การใช้ซ้ำของวัสดุในงานสถาปัตยกรรมโดยกระบวนการ Upcycle

โดย
นางสาวกมลภรณ์ รุ่งแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม แผน ก แบบ ก 2 แนวความคิดในการออกแบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

การใช้ซ้ำของวัสดุในงานสถาปัตยกรรมโดยกระบวนการ Upcycle

โดย
นางสาวกมลภรณ์ รุ่งแสง

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาสถาปัตยกรรม แผน ก แบบ ก 2 แนวความคิดในการออกแบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
ภาควิชาสถาปัตยกรรม
มหาวิทยาลัยศิลปากร
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศิลปากร

REUSE OF MATERIALS IN ARCHITECTURE BY UPCYCLE PROCESSES

By

MISS Kamonphorn ROONGSAENG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for Master of Architecture Architecture

Department of Architecture

Silpakorn University

Academic Year 2022

Copyright of Silpakorn University

หัวข้อ	การใช้ซ้ำของวัสดุในงานสถาปัตยกรรมโดยกระบวนการ Upcycle
โดย	นางสาวกมลภรณ์ รุ่งแสง
สาขาวิชา	สถาปัตยกรรม แผน ก แบบ ก 2 แนวความคิดในการออกแบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจนยุทธ ล่อใจ

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ได้รับพิจารณาอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

.....คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. อภิรดี เกษมศุข)

พิจารณาเห็นชอบโดย

.....ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ ดร. ต้นข้าว ปาณินท์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจนยุทธ ล่อใจ)

.....ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก
(ศาสตราจารย์ ชินศักดิ์ ตัณฑิกุล)

620220040 : สถาปัตยกรรม แผน ก แบบ ก 2 แนวความคิดในการออกแบบ ระดับปริญญามหาบัณฑิต
คำสำคัญ : อัพไซเคิล, กระบวนการออกแบบ, สถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

นางสาว กมลภรณ์ รุ่งแสง: การใช้ซ้ำของวัสดุในงานสถาปัตยกรรมโดยกระบวนการ Upcycle อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจนยุทธ ล่อใจ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษากระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะวัสดุตั้งต้น จากบรรจุภัณฑ์อาหารจากการตั้งคำถามถึงความแตกต่างของกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมที่ใช้อยู่เดิมกับกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลที่มีวัสดุเป็นองค์ประกอบหลักในการออกแบบมีวัตถุประสงค์การวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการเพื่อเป็นแนวปฏิบัติและลดความเสี่ยงความล้มเหลวในงานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล โดยมีสมมุติฐานว่า กระบวนออออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลมีความแตกต่างจากกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม โดยเฉพาะขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ

จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า การอัพไซเคิลเป็นการยกระดับมาจากการรีไซเคิล ซึ่งกระบวนการอัพไซเคิลเป็นตัวขับเคลื่อนหนึ่งของการ re-material ในงานสถาปัตยกรรม จากการศึกษาปัญหาพบว่ามีปัจจัยที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล 3 ปัจจัย ได้แก่ 1) กระบวนการออกแบบ การจัดการกับวัสดุซึ่งมีความแตกต่างจากกระบวนการออออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม 2) ผู้ออกแบบต้องมีองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการและวัสดุ และ 3) วัสดุ ซึ่งไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับงานสถาปัตยกรรมโดยตรง ปัจจัยที่กล่าวมาทำงานทับซ้อนและมีความสัมพันธ์กัน

ผลการศึกษาพบว่า กระบวนการออกแบบอัพไซเคิลสามารถเกิดขึ้นได้ 3 รูปแบบ จากปัจจัยข้างต้นที่แตกต่างกัน ได้แก่ 1) ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุอัพไซเคิลชนิดเดียวกันในวิธีการเดียวกัน เคยศึกษาหรือเชี่ยวชาญและดำเนินการสำเร็จ โดยดำเนินการทำซ้ำในงานสถาปัตยกรรมในวิธีการเดียวกันหรือแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย 2) ผู้ออกแบบมีประสบการณ์ใช้วัสดุเดียวกันในวิธีการที่แตกต่างกัน โดยผู้ออกแบบเคยมีประสบการณ์อัพไซเคิลในวัสดุชนิดเดิม อาจมีปัจจัยบางประการที่ไม่สามารถจัดการกับวัสดุในแบบเดิมได้ หรือการตัดสินใจของผู้ออกแบบที่ต้องการสร้างประสบการณ์ใหม่ วิธีการใหม่กับวัสดุเดิม และ 3) ผู้ออกแบบไม่มีประสบการณ์ในการอัพไซเคิลโดยผู้ออกแบบมีประสบการณ์ในการออกแบบทั่วไปแต่ไม่เคยใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม ในกรณีนี้กระบวนการออกแบบจะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากที่สุดและมีขั้นตอนที่จำเป็นต้องเกิดขึ้นในกระบวนการมากกว่ากระบวนการแบบอื่น

รายละเอียดขั้นตอนกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเริ่มต้นจากแนวความคิดการออกแบบ (Outline design / Concept Design) ผู้ออกแบบทำการออกแบบเค้าร่างโครงการ จากขั้นตอนนี้ลักษณะวัสดุจะถูกกำหนดไว้บางส่วนซึ่งส่งผลให้ขอบเขตวัสดุแคบลง จากนั้นระบุส่วนประกอบที่เป็นไปได้และความต้องการวัสดุ (identify likely component / Material needs) ในขั้นตอนนี้สำหรับผู้ออกแบบที่มีความรู้เกี่ยวกับวัสดุไม่เพียงพอจะศึกษาศักยภาพของวัสดุ (Study Material) จึงระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้ แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบมีองค์ความรู้เกี่ยวกับวัสดุอยู่ก่อนแล้ว ผู้ออกแบบสามารถระบุแหล่งที่มาของวัสดุ (Identify likely sources) ได้ การระบุแหล่งที่มาที่ชัดจะร่นระยะเวลาการจัดหาวัสดุ (seek /purchase good) ซึ่งการจัดหารวบรวมวัสดุเป็นกระบวนการที่ดำเนินการคู่ขนาดไปพร้อมกับขั้นตอนอื่นที่เกิดหลังจากนี้จนกว่าจะมีการก่อสร้างจริง ถ้าการรวบรวมวัสดุไม่สำเร็จหรือไม่เป็นไปตามที่ต้องการ ส่งผลให้เกิดขั้นตอนการหาทางเลือกอื่นหากจำเป็น (Find alternatives if necessary) โดยผู้ออกแบบมักเลือกวัสดุที่มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกันเพื่อให้เกิดการปรับปรุงแก้ไข (Revise design) น้อยที่สุด โดยอาจมีการปรับปรุงหรือปรับสภาพใหม่ (Refurbish / recondition if necessary) ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบจัดหารวบรวมวัสดุสำเร็จจะดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Detail design) เป็นขั้นตอนต่อไป ในโครงการที่มีความซับซ้อนหรือมีการคิดรายละเอียดแบบใหม่จะดำเนินงานโดยการสร้างแบบจำลอง (Mock-up) แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุเดียวกันในวิธีการเดียวกัน หรือการออกแบบรายละเอียดเป็นไปตามแนวทางปฏิบัติการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเดิม ผู้ออกแบบสามารถดำเนินการเตรียมวัสดุ (Material preparation) และดำเนินการก่อสร้าง (Construction)

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมของ Addis (2012) มีขั้นตอนและความซับซ้อนน้อยกว่ากระบวนการออกแบบอัพไซเคิลมาก ไม่สามารถใช้กระบวนการนี้กับการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลได้ และในอีกกรณีหนึ่งกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำของ Addis (2012) เหมือนกันในหลายขั้นตอน แต่ยังมีความแตกต่างจากกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลในลำดับ รายละเอียด และความซับซ้อนของขั้นตอนที่กระบวนการอัพไซเคิลมีมากกว่า อย่างไรก็ตามกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมจะดำเนินการไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับองค์ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ และความรู้ในกระบวนการวิธีการของผู้ออกแบบ

620220040 : Major Architecture
Keyword : Upcycle, Design process, Upcycle architecture

MISS Kamonphorn ROONGSAENG : Reuse of Materials in Architecture by Upcycle Processes Thesis advisor : Assistant Professor Janeyut Lorchai, Ph.D.

This thesis is a study of the upcycle process in architecture especially the starting materials from food packaging. From questioning the difference between the architecture design process and the upcycle architecture design process.The purpose of analyzing and synthesising upcycle processes is to reduce the risk of failure in architecture. It is assumed that the upcycle architectural design process is different from the traditional architectural design process, especially in the material related process.

Upcycle evolved from recycling where upcycle process is one of the mechanisms of re-material in architecture. Factors affecting upcycled architecture are: 1) The design process is different from the traditional architectural design process. 2) Designer's knowledge of processes and materials 3) Materials not designed for use in architecture. The aforementioned factors overlap and are interrelated.

The results of the study revealed that the upcycle design process in architecture is caused by the above factors that are different as follows: 1) The designer has experience with materials and upcycle methods. proficient and successful They are performed in architecture in the same or slightly different way. 2) Designers have experience in using materials, but the methods are different. There may be some factors in which traditional methods cannot be applied to the material, or the designer's decision to create a new experience and new approach to the material. 3) The designer has no experience in upcycle. The designer has experience in general design but has never used upcycled materials in architecture. In this case, the design process is the most complex.

The details of the upcycle process in architecture start from the Outline design / Concept Design. From this step, the characteristics of the material are partially defined in order to narrow the scope of material selection. Then identify

likely component / material needs. For designers with no knowledge of materials, studying material potential is the next step. When specifying the type of material required The designer will be able to Identify likely sources. Attribution shortens the seek/purchase good, which is carried out in tandem with other steps that take place thereafter until construction. If the procurement of materials is unsuccessful or not as desired, resulting in the process of finding alternatives if necessary, designers often select materials that are similar to the original materials. to modify the design (Revise design) as little as possible. May be renovated or reconditioned (Refurbish / recondition if necessary) before entering the detailed design process. Projects with complex or rethinking details are executed by modelling (mock-up). But in case the designer has experience with the same material in the same way. The designer can carry out material preparation and construction.

