป็นข้อเสนอแนะสำหรับการพัฒนาและออกแบบผลิตภัณฑ์ Upcycle จากเศษวัสดุเซรามิกด้วยแนวคิดการออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อมได้ ดังนี้

5.2.1 ควรมีการเผยแพร่ให้ความรู้ด้านการจัดการของเสีย การพัฒนานวัตกรรม และการวางแผนอย่างเป็นระบบ โดยมีภาครัฐเข้ามามีส่วนช่วยในการสนับสนุน เพื่อให้กระบวนการเกิดขึ้นได้จริงและยั่งยืน

5.2.2 ผู้ประกอบการและผู้มีส่วนเกี่ยวข้องแต่ละรายควรทำการศึกษาและพัฒนาการจัดการเศษวัสดุเซรามิกของตนเอง รวมทั้งสร้างเครือข่ายและรวมกลุ่มกันระหว่างผู้ประกอบการ เพื่อร่วมหาแนวทาง แลกเปลี่ยนทัศนคติ พัฒนาศักยภาพและสร้างนวัตกรรม ที่แก้ไขปัญหาขยะเหลือทิ้ง และลดผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมอื่น ๆ

บรรณานุกรม

Aouf, R. S. (2020, November 18). *Lucas Muñoz designs Mo de Movimiento restaurant interior using waste materials*. Dezeen. Retrieved November 28, 2021, from https://www.dezeen.com/2021/11/18/mo-de-movimiento-sustainable-restaurant-interior-lucas-munoz/

Braungart, M., & McDonough, W. (2002). Cradle to cradle: Remaking the way we make things (2nd ed.). United Kingdom: Vintage books.

Climate change and health. (2021, October 21). World Health Organization (WHO). Retrieved November 28, 2021, from https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-and-health

Ermolenko, D. (2020, September 8). *WHEN HISTORY HAS A FUTURE - LUFTHANSA UPCYCLING COLLECTION 2.0*. 50skyshades. Retrieved November 24, 2021, from https://50skyshades.com/news/airlines/when-history-has-a-future-lufthansa-upcycling-collection-20#google_vignette

GC. (2563a, February 4). *GC เปิดโครงการ Upcycling Upstyling ต่อยอดการออกแบบผลิตภัณฑ์ ECO-Design*. Retrieved November 24, 2021, from https://gccircularliving.pttgcgroup.com/th/news/better-living/493/gc-%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B8%B4%E0%B8%94%E0%B9%82%E0%B8%84%E0%B8%A3%E0%B8%87%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3-upcycling-upstyling-%E0%B8%95%E0%B9%88%E0%B8%AD%E0%B8%A2%E0%B8%AD%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B9%81%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%9C%E0%B8%A5%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%A0%E0%B8%B1%E0%B8%93%E0%B8%91%E0%B9%8C-eco-design

GC. (2563b, May 20). *เปลี่ยนขยะพลาสติกให้กลายเป็น หลอดกันกระแทก ตอบโจทย์การขนส่งสินค้ากับโครงการ Upcycling Upstyling*. Retrieved November 24, 2021, from https://gccircularliving.pttgcgroup.com/en/blogs/533

GC โชว์ผลงานจากขยะพลาสติก ครบทั้งฟังก์ชัน-ดีไซน์. (2563, July 15). เดลินิวส์. Retrieved November 24, 2021, from https://www.dailynews.co.th/article/784905/

Grand View Research. (2019, September). *Ceramics Market Size, Share & Trends Analysis Report*

By Product (Traditional, Advanced), By Application (Sanitary Ware, Abrasives, Tiles), By End-Use; By Region, And Segment Forecasts, 2019 - 2025 (No. 978–1-68038-621–9). https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/ceramics-market

Green Network. (2019, November 22). *Upcycle และ Recycle วิถีแห่งความยั่งยืน*. Green Network Thailand. Retrieved November 23, 2021, from https://www.greennetworkthailand.com/upcycle-upcycling-recycle-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/

Industry Team แนวโน้มธุรกิจและอุตสาหกรรมไทย ปี 2564-2566 https://www.krungsri.com/th/research/industry/summary-outlook/industry-summary-outlook-2021-2023 Retrieved 16 พฤศจิกายน 2564

Innovation Hub KKU. (2019, October 9). *Freitag-แบรนด์กระเป๋าสตรีทแฟชั่น ที่สร้างจากผ้าใบรถบรรทุก*. Innohubkku.Com. Retrieved November 24, 2021, from https://www.innohubkku.com/content/12456/freitag-แบรนด์กระเป๋าสตรีทแฟชั่น-ที่สร้างจากผ้าใบรถบรรทุก

Kintsugi ศิลปะแห่งความไม่สมบูรณ์. (n.d.). Bareo-Isyss. Retrieved November 29, 2021, from https://www.bareo-isyss.com/service/art-culture/kintsugi/