The Goal-oriented design process from Addis (2012) used in architectural design. is less complex than the upcycled design process. This process cannot be applied to upcycled architecture designs. Goal-oriented design process with reclaimed materials from Addis (2012) also differs from the upcycled architectural design process in the detail and complexity of the steps. However, upcycling in architecture depends on the material. and knowledge of the designer's process

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความเกื้อหนุนและให้ความช่วยเหลือจากทั้งหน่วยงานและบุคคล ขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. เจนยุทธ ล่อใจ อาจารที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษาและแนะนำแก่ข้าพเจ้า ขอขอบคุณอาจารย์ ดร. สุคตยุติ จารุนุช ที่สละเวลาอันมีค่าให้คำแนะนำที่มีประโยชน์และความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ชินศักดิ์ ตัณฑิกุล ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก และศาสตราจารย์ ดร.ต้นข้าว ปาณินท์ ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการทุกท่าน ผู้ซึ่งให้คำปรึกษา คำแนะนำ และข้อเสนอแนะ รวมถึงอาจารย์ประจำหลักสูตรสถาปัตยกรรม สาขาแนวความคิดในการออกแบบที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และถ่ายทอดประสบการณ์อันมีค่าอย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้าตลอดการศึกษา สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมรุ่น M.Arch 2562 ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

นางสาว กมลภรณ์ รุ่งแสง

มหาวิทยาลัยศิลปากร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ฉ
กิตติกรรมประกาศ ..... ช
สารบัญ ..... ฌ
สารบัญตาราง ..... ฐ
สารบัญภาพ ..... ฑ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2
1.3 สมมติฐาน 2
1.4 ขอบเขตการศึกษา 2
1.5 ขั้นตอน / วิธีการศึกษา 2
1.6 แหล่งข้อมูล 2
บทที่ 2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง 3
2.1 อัพไซเคิล (upcycle) 3
2.1.1 ภูมิหลังทางทฤษฎี (Theory background) 3
2.1.2 คำจำกัดความ 6
2.1.3 การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และการอัพไซเคิล 8
2.2 กระบวนการออกแบบ วิธีการ และการนำเสนอ 10
2.2.1 กระบวนการออกแบบทั่วไป 10
2.2.2 กระบวนการออกแบบอัพไซเคิล 13

2.2.3 กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมและวัสดุใช้ซ้ำ 16
2.3 การออกแบบกับวัสดุ 20
2.3.1 ทัศนคติ แนวปฏิบัติวัสดุ 21
2.3.2 การคัดเลือกและลักษณะวัสดุ 22
2.4 ผู้ออกแบบ 23
2.4.1 นักอัพไซเคิล (The upcycler) 24
2.5 สถานการณ์ของเสีย 26
2.6 การอัพไซเคิลบรรจุภัณฑ์อาหารในงานสถาปัตยกรรม 27
2.7 สรุป 31
บทที่ 3 วิธีการวิจัย กรอบการศึกษา กรณีศึกษา 32
3.2 วิธีดำเนินการวิจัย 33
3.3 การเลือกกรณีศึกษา 34
3.3.1 ลักษณะผู้ออกแบบ 35
3.3.2 ประเภทวัสดุ 36
3.3.3 วิธีการเตรียมและดัดแปลงวัสดุ 37
3.4 คุณสมบัติของวัสดุ 38
3.4.1 คุณสมบัติทั่วไป 38
3.4.2 คุณสมบัติทางกล (Mechanical Strength) 40
3.4.3 คุณสมบัติด้านการมองทะลุ (Optical Properties) 40
3.4.4 คุณสมบัติทางกายภาพ 41
3.5.1 กรณีศึกษาวัสดุขวดแก้ว 41
กรณีศึกษาที่ 1 Bottle house, Indonesia 41
กรณีศึกษาที่ 2 Early BKK Café, ประเทศไทย 45
กรณีศึกษาที่ 3 Li Rongjun office, China 48

กรณีศึกษาที่ 4 วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย 51
กรณีศึกษาที่ 5 The Blatz, USA 54
3.5.2 กรณีศึกษาวัสดุขวดพลาสติก 56
กรณีศึกษาที่ 6 Bottle sail, Vietnam 56
กรณีศึกษาที่ 7 Head in the Clouds, NYC 59
กรณีศึกษาที่ 8 The PET pavilion, Netherlands 62
กรณีศึกษาที่ 9 Transitable plastic, Singapore 66
กรณีศึกษาที่ 10 Rising Moon, China (Hong Kong) 68
3.5.3 กรณีศึกษาวัสดุกล่อง / ลังพลาสติก 70
กรณีศึกษาที่ 11 Bima Microlibrary, Indonesia 70
กรณีศึกษาที่ 12 Living pavilion, Island 73
กรณีศึกษาที่ 13 Kotakrat pavilion, Indonesia 76
กรณีศึกษาที่ 14 Emergency Shelter ECS-p1, Lebanon 80
กรณีศึกษาที่ 15 BOXEL Pavilion, Germany 83
3.5 สรุป 84
บทที่ 4 วิเคราะห์กรณีศึกษา 85
4.1 กรณีศึกษาภายในกรอบขั้นตอนกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำ 85
4.2 วิเคราะห์กระบวนการออกในกรณีศึกษา 93
4.2.1 Outline design / Concept design 93
4.2.2 identify likely component / Material need 95
4.2.3 Study of Material 103
4.2.4 Revise design 104
4.2.5 identify likely sources / seek /purchase good 105
4.2.6 revise design, seek / purchase goods, find alternatives if necessary 107

4.2.7 Detail design 107
4.2.8 Mock-up 109
4.2.9 Material preparation 111
4.2.10 Construction 114
4.2.11 Re-Material 115
4.3 สรุป 116
บทที่ 5 บทสรุป 117
5.1 กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมวัสดุตั้งต้นจากบรรจุภัณฑ์อาหาร 117
5.2 ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมและกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล 122
5.2.1 ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล 122
5.2.2 ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล 124
5.3 สรุป 125
ข้อเสนอแนะ 126
รายการอ้างอิง 127
ประวัติผู้เขียน 132

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษาวัสดุขวดแก้ว 85

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษาวัสดุขวดพลาสติก 88

ตารางที่ 3 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษากล่องพลาสติก / ลังพลาสติก 90

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบการผลิตแบบเส้นตรง 3
ภาพที่ 2 แสดงวัฏจักรแบบเส้นวงกลม กระบวนทัศน์จากอู่สู่อู่ (Cradle-to Cradle-C2C)..... 5
ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการอัพไซเคิลในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ 6
ภาพที่ 4 แสดงความแตกต่างของ Reuse, Recycle, Upcycle 9
ภาพที่ 5 แสดงความแตกต่างของ Reuse, Recycle, Upcycle ในงานสถาปัตยกรรม 10
ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการออกแบบโดย Van der Linden et al. 11
ภาพที่ 7 แสดงกระบวนการออกแบบโดย Darke 12
ภาพที่ 8 แสดงกระบวนการออกแบบเพชรคู่โดย Design Council1 12
ภาพที่ 9 แสดงกระบวนการอัพไซเคิลในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์โดย ดร. สิงห์ อินทรชูโต 13
ภาพที่ 10 แบบจำลองกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลโดย Sung Hee Ahn & Jen Yoohyun Lee 14
ภาพที่ 11 แสดงกระบวนการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมาย 16
ภาพที่ 12 แสดงการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมายด้วยวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่โดย Addis (2012)..... 17
ภาพที่ 13 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบ material-oriented design โดย Nicole de Castro Pereira 18
ภาพที่ 14 แสดงความแตกต่างระหว่างวัสดุทั่วไปและวัสดุใช้ซ้ำ 23
ภาพที่ 15 แสดงระดับความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวัน 25
ภาพที่ 16 ภาพแสดงที่อยู่อาศัยที่สร้างจากวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่ 28
ภาพที่ 17 แสดงที่อยู่อาศัยบ้านจากกองขยะ ทรัมป์เฮ้าส์ (Thumb House) 28
ภาพที่ 18 แสดงที่อยู่อาศัยเอิร์ทชิป (Earthships) 29
ภาพที่ 19 แสดงบ้านด้วยขวดเบียร์ Heineken WOBO (World Bottle) 30

ภาพที่ 20 แสดงกลุ่มการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม 30
ภาพที่ 21 แสดงความสัมพันธ์จากปัญหาการอัพไซเคิล..... 32
ภาพที่ 22 แสดงแบบจำลองกระบวนการทางสถาปัตยกรรมการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดย Addis (2012)..... 34
ภาพที่ 23 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในกลุ่มของผู้ออกแบบ 35
ภาพที่ 24 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในกลุ่มของวัสดุ 36
ภาพที่ 25 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในในกลุ่มของการเตรียมและดัดแปลงวัสดุ 37
ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนรูปทรงและการประกอบ 37
ภาพที่ 27 แสดงตัวอย่างพลาสติกโพลิเอททีลีนเทเรฟธาเลท (Polyethylene Terephthalate: PET/PETE) 38
ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างพลาสติกโพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE)..... 39
ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างขวดแก้วโซดาไลม์ (Soda Lime Glass) 39
ภาพที่ 30 แสดงโครงการ Bottle house, Indonesia..... 41
ภาพที่ 31 แสดงภายนอกอาคารของโครงการ Bottle house, Indonesia..... 42
ภาพที่ 32 แสดงผังบริเวณ รูปด้าน รูปตัด โครงการ Bottle house, Indonesia 43
ภาพที่ 33 แสดงมุมมองภายในอาคารส่วนรับแขกโครงการ Bottle house, Indonesia..... 43
ภาพที่ 34 แสดงภายในส่วนรับประทานอาหารและห้องสมุดโครงการ Bottle house, Indonesia. 44
ภาพที่ 35 แสดงภายในส่วนห้องนอนโครงการ Bottle house, Indonesia 44
ภาพที่ 36 แสดงภายนอกโครงการ Early Café, Thailand..... 45
ภาพที่ 37 แสดงผังโครงการ Early Café, Thailand..... 46
ภาพที่ 38 แสดงองค์ประกอบโครงการ Early BKK Café, Thailand จากวัสดุอัพไซเคิล 46
ภาพที่ 39 แสดงองค์ประกอบโครงการ Early BKK Café, Thailand จากวัสดุอัพไซเคิล 47
ภาพที่ 40 แสดงภายนอกโครงการ Li Rongjun office, China 48
ภาพที่ 41 แสดงภายในโครงการ Li Rongjun office, China 48

ภาพที่ 42 แสดงการทดลองเพื่อค้นหาวิธีการเชื่อมต่อวัสดุโครงการ Li Rongjun office, China 49
ภาพที่ 43 แสดงวิธีการก่อสร้างโครงการ Li Rongjun office, China 49
ภาพที่ 44 แสดงวิธีการก่อสร้างโครงการ Li Rongjun office, China 50
ภาพที่ 45 แสดงภายนอกโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย 51
ภาพที่ 46 แสดงภายนอกโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย 51
ภาพที่ 47 แสดงลวดลายผนังโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย..... 52
ภาพที่ 48 แสดงภาพโมเสกพระพุทธเจ้าภายในโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย 53
ภาพที่ 49 แสดงองค์ประกอบโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย..... 53
ภาพที่ 50 แสดงภายนอกโครงการ The Blatz, USA..... 54
ภาพที่ 51 แสดงภาพองค์ประกอบโครงการ The Blatz, USA 55
ภาพที่ 52 แสดงภาพองค์ประกอบโครงการ The Blatz, USA 55
ภาพที่ 53 แสดงรายละเอียดโครงการ The Blatz, USA..... 56
ภาพที่ 54 แสดงภายนอกโครงการ Bottle sail, Vietnam 56
ภาพที่ 55 แสดงภายในโครงการ Bottle sail, Vietnam..... 57
ภาพที่ 56 แสดงรายละเอียดการออกแบบโครงการ Bottle sail, Vietnam..... 58
ภาพที่ 57 แสดงการก่อสร้างโครงการ Bottle sail, Vietnam..... 58
ภาพที่ 58 แสดงภายนอกโครงการ Head in the Clouds, NYC 59
ภาพที่ 59 แสดงภายในโครงการ Head in the Clouds, NYC 59
ภาพที่ 60 แสดงภายรายละเอียดการออกแบบโครงการ Head in the Clouds, NYC..... 60
ภาพที่ 61 แสดง Mock-up โครงการ Head in the Clouds, NYC..... 60
ภาพที่ 62 แสดงกระบวนการออกแบบโครงการ Head in the Clouds, NYC..... 61
ภาพที่ 63 แสดงภายนอกโครงการ The PET pavilion, Netherlands 62
ภาพที่ 64 แสดงภายในโครงการ The pet pavilion, Netherlands..... 62

ภาพที่ 65 แสดงการทดลองวัสดุโครงการ The pet pavilion, Netherlands 63
ภาพที่ 66 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands 63
ภาพที่ 67 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands 64
ภาพที่ 68 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands 64
ภาพที่ 69 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands 65
ภาพที่ 70 แสดงภายนอกโครงการ Transitable plastic, Singapore 66
ภาพที่ 71 แสดงการรวมวัสดุโครงการ Transitable plastic, Singapore 66
ภาพที่ 72 แสดอากัปกิริยาผู้เข้าชมโครงการ Transitable plastic, Singapore 67
ภาพที่ 73 แสดงภายนอกโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)..... 68
ภาพที่ 74 แสดงแบบจำลองโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)..... 68
ภาพที่ 75 แสดงรายละเอียดโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)..... 69
ภาพที่ 76 แสดงภายนอกโครงการ Micro library, Indonesia 70
ภาพที่ 77 แสดงภายในโครงการ Micro library, Indonesia 71
ภาพที่ 78 แสดงภายในโครงการ Micro library, Indonesia 71
ภาพที่ 79 แสดงการทอดลองวัสดุโครงการ Micro library, Indonesia 72
ภาพที่ 80 แสดงการติดตั้งวัสดุโครงการ Micro library, Indonesia 72
ภาพที่ 81 แสดงภายนอกโครงการ Living pavilion, Island 73
ภาพที่ 82 แสดงภายในโครงการ Living pavilion, Island 73
ภาพที่ 83 แสดงการออกแบบโครงการ Living pavilion, Island 74
ภาพที่ 84 แสดงการปลูกพืชในลังโครงการ Living pavilion, Island..... 75
ภาพที่ 85 แสดงขั้นตอนการติดตั้งในลังโครงการ Living pavilion, Island 75
ภาพที่ 86 แสดงการกระจายวัสดุหลังการรื้อถอนโครงการ Living pavilion, Island 76
ภาพที่ 87 แสดงภายนอกโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia..... 76
ภาพที่ 88 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia 77

ภาพที่ 89 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia 78
ภาพที่ 90 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia 79
ภาพที่ 91 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia 79
ภาพที่ 92 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia 80
ภาพที่ 93 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon 80
ภาพที่ 94 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon 81
ภาพที่ 95 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon 82
ภาพที่ 96 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon 82
ภาพที่ 97 แสดงภายนอกในโครงการ BOXEL Pavilion, Germany 83
ภาพที่ 98 แสดงแบบจำลองโครงการ BOXEL Pavilion, Germany 83
ภาพที่ 99 แสดงแบบจำลองโครงการ BOXEL Pavilion, Germany 84
ภาพที่ 100 แสดงตัวอย่างการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาปริมาณขยะโดยตรง 93
ภาพที่ 101 แสดงตัวอย่างการออกแบบกระตุ้นความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม 94
ภาพที 102 แสดงตัวอย่างการออกแบบสนองวัตถุประสงค์อื่น 94
ภาพที่ 103 แสดงตัวอย่างการออกแบบสนองและไม่สอนงแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมในงานเดียวกัน .. 95
ภาพที่ 104 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมวัสดุโดยการมองเห็น สภาวะและบรรยากาศ 96
ภาพที่ 105 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมวัสดุโดยปริมาณ 97
ภาพที่ 106 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมของวัสดุสอดคล้องกับใช้งานอาคาร 97
ภาพที่ 107 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายของวัสดุถึงสิ่งอื่น 98
ภาพที่ 108 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การลดปริมาณแสงเข้าสู่ตัวอาคาร 99
ภาพที่ 109 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การระบายน้ำฝน 99
ภาพที่ 110 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การลดความร้อน 100
ภาพที่ 111 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ต้นทุนต่ำ 101
ภาพที่ 112 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ก่อสร้างรื้อถอนง่าย 101

ภาพที่ 113 แสดงตัวอย่างความต้องการความต้องการเชิงนิเวศกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม 102
ภาพที่ 114 แสดงตัวอย่างความต้องการความต้องการเชิงนิเวศวงจรวัสดุ 102
ภาพที่ 115 แสดงตัวอย่างความต้องการปิดล้อม และพื้นที่ใช้งาน 103
ภาพที่ 116 แสดงโครงการ Vegetable Nursery House และ Bottle sail 104
ภาพที่ 117 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากผู้บริโภคโดยตรง 105
ภาพที่ 118 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากผู้รวบรวม 106
ภาพที่ 119 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากหลากหลายทาง 107
ภาพที่ 120 แสดงตัวอย่าง revise design, seek / purchase goods, find alternatives if necessary 107
ภาพที่ 121 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดโครงสร้าง 108
ภาพที่ 122 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการวางผัง 108
ภาพที่ 123 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการปรับสภาพวัสดุ 109
ภาพที่ 124 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการเชื่อมต่อวัสดุ 109
ภาพที่ 125 แสดงตัวอย่างการทำแบบจำลอง 1:1 โครงการ The PET pavilion และโครงการ Head in the Clouds 110
ภาพที่ 126 แสดงตัวอย่างการทำแบบจำลอง 1:1 Micro library, Indonesia 110
ภาพที่ 127 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบรรจุ 111
ภาพที 128 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการตัด 112
ภาพที่ 129 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการเจาะ 112
ภาพที่ 130 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบีบอัด 112
ภาพที่ 131 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบด 113
ภาพที่ 132 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุอัพไซเคิลกับวัสดุอัพไซเคิล 113
ภาพที 133 แสดงโครงการวัดป่ามหาเจดีแก้ว ตัวอย่างการก่อสร้างสถาปัตยกรรมเดิม 114
ภาพที่ 134 แสดงโครงการ บ้านเอิร์ทชิป (ซ้าย) และโครงการ Li Rongjun office (ขวา) 114

ภาพที่ 135 แสดงโครงการ Head in the Clouds ตัวอย่างการก่อสร้างเฉพาะโครงการ..... 115

ภาพที่ 136 แสดงโครงการ Emergency Shelter ECS-p1ตัวอย่างการก่อสร้างแบบง่าย..... 115

ภาพที่ 137 แสดงโครงการ Living pavilion, Island ตัวอย่างวัสดุใช้งานในบริบทอื่น..... 116

ภาพที่ 138 แสดงกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลตามแนวปฏิบัติ..... 117

ภาพที่ 139 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุอัพไซเคิลชนิดเดียวกันในวิธีการเดียวกัน..... 118

ภาพที่ 140 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบมีประสบการณ์ใช้วัสดุเดียวกันในวิธีการที่แตกต่างกัน 119

ภาพที่ 141 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบไม่มีประสบการณ์ในการอัพไซเคิล 120

ภาพที่ 142 แสดงแบบจำลองกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม..... 121

ภาพที่ 143 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม (ซ้าย) 123

ภาพที่ 144 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำ (ซ้าย)..... 124

มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาความสำคัญของปัญหา

วัสดุที่ผลิตจากทรัพยากรอันมีค่ามักจะถูกละทิ้งก่อนเวลาอันควรเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของสถานการณ์หรือแฟชั่น บางสิ่งได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้งานในระยะเวลาสั้น (เช่น บรรจุภัณฑ์) แต่ในทางกลับกันขยะหรือของเหลืออาจเป็นทรัพยากรสำหรับการยังชีพและการปรับตัวของประชากรที่ขาดแคลนดังตัวอย่างโดย Santos (1+1>2 International Architecture JSC. 2014) ขยะถูกใช้โดยประชากรที่ขาดแคลน ซึ่งอาจเป็นวัสดุในการสร้างที่อยู่อาศัยบนทางเท้า สอดคล้องกับคำกล่าวของที่ว่า “สิ่งที่นับว่าเป็นขยะขึ้นอยู่กับว่าใครนับ” สะท้อนให้เห็นคำจำกัดความของขยะที่แตกต่างกัน

“ขยะคือความล้มเหลวของจินตนาการ” A. Kramer (2012) ในภาคการออกแบบเกิดงานวิจัยเพิ่มขึ้น นักออกแบบบางส่วนถือว่าวัสดุที่ถูกทิ้งเป็นทรัพยากรที่มีคุณค่า บางส่วนถือเป็นความท้าทายส่วนตัวโดยธรรมชาติในการค้นหาวัสดุ ตลอดจนความสงสัยเกี่ยวกับความเป็นไปได้ในการใช้ซ้ำ ไม่ว่าด้วยเหตุผลใดส่งผลให้เกิดการออกแบบรองรับการปรับเปลี่ยน อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบยังดำเนินการโดยสัญชาติญาณ ขาดแนวทางปฏิบัติและการอธิบายกระบวนการเรียกคืนวัสดุในงานสถาปัตยกรรม ซึ่งเพิ่มโอกาสล้มเหลว หรือผลลัพธ์ที่ไม่ดี

โดยเฉพาะกระบวนการอัพไซเคิล (Upcycle) ซึ่งเป็นกระบวนการปรับบริบทขององค์ประกอบ หรือโครงสร้าง เพื่อสร้างงานออกแบบที่มีเอกลักษณ์เฉพาะ ซึ่งมีการใช้แพร่หลายในการออกแบบผลิตภัณฑ์และมีเกณฑ์การประเมินในกระบวนการ Bahamón และ Sanjinés (2010) ใน Rematerial From waste to Architecture กล่าวถึงวัสดุเหล่านี้ว่าเป็นวัสดุที่มีศักยภาพในการเรียกคืนเพื่อใช้ในสถานการณ์ใหม่ และปรับปรุงการออกแบบวัสดุใช้ซ้ำ Nicole de Castro Pereira (2017) อธิบายความสัมพันธ์ของการอัพไซเคิลในเชิงสถาปัตยกรรมว่าเป็นกระบวนการที่ใช้ขับเคลื่อน Re-material ในงานสถาปัตยกรรมถือเป็นแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนช่วยลดการสร้างของเสีย ซึ่งไม่ใช่เรื่องแปลกในการออกแบบแต่ผู้ออกแบบมักดำเนินการแบบสุ่มและไม่เข้าใจแนวทางปฏิบัติ

อย่างไรก็ตาม ความแตกต่างที่สำคัญของการอัพไซเคิลคือวัสดุกลายเป็นตัวขับเคลื่อนหลักในการออกแบบมากกว่าที่จะเป็นวัตถุสำหรับการเลือกผ่านข้อกำหนดในภายหลัง กระบวนการยังขึ้นอยู่กับทักษะ ทัศนคติ บริบทและสถานการณ์ของผู้ออกแบบ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงศึกษาวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการอัพไซเคิล สำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมที่มีวัสดุเป็นตัวขับเคลื่อนของการแก้ปัญหา การปรับสภาพวัสดุ และผสานรวมวัสดุที่ผ่านการใช้งานแล้วในบริบทใหม่ทาง

สถาปัตยกรรม ซึ่งผู้ออกแบบส่วนใหญ่ยังดำเนินการโดยสัญชาตญาณ เพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติลดความเสี่ยงต่อความล้มเหลวของสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษาทฤษฎี นิยาม และขอบเขตการอัพไซเคิล (Upcycle Theory)

1.2.2 เพื่อสังเคราะห์กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม (Upcycle Architecture Process) โดยเฉพาะวัสดุตั้งต้นจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

1.2.3 เพื่อวิเคราะความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

1.3 สมมติฐาน

สถาปัตยกรรมอัพไซเคิลไม่เพียงแก้ปัญหาด้านสภาพแวดล้อม แต่เกิดขึ้นเพื่อสนองความต้องการแก้ปัญหาของผู้ออกแบบในด้านอื่นร่วมด้วย เช่น การสื่อสาร ความงาม หรือความท้าทายในการเลือกใช้วัสดุ เป็นต้น ซึ่งกระทำโดยมีกระบวนการเพียงแต่ไม่ได้รับการอธิบายโดยละเอียด และกระบวนออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลมีความแตกต่างจากกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม โดยเฉพาะขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ

1.4 ขอบเขตการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาความเป็นมา ทฤษฎี และปัจจัยที่ส่งผลให้งานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลเสี่ยงต่อความล้มเหลว วิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการ ลำดับขั้นตอน วิธีการสำหรับการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลโดยเฉพาะวัสดุจากบรรจุภัณฑ์อาหาร และวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบเดิมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

1.5 ขั้นตอน / วิธีการศึกษา

1.5.1 ศึกษาความเป็นมาและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการอัพไซเคิล

1.5.2 วิเคราะห์ สังเคราะห์ กระบวนการออกแบบอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม โดยเฉพาะวัสดุจากบรรจุภัณฑ์อาหารผ่านกรณีศึกษา

1.5.3 ศึกษากระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมเปรียบเทียบความเหมือนต่างระหว่างการออกแบบดั้งเดิมและการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