Lovelady, C. H. (n.d.). *Upcycling For a Better World*. NC REALTORS. Retrieved November 23, 2021, from https://www.ncrealtors.org/upcycling-for-a-better-world/

Lufthansa. (n.d.). *The exclusive collection for aviation enthusiasts*. Retrieved November 24, 2021, from https://www.worldshop.eu/en/lufthansa-aviation/lufthansa-upcycling-collection/?p=GOraa87ZMVI&etcc_cmp_onsite=upcycling&etcc_med_onsite=lp_upcycling_cta_zur_upcycling_cat&etcc_cu=onsite

Lufthansa upcycles old aircraft parts into homeware collection. (2020, October 1). Globetrender. Retrieved November 24, 2021, from https://globetrender.com/2020/10/01/lufthansa-upcycling-collection/

Mantovani, A. (2019, September 20). *KINTSUGI AND THE ART OF REPAIR: life is what makes us*. Medium. Retrieved November 29, 2021, from https://medium.com/@andreamantovani/kintsugi-and-the-art-of-repair-life-is-what-makes-us-b4af13a39921

MDIC. (2020, December 23). Wreck เฟอร์นิเจอร์จากเซรามิกเหลือใช้โดย Bentu Design. *CEA (Creative Economy Agency)*. https://hr.tcdc.or.th/en/Articles/Detail/wreck

OKMD สำนักงานบริหารและพัฒนาองค์ความรู้ (องค์การมหาชน). (2021, August 17). *Upcycle เทรนด์ใหม่ของคนสายกรีน*. OKMD. Retrieved November 23, 2021, from https://www.okmd.or.th/okmd-kratooktomkit/4396/

Reduce, Reuse, Recycle, Repair และ Upcycle คืออะไร. (n.d.). IURBAN. Retrieved November 22, 2021, from https://www.iurban.in.th/diy/reduce-reuse-recycle-repair-upcycle/

SME Thailand. (2018, July 12). *รีไซเคิลแบบมีสไตล์ FREITAG แบรนด์ขวัญใจคนรักษ์โลก*. SME Thailand Club. Retrieved November 24, 2021, from https://www.smethailandclub.com/marketing-2858-id.html

SME Thailand. (2020, June 24). *เกาะกระแส "Circular Design" ดีไซน์เปลี่ยนโลก เพิ่มโอกาสธุรกิจสินค้าออกแบบยุคใหม่*. SME Thailand Club. Retrieved November 22, 2021, from https://www.smethailandclub.com/design-5979-id.html

Thornton, K. (1994, October 11). Reiner pilz, salvo in Germany. UK: SalvoNEWS

THE STANDARD TEAM. (2562, October 7). ของเสียแต่ไม่เสียของด้วย 'Upcycle' กระบวนการอัพมูลค่าขยะไร้ค่าให้กลายเป็นของแต่งบ้านดีไซน์เก๋. The Standard. Retrieved November 28, 2564, from https://thestandard.co/ichitan-green-factory-zero-waste/

Upcycle และ Recycle วิถีแห่งความยั่งยืน. (2019, November 22). Green Network Thailand. Retrieved December 3, 2021, from https://www.greennetworkthailand.com/upcycle-upcycling-recycle%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/

Upcycling the Ocean วิถีความยั่งยืนของธุรกิจแฟชั่น. (2018, September 24). *ThaiPublica*. https://thaipublica.org/2018/08/upcycling-the-ocean-fashion-sustainability-circular-economy/

กรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ. (2019, July 1). *อะไรคือ 'อัพไซเคิล' UPCYCLE*. Think Trade Think DITP ชี้ช่องการค้า. Retrieved November 23, 2021, from https://thinktradethinkditp.com/what-is-upcycle/

เกลื่อนเมฆ, รักเร่. (2547). *อุตสาหกรรมเซรามิก*. สำนักอุตสาหกรรมพื้นฐาน กรมอุตสาหกรรมพื้นฐานและเหมืองแร่.

ของเสียแต่ไม่เสียของด้วย ‘Upcycle’ กระบวนการอัพมูลค่าขยะไร้ค่าให้กลายเป็นของแต่งบ้านดีไซน์เก๋. (2019, October 7). *The Standard*. https://thestandard.co/ichitan-green-factory-zero-waste/

คะเนเร็ว, วณัส. (2019, February 26). *อิทธิพลจาก Freitag ‘ฟรายถาก’ กับเทรนด์ Upcycle ของแบรนด์ไทย*. Craft ‘N’ Roll. Retrieved November 24, 2021, from https://craftnroll.net/craft-insight/insight/freitag-upcycle-thailand/

จันทร์เด่นดวง, ฉัตรชัย. (n.d.). *การออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม*. ECO SHOP ศูนย์การเรียนรู้งานออกแบบที่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม. Retrieved November 22, 2021, from http://www.greenscentsorganic.com/article/129

น้อยไร่ภูมิ, จักรสิน. อินทรชูโต, สิงห์. (2017). กระบวนการพัฒนานวัตกรรมวัสดุอัพไซเคิลในประเทศไทย (Innovation Development Pattern of Upcycled Materials in Thailand). *Journal of Architectural Research and Studies*, *14*(1), 47–60.