1.6 แหล่งข้อมูล

บทความ วิทยานิพนธ์ หนังสือ สื่อออนไลน์

บทที่ 2
ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

บทนี้มีรายละเอียดเกี่ยวกับภูมิหลังทางทฤษฎี นิยาม และความแตกต่างระหว่างการยืดอายุการใช้งานวัสดุแบบดั้งเดิมคือการใช้ซ้ำ (Reuse) การรีไซเคิล (Recycle) กับการอัพไซเคิล (Upcycle) ศึกษาปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

2.1 **อัพไซเคิล (**upcycle)

2.1.1 ภูมิหลังทางทฤษฎี (Theory background)

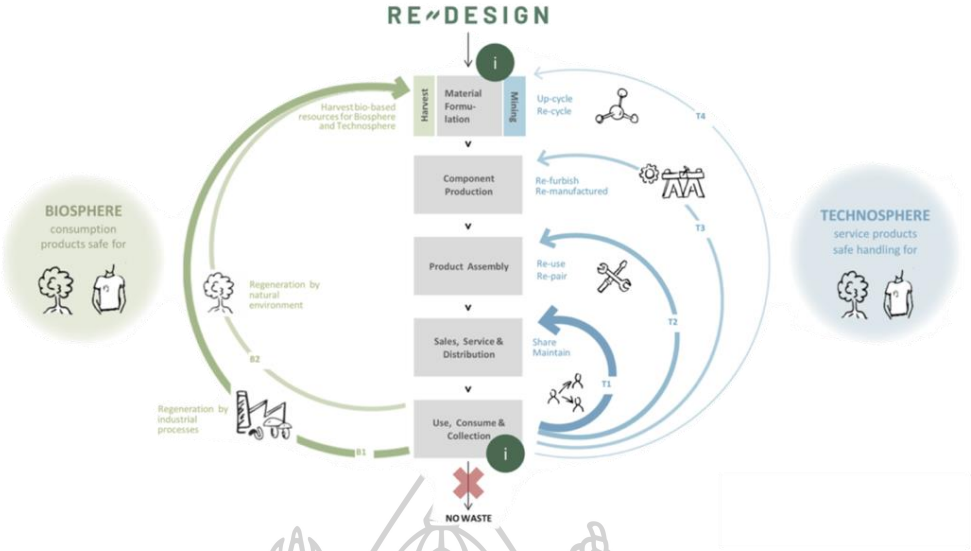
การปฏิวัติอุตสาหกรรมในศตวรรษที่ 19 ไม่เพียงเปลี่ยนหมู่บ้านเกษตรกรให้ก้าวสู่การผลิตที่เน้นทั้งจำนวนและความรวดเร็วเพื่อป้อนตลาดเท่านั้น แต่ยังแปรสภาพขยะที่เคยเป็นเศษฟางหญ้าให้เป็นซากอุตสาหกรรมตกค้างจำนวนมหาศาลส่งต่อสู่อีกศตวรรษ ซึ่งส่วนหนึ่งมาจากสาเหตุที่ผู้ผลิตส่วนใหญ่ต่างคำนึงถึงดอกผลปลายทางมากกว่าผลลัพธ์ด้านสิ่งแวดล้อม รูปแบบการผลิตที่ผ่านมาจึงไม่ต่างจากการขีดเส้นตรง (Linear Economy / Take-Make-Dispose)

ภาพที่ 1 แสดงรูปแบบการผลิตแบบเส้นตรง
ที่มา https://epea.com/en/about-us/circular-economy

ปัญหาทัพยากรข้างต้นส่งผลให้เกิดการคิดค้นกระบวนการหมุนเวียนทรัพยากรเพื่ออนุรักษ์สิ่งแวดล้อม โดยผ่านกระบวนการการใช้ซ้ำ (Reuse) และการรีไซเคิล (Recycle) ซึ่งได้รับการกล่าวถึงและนำมาใช้อย่างแพร่หลาย ถึงแม้กระบวนการเหล่านี้เกิดขึ้นเพื่อเป็นทางเลือกในการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อม แต่กระบวนการรีไซเคิลมีขั้นตอนยุ่งยากและต้องผ่านกระบวนการในอุตสาหกรรมเท่านั้น วัสดุทุกชนิดได้รับการจัดการในขั้นตอนแบบเดียวกันทั้งหมด ซึ่งกระบวนการนี้ปล่อยก๊าซเรือนกระจกปริมาณมาก นอกจากนี้ขั้นตอนการรีไซเคิลส่งผลให้ในวัสดุบางชนิดต้องเสียค่าใช้จ่ายในการรีไซเคิลสูงกว่าการผลิตใหม่ (สิงห์ อินทรชูโต, 2556) ทำให้เกิดการถกเถียงว่าการรีไซเคิลเป็นทางออกของการแก้ปัญหาสิ่งแวดล้อมที่แท้จริงหรือไม่

ปัญหาสิ่งแวดล้อมรุนแรงมากขึ้นยิ่งตอกย้ำว่ากระบวนการหมุนเวียนทรัพยากรแบบดั้งเดิมหรือการรีไซเคิลนั้นไม่เพียงพอ กระบวนการเพื่อแก้ปัญหาทรัพยากรจึงได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพที่ดีขึ้นเรียกว่า การอัพไซเคิล (Upcycle) ซึ่งเป็นการแก้ปัญหาทรัพยากรที่เชื่อว่าดีกว่าการรีไซเคิล อัพไซเคิล (Upcycle) ได้รับการกล่าวถึงครั้งแรกในปี ค.ศ. 1994 เมื่อ Reiner Piz ถูกสัมภาษณ์โดย Thornton Kay (1994) สำหรับบทความในหนังสือพิมพ์โดยถูกกล่าวถึงในบริบทของสถาปัตยกรรมว่า *“การรีไซเคิลฉันเรียกมันว่าการดาวน์ไซเคิล (downcycle) พวกเขาทุบอิฐทุบทุกอย่างสิ่งที่เราต้องการคือการอัพไซเคิล ซึ่งผลิตภัณฑ์เก่าจะได้รับมูลค่ามากขึ้น”* คำนี้ยังถูกใช้ในหนังสือ Gunter Paul's (1998) เดิมชื่อ Upsizing ซึ่งกล่าวถึงการรีไซเคิลว่าเป็นการดาวน์ไซเคิล (Downcycle) โดยอธิบายว่าการรีไซเคิลผลผลิตส่วนใหญ่จะอยู่ในลักษณะ "ดาวน์ไซเคิล (Downcycle) *"ด้อยคุณภาพมีสารพิษตกค้างทั้งยังสิ้นเปลืองพลังงานและค่าใช้จ่ายที่อาจมากกว่าการผลิตใหม่”*

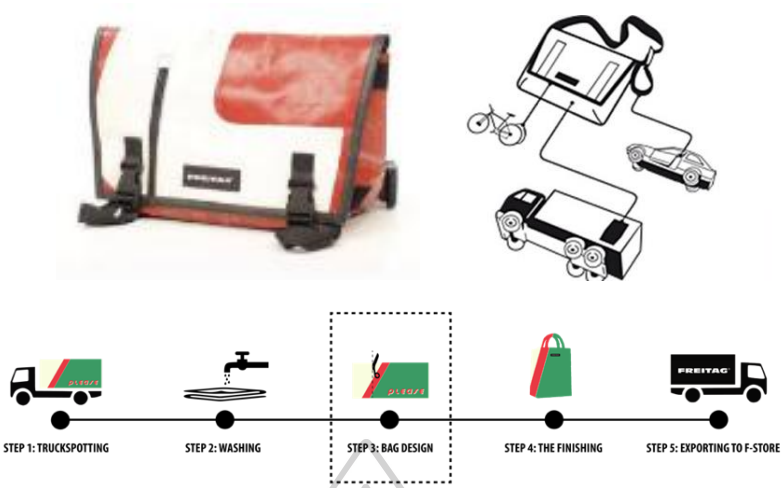
การอธิบายของ วิลเลียม แม็คดอลโน สถาปนิกและผู้ก่อตั้ง William McDonough + Partners และ Braungart นักเคมีเชิงนิเวศรวมถึงผู้ก่อตั้งสำนักงานการคุ้มครองสิ่งแวดล้อม (Environment Protection Enforcement Agency) อธิบายเกี่ยวกับการตักตวงทรัพยากรในกระบวนการผลิตเริ่มจากการปฏิวัติอุตสาหกรรมที่ส่งผลให้หมู่บ้านเกษตรกรเข้าสู่การผลิตเน้นจำนวนและความรวดเร็ว ส่งผลให้เหลือเศษจากการผลิตที่ทับถมจำนวนมากส่งต่อหลายทศวรรษ รูปแบบการผลิตที่ผ่านมาจึงไม่ต่างจากการผลิตแบบเส้นตรงซึ่งเขาได้นิยามว่า“ Cradle-to- Grave (จากอู่สู่สุสาน)” สะท้อนถึงจุดเริ่มของการตักตวงทรัพยากรธรรมชาติ (Cradle) สู่กองขยะ (Grave) รวมถึงมาตรการการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมว่าส่งผลด้านลบหรือสร้างผลกระทบมากกว่าจะช่วยแก้ปัญหา การทำงานร่วมกันของ วิลเลียม แม็คดอลโน และไมเคิล บรอนการต์ นำมาสู่การสะท้อนแนวทางการกำจัดขยะและเสนอแนวคิดใหม่อย่างกระบวนทัศน์จากอู่สู่อู่ (Cradle-to Cradle-C2C)” (William McDonoughandMichael Braungart, 2002) ที่ยึดหลักการแม่แบบจากธรรมชาติในการประเมินวัฏจักรของการเกิดและย่อยสลายอย่างยั่งยืนเสมือนการปรับระบบการผลิตให้เป็นส่วนเดียวกันกับระบบธรรมชาติในวัฏจักรแบบเส้นวงกลม ในวงวิชาการแสดงความคิดเห็นว่าวิธีการนี้ใช้ได้ผลดีแต่ยังคงมีข้อจำกัด



ภาพที่ 2 แสดงวัฏจักรแบบเส้นวงกลม กระบวนทัศน์จากอู่สู่อู่ (Cradle-to Cradle-C2C)
ที่มา https://epea.com/en/about-us/circular-economy

การอัพไซเคิลถูกกล่าวถึงอย่างอย่างแพร่หลายมากขึ้น ในหนังสือบางเล่มที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบและวิทยานิพนธ์ระดับปริญญาโทและระดับปริญญาเอกจากทศวรรษที่ผ่านมาได้สะท้อนถึงความสนใจที่เพิ่มขึ้นในหัวข้อนี้ เช่น Boufleur (2006) กับหัวข้อการใช้ซ้ำอย่างสร้างสรรค์และการพัฒนาผลิตภัณฑ์และการปรับตัว Samsonow (2011) และ Knecht (2011) สำรวจสาระสำคัญทางสถาปัตยกรรมด้วยขยะหรือเศษเหล็ก และ The Upcycle by (William McDonoughandMichael Braungart, 2013) เป็นภาคต่อจากหนังสือ Cradle to Cradle ในปี 2002 ของพวกเขา และนำเสนอมุมมองย้อนหลังเกี่ยวกับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นและมีการเสนอทฤษฎีเบื้องต้น

นอกจากนี้ยังมีการกำหนดแนวทาง กระบวนการ และตัวชี้วัดผลิตภัณฑ์อัพไซเคิลในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์และการผลิตไว้อย่างละเอียด เพื่อผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและคำนึงถึงความรับผิดชอบต่อสังคมเน้นการแก้ปัญหาอย่างยั่งยืนในอุตสาหกรรมการผลิต ในประเทศไทยมีการจัดทำคู่มือผู้ใช้ระบบรับรองและฉลากอัพไซเคิลคาร์บอนฟุตพริ้นท์ โดย ดร. สิงห์ อินทรชูโต (2559) จากกรอบแนวคิดดังกล่าวนำมาสู่แนวทางปฏิบัติ ลักษณะ และกระบวนการแปลงวัสดุเหลือใช้ที่ไม่สามารถใช้งานตามหน้าที่เดิมให้เป็นผลิตภัณฑ์ใหม่ที่มีคุณภาพและมูลค่าเพิ่มขึ้นโดยใช้การออกแบบเป็นเครื่องมือสำคัญ



ภาพที่ 3 แสดงตัวอย่างการอัพไซเคิลในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์
ที่มา https://inhabitat.com/freitag-launches-backpacks-made-from-recycled-truck-tarps/freitag-backpacks/

แม้ปัจจุบันมีการให้ความสนใจกับการอัพไซเคิลและนำมาปฏิบัติอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ เนื่องจากมีการประเมินในกระบวนการ ตัวชี้วัดที่ชัดเจน แนวทางปฏิบัติที่ครอบคลุม แม้ว่าจะมีงานวิจัย วรรณกรรม และบทความเกี่ยวกับคำจำกัดความและกระบวนการที่สอดคล้องกัน แต่ในทางสถาปัตยกรรมไม่ได้เป็นเพียงแนวทางปฏิบัติที่ยั่งยืนจากการมีส่วนสนับสนุนในการลดของเสียเท่านั้น แต่หมายถึงจินตนาการ ความท้าทาย โอกาส และความมหัศจรรย์ของวัสดุที่กลับสู่การออกแบบสถาปัตยกรรม

2.1.2 คำจำกัดความ

อัพไซเคิล (Upcycle) เป็นคำประสมระหว่างคำว่าอัพเกรด (Upgrade) รวมกับคำว่า รีไซเคิล (Recycle) คำว่า อัพไซเคิล (Upcycle) และอัพไซคลิ่ง (Upcycling) ถูกเพิ่มลงในพจนานุกรม Oxford Dictionaries (2016) อธิบายว่าอัพไซเคิล (Upcycle) เป็น *"การนำกลับมาใช้ใหม่ (ของวัตถุหรือวัสดุที่ถูกทิ้ง) ในลักษณะที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพหรือมูลค่าสูงกว่าต้นฉบับ"* แต่ก็มีคำจำกัดความผิวเผิน เช่น *" การทำเฟอร์นิเจอร์ สิ่งของ ฯลฯ จากของเก่าหรือของใช้แล้ว หรือวัสดุเหลือใช้ "* (Cambridge Dictionary, 2016) ซึ่งถือเป็นความหมายที่เข้าใจอย่างแพร่หลายในทุกแขนง แต่ยังมีรายละเอียดที่แตกต่างกันในแต่ละบริบท

Nicole de Castro Pereira (2017) กล่าวในบริบททางสถาปัตยกรรมว่า การอัพไซเคิลวัสดุจะถูกนำกลับมาใช้ใหม่ในสถาปัตยกรรมหรือสถาปัตยกรรมภายใน โดยยังคงองค์ประกอบพื้นฐานเดิมไว้และอาจต้องเผชิญกับการเตรียมการและการปรับเปลี่ยนเล็กน้อยหรือไม่มีเลย การใช้งาน การ

เชื่อมต่อ และขั้นตอนการติดตั้งใหม่ เป็นความมหัศจรรย์ของวัสดุที่กลับมาสู่การออกแบบอาจเปรียบได้กับกิจกรรมงานฝีมือ ซึ่งมีการกล่าวเพิ่มเติมว่า สิ่งที่กระตุ้นไม่ใช่ความกังวลอย่างแท้จริงต่อสิ่งแวดล้อมหรือความยั่งยืน แต่เป็นความท้าทายส่วนบุคคลในการเลือกใช้วัสดุหรือการคิดวิธีการใหม่

ในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์ผู้บุกเบิกเริ่มมาจาก McDonough and Braungart's (2002) กล่าวว่าเป็นกระบวนการจัดการสารอาหารทางเทคนิคคือวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมาเพื่อย้อนกลับไปสู่วงจรทางเทคนิค กลับสู่อุตสาหกรรมเดิมเพื่อรักษาอุตสาหกรรมแบบวงจรปิด และมองว่าเป็นกระบวนการที่รักษาหรือยกระดับคุณค่าและคุณภาพของวัสดุในการใช้งานครั้งต่อไป ดร. สิงห์อินทรชูโต Upcycling, (2013) กล่าวว่าเป็นการนำเศษวัสดุ มาพัฒนาเป็นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าเดิม ทั้งที่นำมาใช้โดยตรง หรือ ผ่านกระบวนการแปรรูปที่ไม่ซับซ้อน โดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ โดยให้คำนิยามไว้ว่าเป็นกระบวนการของการแปลงของเสียหรือผลิตภัณฑ์ที่ไร้ประโยชน์เป็นวัสดุใหม่หรือผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีกว่าหรือให้คุณค่าสูงกว่า

ทางด้านทรัพยากรได้รับความสนใจอย่างมากและให้น้ำหนักไปในเชิงวัฏจักรของวัสดุ โดยให้คำจำกัดความว่าคือการทำให้ผลิตภัณฑ์หรือวัสดุที่ถูกทิ้งมาสู่วงจรชีวิตใหม่ Szaky (1+1>2 International Architecture JSC) เชื่อว่ากระบวนการนี้เป็นหนึ่งในวิธีการแก้ปัญหาที่น่าสนใจที่สุดในลำดับชั้นของการหมุนเวียนวัสดุ Knecht (2011) กล่าวถึงลักษณะวัสดุอัพไซเคิลว่าเป็นกระบวนการที่ปกป้องวัฏจักรวัสดุจากการออกแบบที่เปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมโดยสิ้นเชิง และยังคงลักษณะดั้งเดิมไว้ให้มากที่สุด (Mark Richardson, 2011)

ทางด้านเศรษฐกิจการอัพไซเคิลคือการนำวัสดุมาหมุนเวียนใช้ซ้ำเพื่อทำให้คุณภาพสูงขึ้นกว่าเดิม Chini (2007) และคาลกิน Calkins (2009) ได้ให้นิยามของกระบวนการอัพไซเคิลไว้ว่าเป็นกระบวนการที่ทำให้ผลิตภัณฑ์มีคุณภาพความคงทนและมูลค่าทางเศรษฐกิจที่สูงขึ้น (Tessa. Hill, 2010)

นิยามของการอับไซเคิลเป็นไปในแนวทางเดียวกันรายละเอียดขึ้นอยู่กับบริบทที่ผู้ให้นิยามกล่าวถึง โดยรวมการอับไซเคิลคือเครื่องมือในการยืดอายุการใช้งาน การนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ผ่านความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบโดยการดัดแปลงวัสดุและปกป้องวัฏจักรวัสดุจากการออกแบบที่เปลี่ยนแปลงจากสภาพเดิมโดยสิ้นเชิง ไม่ผ่านกระบวนการที่ส่งผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม และเพิ่มมูลค่าคุณค่าให้กับวัสดุด้วยแนวคิดว่าวัสดุที่หมดอายุจากการใช้เดิมสามารถใช้งานในหน้าที่ใหม่ได้

2.1.3 การใช้ซ้ำ การรีไซเคิล และการอัพไซเคิล

สิ่งสำคัญหนึ่งคือต้องศึกษาขอบเขตระหว่างการใช้ซ้ำ (Reuse), การรีไซเคิล (Recycle) และการอัพไซเคิล (Upcycle) ซึ่งมองผิวเผินอาจตีความได้ว่าเหมือนกันเนื่องจากมีวัตถุประสงค์เดียวกัน คือเป็นเครื่องมือยืดอายุการใช้งานวัสดุ แต่เมื่อศึกษาในรายละเอียดพบว่ามีหลายมิติ เช่น กระบวนการ วิธีการ ข้อจำกัด และลักษณะของวัสดุที่แตกต่างกันอย่างสิ้นเชิง

การใช้ซ้ำ (Reuse) คือการนำขยะเศษวัสดุมาใช้ใหม่อีกหรือเป็นการใช้ซ้ำ สิ่งของที่นำไปใช้ประโยชน์ในช่วงระยะเวลาจะเปลี่ยนเป็นสิ่งที่ไม่มีประโยชน์สำหรับเจ้าของมือแรก จึงดำเนินการพิจารณาถึงความเป็นไปได้ในการนำ กลับมาใช้ซ้ำซึ่งมักกระทำโดยง่ายและรวดเร็ว ไม่ปรับเปลี่ยนสิ่งของนั้น เช่น ขวดน้ำหวานนำมาบรรจุน้ำดื่ม ขวดกาแฟที่หมดแล้วนำมาใส่น้ำตาล (ดวงสมร ฟักสังข์, 2555) ส่วนมากมักได้รับการซ่อมแซมเล็กน้อยก่อนนำมาใช้ซ้ำแต่ยังคงประโยชน์หรือวัตถุประสงค์ในการใช้งานเดิม

การรีไซเคิล (Recycle) คือการนำขยะหรือสิ่งของที่หมดประโยชน์ตามประโยชน์การใช้สอยทางตรงผ่านกระบวนการแปลงโฉมที่แทบจะไม่เหลือเค้าเดิม หรือเหลือเพียงให้พอทราบว่ามันทำมาจากวัตถุดิบชนิดใด เช่น แก้ว หรือ โลหะ กระดาษ หรือพลาสติก ดังตัวอย่างเช่น ขวดยาคูลล์มาทำขาเทียม กล่องเครื่องดื่มมาทำไม้เทียมและใช้ในรูปของเฟอร์นิเจอร์ เป็นการหมุนเวียนกลับมาใช้โดยนำขยะมาแปรรูปตามกระบวนการของแต่ละประเภท (ดวงสมร ฟักสังข์, 2555) จะทำโดยการคัดแยกขยะมูลฝอยตามประเภทตามหลักเกณฑ์การรีไซเคิล การทำความสะอาด การบดย่อย และการหลอม ซึ่งเป็นเป็นกระบวนการที่ใช้สารเคมีหรือเข้าสู่กระบวนการทางอุตสาหกรรม โดยส่วนมากกระบวนการในการรีไซเคิลประกอบไปด้วยหลายขั้นตอนเป็นการนำวัสดุมาผ่านกระบวนการเพื่อผลิตเป็นวัสดุตั้งต้นใหม่หรือผลิตภัณฑ์ใหม่