นันทสิงห์, ณัฐฐินันท์. (2020, December 3). *เมืองรีไซเคิล: การออกแบบหมุนเวียน (Circular Design) สร้างชีวิตคนเมืองได้อย่างไร?* Kind. Retrieved November 22, 2021, from https://kindconnext.com/kindworld/circular-design/

เปรมสำราญ, ปอ. (2018, February 14). *วิถีแห่ง ‘วะบิ-ซะบิ’ ความงามที่มีรอยตำหนิและกาลเวลาเป็นกัลยาณมิตร*. The Momentum. Retrieved November 29, 2021, from https://themomentum.co/wabi-sabi/

พรหมภิบาล, ศรุติ. (2020, August 5). *เมื่อแฟชั่นไม่ได้เป็นแค่วิถีการแต่งกายแต่หมายถึงอีกขั้นของความห่วงใยโลก*. KINdCONNEXT. Retrieved November 25, 2021, from https://kindconnext.com/kindworld/%e0%b9%80%e0%b8%a1%e0%b8%b7%e0%b9%88%e0%b8%ad%e0%b9%81%e0%b8%9f%e0%b8%8a%e0%b8%b1%e0%b9%88%e0%b8%99%e0%b9%84%e0%b8%a1%e0%b9%88%e0%b9%84%e0%b8%94%e0%b9%89%e0%b9%80%e0%b8%9b%e0%b9%87%e0%b8%99%e0%b9%81/

พิมพ์ดี, ณปภัช. (2560, June 4). *เคมีกับเซรามิกส์*. SciMath. Retrieved November 25, 2021, from https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7140-2017-06-04-08-43-52

มูลนิธิสถาบันสิ่งแวดล้อมไทย. (2555, May). *คู่มือ Lean Management for Environment สำหรับอุตสาหกรรมเซรามิก*.

ไวทยวงศ์สกุล, สุรศักดิ์. (2560, June 4). *เคมีกับเซรามิกส์*. SciMath. Retrieved November 27, 2021, from https://www.scimath.org/lesson-chemistry/item/7140-2017-06-04-08-43-52

ศรีสุวรรณ์, ปรีดา, & อุทิศวรรณกุล, พัดชา. (2019). การออกแบบแฟชั่นยั่งยืน THE CREATION OF SUSTAINABLE FASHION. *Veridian E-Journal*, *12*(5), 711–728.

ศิลปการประดิษฐ, อรุณี. (2020, August 7). *ขยะ + ไอเดีย = Upcycling*. MGR Online. Retrieved December 3, 2021, from https://mgronline.com/mutualfund/detail/9630000080801

สนธิมุล, พชรวรรณ. (2020). *แนวทางการยกระดับศักยภาพอุตสาหกรรมเซรามิกสมัยใหม่ให้ก้าวทันอุตสาหกรรมอนาคต* (OIE SHARE ed., Vol. 68). กลุ่มประชาสัมพันธ์และบริการห้องสมุด สำนักงานเลขานุการกรม สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม.

สานใจวงค์, แสงรวี. (2563). *ทรรศนะความยั่งยืนต่อการประยุกต์ใช้เศรษฐกิจหมุนเวียนในอุตสาหกรรมพลาสติกของประเทศไทย*.

สายอินทวงศ์, คชินท์. (n.d.). *เซรามิก Ceramic*. Thai Ceramic Society. Retrieved November 25, 2021, from http://www.thaiceramicsociety.com/ab_cer.php

สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. (2014, September 9). สรุปภาวะเศรษฐกิจอุตสาหกรรมไตรมาสที่ 2 ปี 2557 (เมษายน - มิถุนายน 2557)(อุตสาหกรรมเซรามิก). *สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม*. https://www.ryt9.com/s/oie/1981746

สำนักหอสมุดและศูนย์สารสนเทศวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (n.d.). *การพัฒนาผลิตภัณฑ์เซรามิก*. ฐานข้อมูลส่งเสริมและยกระดับคุณภาพสินค้า OTOP. Retrieved November 26, 2021, from http://otop.dss.go.th/index.php/en/knowledge/informationrepack/359-2020-01-24-08-42-46?showall=&start=1

สุมะมานนท์, นริศา. (2019, December 12). *‘Kintsugi’ ศิลปะแห่งการแตกร้าว ร่องรอยสวยงามแห่งความบอบช้ำ*. Urban Creature. Retrieved November 28, 2021, from https://urbancreature.co/kintsugi/