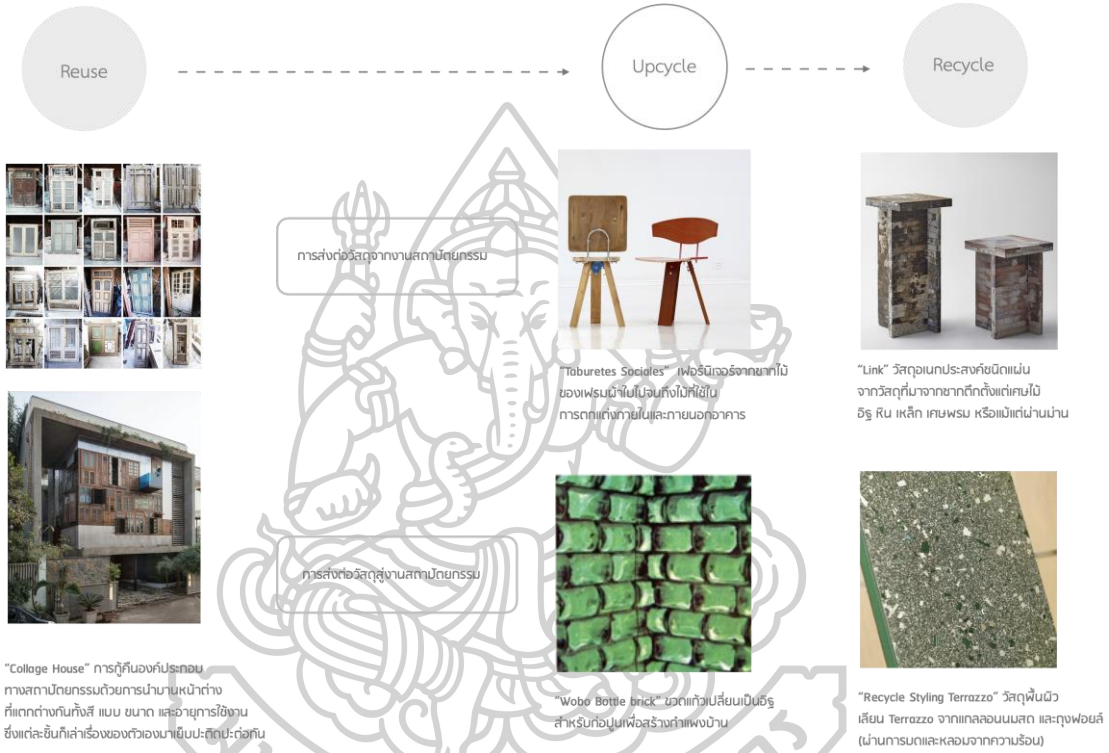
การอัพไซเคิล (Upcycle) คือการนำเศษวัสดุ มาพัฒนาเป็นวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ ที่มีคุณภาพเทียบเท่าหรือดีกว่าเดิม ทั้งที่นำมาใช้โดยตรง หรือ ผ่านกระบวนการแปรรูปที่ไม่ซับซ้อนโดยคำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและก๊าซเรือนกระจกตลอดวัฏจักรชีวิตของวัสดุหรือผลิตภัณฑ์ เพื่อเพิ่มมูลค่าด้วยการออกแบบเชิงสร้างสรรค์ (สิงห์ อินทรชูโต, 2559) ถือเป็นกระบวนยืนอายุการใช้งานของวัสดุ โดยกล่าวถึงข้อกำหนดในการจัดเตรียมเศษวัสดุที่คำนึงถึงผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม โดยการเตรียมวัสดุด้วยแรงงานคน พลังงานธรรมชาติหรือพลังงานทดแทน และเตรียมวัสดุโดยไม่ใช้สารเคมี

ภาพที่ 4 แสดงความแตกต่างของ Reuse, Recycle, Upcycle

ดังนั้น การใช้ซ้ำ (Reuse) และรีไซเคิล (Recycle) มีความแตกต่างจากกระบวนการอัพไซเคิล (Upcycle) เนื่องจากการใช้ซ้ำ (Reuse) สามารถนำกลับมาใช้ได้เลยโดยไม่จำเป็นต้องผ่านการแปรสภาพเสียก่อนโดยเป็นการซ่อมแซมและใช้ประโยชน์ในหน้าที่เดิม คุณภาพเท่าเดิมหรือด้อยลง ในขณะที่การรีไซเคิล (Recycle) ต้องนำวัสดุที่แยกประเภทตามหลักการรีไซเคิลผ่านการหลอมในกระบวนการมีการใช้สารเคมี เพื่อให้เกิดวัสดุตั้งต้นขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์เดิมหรือผลิตภัณฑ์ใหม่ซึ่งคุณภาพด้อยลง แต่การอัพไซเคิล (Upcycle) เป็นกระบวนการที่พัฒนาจากการรีไซเคิลแทรกระหว่างกลางการใช้ซ้ำก่อนส่งต่อไปสู่การรีไซเคิล โดยวัสดุผ่านกระบวนการแปลงสภาพด้วยวิธีการพื้นฐานโดยพิจารณาคุณสมบัติ ศักยภาพของวัสดุ เพื่อเปลี่ยนวัตถุประสงค์การใช้งาน ไม่ผ่านการหลอมหรือการใช้สารเคมี ออกแบบด้วยความคิดสร้างสรรค์ สามารถใช้ได้กับวัสดุทุกประเภท และเพิ่มคุณค่า เพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ

จากที่กล่าวมาข้างต้น การใช้ซ้ำ (Reuse) การอัพไซเคิล (Upcycle) และรีไซเคิล (Recycle) มีความแตกต่างกันซึ่งเกิดขึ้นในงานสถาปัตยกรรมเช่นกัน การใช้ซ้ำในทางสถาปัตยกรรมเทียบได้กับการใช้วัสดุหรือองค์ประกอบในงานสถาปัตยกรรมที่ถูกใช้งานแล้วนำมาใช้งานในประโยชน์ใช้สอยแบบเดิม อาจมีการเปลี่ยนแปลงหรือซ่อมแซมบางส่วน เช่น ประตูจากอาคารเก่าถูกนำมาใช้งานในอาคารใหม่แต่ยังคงทำหน้าที่เป็นประตูเช่นเดิม ในส่วนของการอัพไซเคิล (Upcycle) และรีไซเคิล (Recycle) งานสถาปัตยกรรมมีความเหมือนกันคือเสมือนเป็นทั้งผู้ให้และผู้รับ ได้แก่ การส่งต่อวัสดุจากงานสถาปัตยกรรมคือวัสดุในงานสถาปัตยกรรมเป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมหรือผลิตภัณฑ์อื่นเสมือนผู้ให้ และการส่งต่อวัสดุสู่งานสถาปัตยกรรมคือวัสดุในอุตสาหกรรมหรืองานอื่นเป็นวัตถุดิบใน

งานสถาปัตยกรรมเสมือนผู้รับ แต่การอัพไซเคิล (Upcycle) และรีไซเคิล (Recycle) แตกต่างกันที่กระบวนการและวิธีการ รีไซเคิล (Recycle) มีกระบวนการและวิธีการที่ชัดเจนโดยวัสดุจะถูกจัดการด้วยวิธีการเดียวกันทั้งหมดซึ่งมีระดับการเปลี่ยนแปลงมากกว่า ส่วนการอัพไซเคิล (Upcycle) ไม่มีวิธีการตายตัวซึ่งปัจจัยสำคัญต่อวิธีการคือความคิดสร้างสรรค์ และมีระดับการเปลี่ยนแปลงวัตถุดิบหรือวัสดุตั้งต้นน้อยกว่าการรีไซเคิล (Recycle)



ภาพที่ 5 แสดงความแตกต่างของ Reuse, Recycle, Upcycle ในงานสถาปัตยกรรม

2.2 กระบวนการออกแบบ วิธีการ และการนำเสนอ

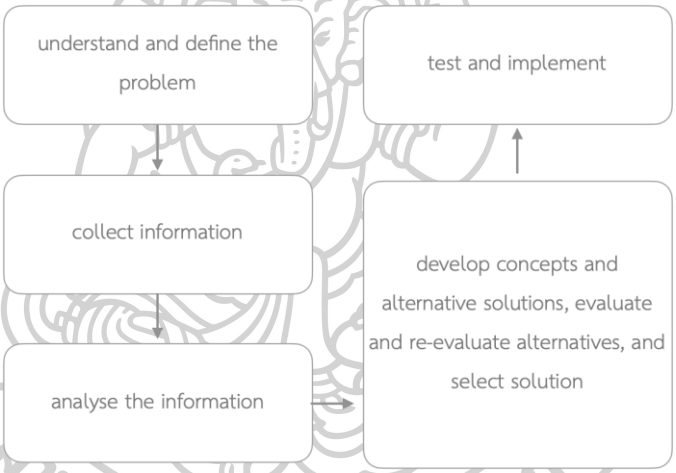
การออกแบบเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาซึ่งอาจมีการดำเนินการตามวิธีการที่แตกต่างตลอดการจำกัดความของปัญหาเพื่อระบุแนวทางแก้ไขที่เป็นไปได้ในการโต้ตอบกับวัสดุและกระบวนการออกแบบเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่ง (Nicole de Castro Pereira, 2008) ซึ่งต้องทำความเข้าใจก่อนเพื่อพัฒนากระบวนการต่อไป การศึกษากระบวนการออกแบบเดิมทำให้เกิดแนวคิดการออกแบบที่เป็นทางการและมีส่วนช่วยในการอธิบายขั้นตอนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ

2.2.1 กระบวนการออกแบบทั่วไป

ความซับซ้อนที่เพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์นำไปสู่การพัฒนาการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการออกแบบผลิตภัณฑ์ (Bomfirm, Rossi, & Nagel, 1977) แนวทางใหม่ที่ประสบผลสำเร็จเกิดขึ้นจากการ

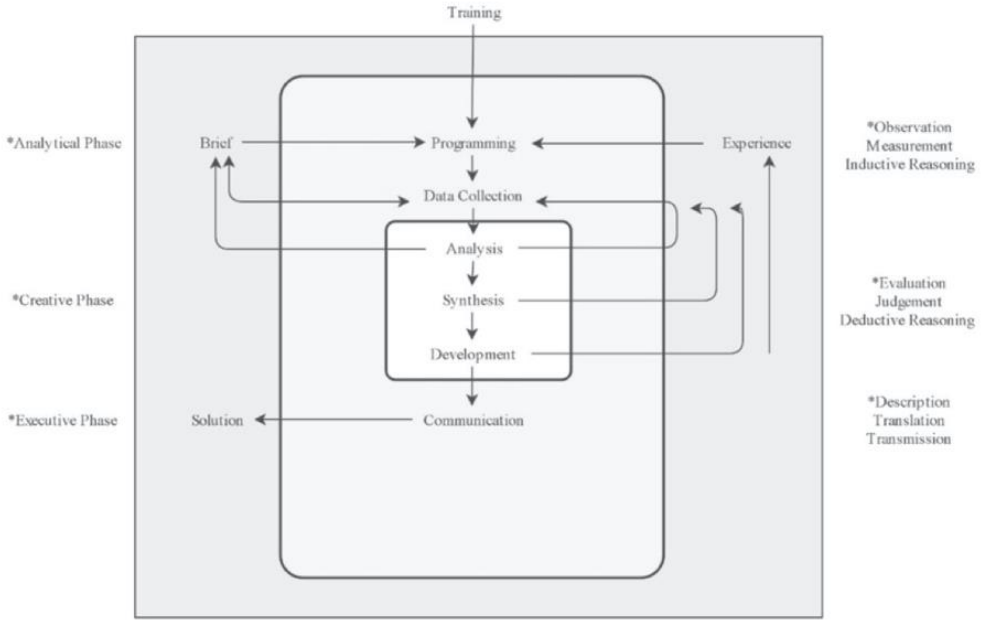
ตระหนักว่าการออกแบบเป็นเรื่องปกติในหลากหลายสาขา เช่น วิศวกรรม อุตสาหกรรม สถาปัตยกรรมและการวางผังเมือง (Jane Darke, 1979)

Conference on Design Methods ในอังกฤษมีการนำเสนองานวิจัยเกี่ยวกับวิธีการที่เป็นระบบและใช้งานง่ายในด้านวิศวกรรม การออกแบบอุตสาหกรรม สถาปัตยกรรม และการสื่อสาร Van der Linden และคณะ (2010) แบ่งส่วนกระบวนการออกแบบขั้นตอนเหล่านั้นมักรวมถึงสิ่งต่อไปนี้: (ก) เข้าใจและกำหนดปัญหา (ข) รวบรวมข้อมูล (กรมควบคุมมลพิษ) วิเคราะห์ข้อมูล (ง) พัฒนาแนวคิดและแนวทางแก้ไขประเมินทางเลือกใหม่และเลือกแนวทางแก้ไข และ (จ) ทดสอบและใช้งาน เป็นหนึ่งในนักวิชาการคนแรกที่จัดระบบกระบวนการเหล่านี้ ข้อเสนอของเขามีองค์ประกอบของการสังเกตอย่างเป็นระบบ การใช้เหตุผลที่เข้าใจง่ายในขั้นตอนการวิเคราะห์ และการตัดสินแบบในขั้นตอนของความคิดสร้างสรรค์



ภาพที่ 6 แสดงกระบวนการออกแบบโดย Van der Linden et al.
ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (Van der Linden et al., 2010)

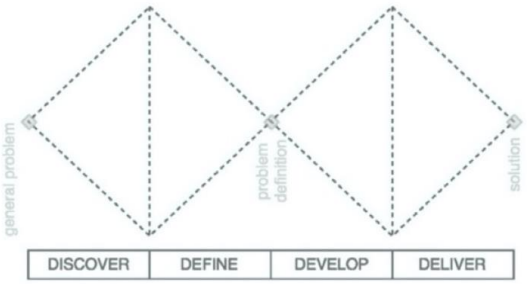
Burdek (2006) กล่าวว่า ก่อนปี 1970 แนวความคิดทั่วไปเกี่ยวกับวิธีการออกแบบมีพื้นฐานมาจากวาทกรรมเกี่ยวกับวิธีการของ (Descartes, 1637) ซึ่งเสนอการย่อยปัญหาออกเป็นส่วนโดยเฉพาะอย่างยิ่งสำหรับ (Jane Darke, 1979) กล่าวว่าความซับซ้อนของกระบวนการนี้ถือได้ว่าเป็นการศึกษาเกี่ยวกับวิธีการออกแบบขั้นสูง และวิธีการนั้นจะปรากฏขึ้นตามระดับความซับซ้อน (Jane Darke, 1979)



ภาพที่ 7 แสดงกระบวนการออกแบบโดย Darke

ที่มา (Jane Darke, 1979)

การออกแบบสามารถตีความได้อย่างกว้างว่าเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่มุ่งปฏิบัติตามข้อกำหนดเบื้องต้นบางประการ และตอบสนองความต้องการเฉพาะ Design Council1 (2007) เสนอกระบวนการที่เรียบง่ายแต่ยืดหยุ่นเรียกว่าเพชรคู่ 4 ขั้นตอน การค้นพบเป็นขั้นตอนแรกของการกำหนดเป้าหมาย ขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการรวบรวมวัสดุ คำจำกัดความเกิดขึ้นระหว่างหรือหลังการค้นพบ และอธิบายการใช้ทรัพยากรเชิงออกแบบ การพัฒนาทำให้เป้าหมายมีความมั่นคงและเริ่มต้นการกำหนดแนวคิดผ่านการออกแบบ และสรุปความเป็นรูปธรรมของเป้าหมาย (Nicole de Castro Pereira, 2017)



ภาพที่ 8 แสดงกระบวนการออกแบบเพชรคู่โดย Design Council1

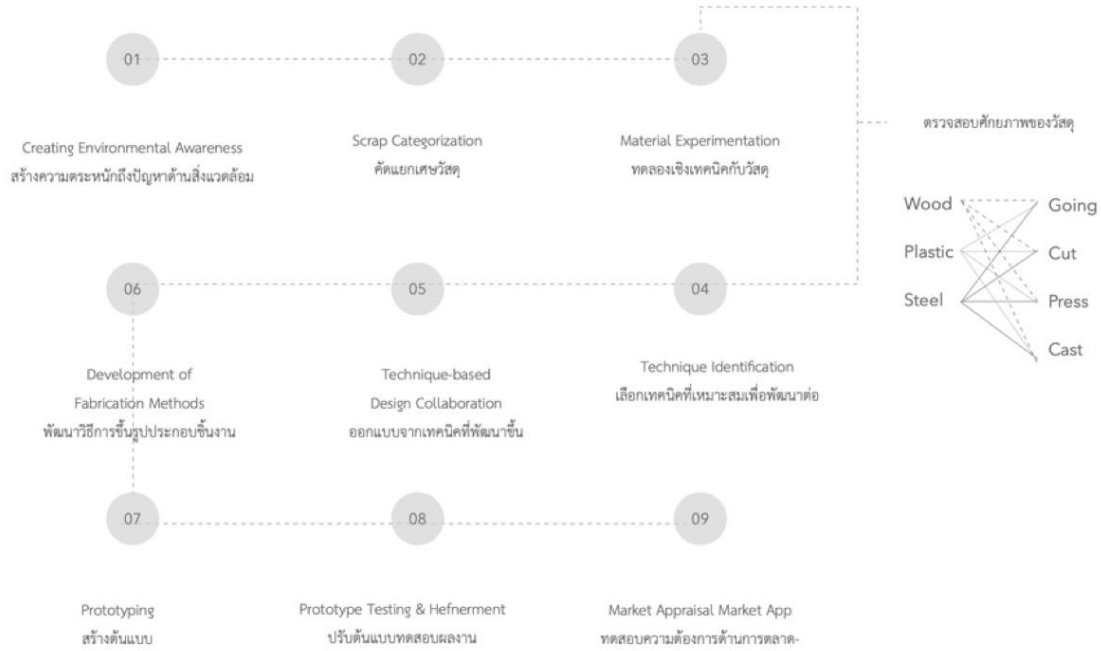
ที่มา (Nicole de Castro Pereira, 2017)

ช่วงเวลาของการบรรจบกันและความแตกต่างในการตัดสินใจออกแบบตลอดกระบวนการพัฒนาการออกแบบ เริ่มต้นด้วยการคิดแบบและพัฒนาจนกระทั่งแนวคิดได้รับการคัดเลือกและขัดเกลา เนื่องจากการตีความที่ครอบคลุมแบบจำลองเพชรคู่จึงถูกนำมาใช้เพื่อแยกและจัดระบบช่วงเวลาการออกแบบ

2.2.2 กระบวนการออกแบบอัพไซเคิล

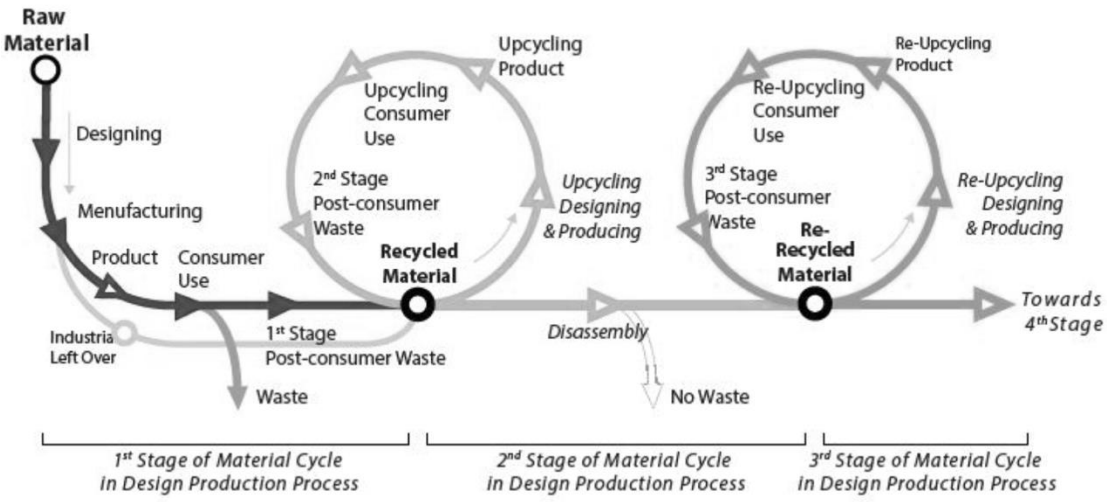
การออกแบบอัพไซเคิล ถูกท้าทายให้ทำงานภายใต้ปัจจัยของวัสดุที่กำหนดเพื่อสร้างผลิตภัณฑ์ ที่มีประโยชน์ในการช่วยหมุนเวียนวัสดุและลดของเสียที่มีอยู่ในปัจจุบัน ให้ความสำคัญกับการจัดการขยะอย่างยั่งยืนถือว่ามีประโยชน์มากกว่าในด้านที่ต้องใช้พลังงานเพียงเล็กน้อยและใช้วัสดุบริสุทธิ์น้อยลง (Kyungeun Sung, 2015) เมื่อกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลเริ่มต้นจากการประเมินของเสียใหม่ การเพิ่มฟังก์ชันการทำงานและความสวยงามให้กับวัสดุ การออกแบบแนวความคิดกลายเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดของการออกแบบ

กระบวนการออกแบบอัพไซเคิลในบริบทของอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์โดย ดร. สิงห์ อินทรชูโต Upcycling (2013) อธิบายเกี่ยวกับกระบวนการนี้ว่าเป็นแนวทางการปฏิบัติในวงอุตสาหกรรมการผลิตในไทย ไม่เพียงแต่กล่าวถึงกระบวนการออกแบบเท่านั้นโดยอธิบาย ตั้งแต่การสร้างความตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในองค์กร คัดแยกวัสดุ และให้ความสำคัญการทดสอบเชิงเทคนิคกับวัสดุโดยให้เหตุผลว่า *“สิ่งใหม่จะไม่เกิดขึ้นถ้ายังใช้วิธีการเดิมกับวัสดุเดิม เพราะฉะนั้นวัสดุจะถูกทดสอบศักยภาพหลายวิธีเพื่อค้นพบวัสดุใหม่ด้วยวิธีการขั้นพื้นฐาน เช่น การตัด การดัด เป็นต้น”* หลังจากนั้นจึงส่งต่อเพื่อพัฒนาวิธีการขึ้นรูป โดยใช้ความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ และสร้างต้นแบบเพื่อทดสอบการใช้งาน นอกจากนี้ยังกล่าวถึงการทดสอบความต้องการด้านการตลาด



ภาพที่ 9 แสดงกระบวนการอัพไซเคิลในอุตสาหกรรมการออกแบบผลิตภัณฑ์โดย ดร. สิงห์ อินทรชูโต ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (ดร. สิงห์ อินทรชูโต, 2559)

แสดงให้เห็นว่ากระบวนการอัพไซเคิลมีวัสดุเป็นปัจจัยลำดับต้นที่มีผลต่อการออกแบบ นอกจากนี้ Sung Hee Ahn & Jen Yoohyun Lee (2008) พัฒนารูปแบบกระบวนการออกแบบอัพไซเคิล ซึ่งกำหนดขั้นตอนการออกแบบอัพไซเคิลเป็นขั้นตอนที่ 2 ของวัฏจักรชีวิตของวัสดุ ในกระบวนการออกแบบ หลังการใช้ของผู้บริโภคกลายเป็นของเสียและถูกทิ้ง ผลิตภัณฑ์หลังการบริโภคกลับเข้าร่วมในวงจรอีกครั้ง แบบจำลองกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลเป็นแบบจำลองที่พัฒนาขึ้นเพิ่มเติมในการศึกษา เพื่อสนับสนุนขั้นตอนถัดไปของวัฏจักรชีวิตวัสดุหลังจากนำกลับมาใช้ใหม่เป็นผลิตภัณฑ์อัพไซเคิลรุ่นแรก เมื่อผลิตภัณฑ์อัพไซเคิลเข้าสู่ระยะที่ 2 ของของเสียหลังการบริโภค ขั้นตอนการถอดประกอบจะช่วยให้วัสดุที่ประกอบทุกชิ้นกลับคืนสู่สภาพเดิมและกลายเป็นวัสดุรีไซเคิลได้ (Sung Hee AhnandJen Yoohyun Lee, 2018)



ภาพที่ 10 แบบจำลองกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลโดย Sung Hee Ahn & Jen Yoohyun Lee
ที่มา (Sung Hee Ahn & Jen Yoohyun Lee, 2008)

กระบวนการอัพไซเคิลโดย ดร. สิงห์ อินทรชูโต แสดงให้เห็นกระบวนการอัพไซเคิลในหนึ่งรอบการเกิดใหม่ของวัสดุอย่างละเอียดเป็นแบบจำลองที่มีลักษณะเฉพาะของความเป็นเส้นตรง และเป็นแนวทางการปฏิบัติที่เข้าใจง่าย โดย Sung Hee Ahn & Jen Yoohyun Lee เสนออีกแบบหนึ่งที่คำนึงถึงวงจรชีวิตของวัสดุ แสดงให้เห็นกระบวนการอัพไซเคิลโดยการเกิดใหม่มากกว่าหนึ่งครั้งผ่านวัฏจักรของวัสดุและหมุนเวียนไม่รู้จบ เพื่อยืดอายุการใช้งานวัสดุซึ่งในทางทฤษฎีแล้วจะไม่เกิดของเสียขึ้นในกระบวนการ

การอัพไซเคิลไม่เพียงเป็นการแก้ปัญหาการผลิตภายในองค์กรเท่านั้น แต่กระบวนการดังกล่าวส่งผลให้เกิดการส่งต่อวัสดุจากอุตสาหกรรมหนึ่งสู่อุตสาหกรรมหนึ่ง เช่น อุตสาหกรรมแฟชั่น

อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมกีฬา ไปจนถึงงานศิลปะโดยมีระดับการปรับเปลี่ยนวัสดุที่แตกต่างกัน ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการอัพไซเคิลบางอย่างสามารถรับรู้ได้ถึงที่มาของวัสดุไปจนถึงการเปลี่ยนแปลงในระดับสูงที่มองโดยผิวเผินไม่สามารถระบุที่มาวัสดุได้ นอกจากการเปลี่ยนแปลงของระดับวัสดุที่แตกต่างกันแล้วการอัพไซเคิลยังเกิดขึ้นในหลายระดับขนาด เช่น ขวดพลาสติกอาจกลายเป็นโคมไฟภายในห้อง หรือเครื่องบินที่ล้าสมัยอาจกลายเป็นพื้นที่ทำกิจกรรมที่สวนสาธารณะในเมือง เป็นต้น

- ปัญหาและข้อเสียการอัพไซเคิล

สำหรับการอัพไซเคิลแนวทางที่เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างงานต้องมีระบบการส่งต่อวัสดุในช่วงอายุการใช้งาน และวางแผนสำหรับวิธีนำกลับและปรับแต่งใหม่ (William McDonoughandMichael Braungart, 2013) แนวทางที่เป็นระบบดังกล่าวไม่ใช่เรื่องง่ายที่จะบรรลุผลเนื่องประเด็นทางเทคนิค ได้แก่

- การแลกเปลี่ยนที่เป็นไปได้ระหว่างมูลค่าปัจจุบัน คุณภาพของผลิตภัณฑ์ และความสามารถในการรีไซเคิลในอนาคต (เช่น ความทนทาน / ความน่าเชื่อถือเทียบกับความยากง่ายการถอดชิ้นส่วน) (Martin and Stott 2011)

- Eder-Hansen (2012) การอัพไซเคิลที่มีความแตกต่างในแต่ละวัสดุ ความสามารถทางเทคโนโลยีไม่สามารถจัดการกับวัสดุทุกประเภทได้

- Martin and Stott (2011) กล่าวถึงความยุ่งยากและไร้ประสิทธิภาพในการรวบรวม ทำความสะอาด การคัดแยกการอบแห้ง

- Zhuo and Levendis (1+1>2 International Architecture JSC) การจัดหาวัสดุที่มีคุณภาพไม่สอดคล้องกัน (ในแง่ขององค์ประกอบและสิ่งสกปรก) และความซับซ้อนของกระบวนการ

- ส่วนใหญ่มักเกี่ยวข้องกับการรับรู้หรือความรู้ในการอัพไซเคิล McDonough & Braungart (2013) อ้างว่าองค์กรกลัวการเปลี่ยนแปลง มีราคาแพงเกินไป หรือมีข้อมูลไม่เพียงพอ

- EderHansen และคณะ (2012) กล่าวว่าการสิ้นอายุขัยของผลิตภัณฑ์อาจเป็นอีกอุปสรรคที่ร้ายแรงเมื่อเกิดการอัพไซเคิล และอาจเป็นปัญหาที่ทำให้การอัพไซเคิลไม่น่าสนใจ (Nicole de Castro Pereira, 2017)

- ยกตัวอย่างปัญหาที่อาจเกิดขึ้นโดย Szaky (1+1>2 International Architecture JSC) วิธีแก้ปัญหาขยะในปริมาณค่อนข้างน้อยการลดหรือป้องกันเมื่อเทียบกับปริมาณขยะทั้งหมด ลักษณะเฉพาะของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการอัพไซเคิลไม่ได้เป็นที่สนใจของทุกคน ได้รับความนิยมในกลุ่มเล็กหรือกลุ่มเป้าหมายมีจำนวนจำกัด ความรู้สึกเต็มใจต่อการแยกและทำความสะอาดขยะ เพื่อวัตถุประสงค์ในการอัพไซเคิล (Tom Szaky, 2014)

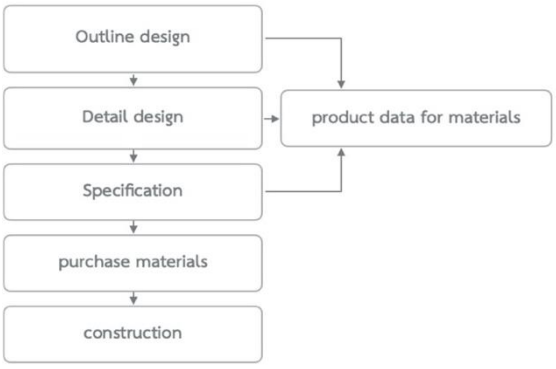
- Bramston และ Maycroft (2013) กล่าวว่าวิธีการผลิตและผลผลิตจากผู้บริโภคมักจะด้อยพัฒนาหรือไม่ได้รับการพัฒนาข้อเสียและอุปสรรคของการอัพไซเคิลเหล่านี้ดูเหมือนจะมีมากมายและแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับในระดับของการอัพไซเคิล ประเภทของอุตสาหกรรม และสถานการณ์ตามบริบท เช่น การเปลี่ยนแปลงของตลาดกฎระเบียบ นโยบาย สังคม และพื้นหลังทางวัฒนธรรม (Nicole de Castro Pereira, 2017)

การอัพไซเคิลประสบความสำเร็จหรือล้มเหลวมีองค์ประกอบร่วมกันหลายประการ ซึ่งล้วนแล้วแต่เกี่ยวข้องกับวัสดุ ความรู้ความเข้าใจในกระบวนการ นอกจากนี้ยังมีองค์ประกอบด้านอารมณ์และทัศนคติ แต่เมื่อใดที่ผู้ออกแบบมีความรู้ความเข้าใจในวัสดุและกระบวนการจะส่งผลให้การอัพไซเคิลประสบผลสำเร็จได้

2.2.3 กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมและวัสดุใช้ซ้ำ

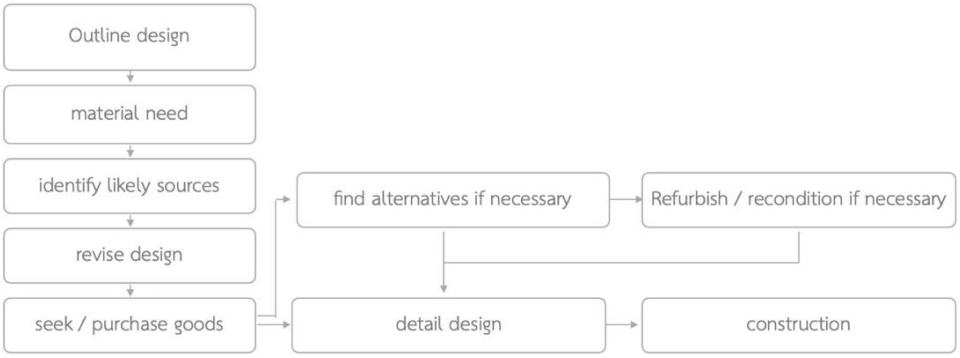
กระบวนการออกแบบวัสดุใช้ซ้ำสามารถเกิดได้ทั้งแบบมุ่งเน้นที่เป้าหมาย คือเป้าหมายของการสร้างถูกกำหนดไว้ล่วงหน้าซึ่งเป็นแนวทางที่พบบ่อยที่สุด และเกี่ยวข้องกับวิธีการออกแบบทั่วไป ซึ่งการตัดสินใจทุกครั้งรวมถึงการเลือกใช้วัสดุจะทำโดยมีเป้าหมายเพื่อบรรลุเป้าหมายที่ระบุ ไว้ (Ed Van Hinte et al., 2007) ในทางตรงกันข้ามการออกแบบตามทรัพยากร เริ่มต้นด้วยวิธีการหรือวัสดุที่มีอยู่และไม่มีจุดสิ้นสุดหรือวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ แนวทางข้างต้นถูกใช้มากขึ้นเพื่อยืดอายุการใช้งานของวัสดุ (Nicole de Castro Pereira 2017)

ในกระบวนการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมาย ทีมออกแบบจะวางแผนโครงสร้างตามรูปแบบหรือการออกแบบรายละเอียดก่อน สถาปนิกจะกำหนดองค์ประกอบและระบบของอาคาร จากนั้นจึงระบุวัสดุและส่วนประกอบที่จำเป็นเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพและคุณภาพที่กำหนดโดยทั่วไป จากนั้นจึงจัดหาและซื้อวัสดุและสินค้าที่เหมาะสม โดยมีตลาดที่จัดตั้งขึ้นสำหรับวัสดุและส่วนประกอบที่เหมาะสมอยู่แล้ว (Bill Addis, 2012) กระบวนการนี้ถือเป็นกระบวนการดั้งเดิมที่ใช้ในสถาปัตยกรรม



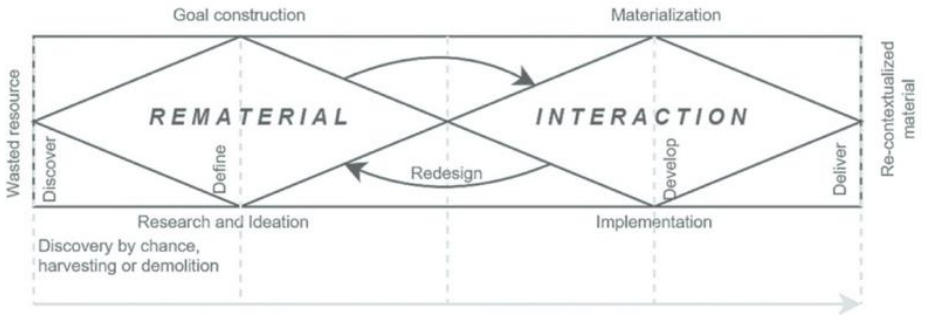
ภาพที่ 11 แสดงกระบวนการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมาย
ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (Bill Addis, 2012)

การกำหนดเป้าหมายการออกแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการหรือวัสดุ ลักษณะนี้เริ่มต้นด้วยทรัพยากรที่จำกัด ซึ่งนำไปสู่การออกแบบไปสู่เป้าหมายที่กำหนดไว้ ตามที่ Addis (2012) กระบวนการออกแบบจะซับซ้อนเป็นพิเศษเมื่อจุดเริ่มต้นถูกชี้นำโดยความพร้อมของวัสดุ ในแนวทางปฏิบัตินี้ นักออกแบบจะเน้นที่วัสดุก่อนแล้วจึงกำหนดวัตถุประสงค์ ภายในบริบทนี้การกำหนดเป้าหมายการออกแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องมือหรือวัสดุ เช่น ความพร้อมใช้งานของแหล่งที่มา ปริมาณ สภาพ และลักษณะทางกายภาพ (รูปแบบ ลักษณะที่ปรากฏ ความต้านทาน ความยืดหยุ่น ความทนทาน) และการผสมผสานของวัสดุเริ่มต้นด้วยทรัพยากรที่จำกัด ซึ่งนำไปสู่การออกแบบไปสู่เป้าหมายที่ไม่ค่อยกำหนดไว้ล่วงหน้า (Bill Addis, 2012) กระบวนการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมาย และการออกแบบตามทรัพยากร ถูกใช้ทั่วโลกเพื่อนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ และเป็นแนวทางปฏิบัติทั่วไปสำหรับนักออกแบบที่มองว่าวัสดุเป็นโอกาส



ภาพที่ 12 แสดงการออกแบบมุ่งเน้นเป้าหมายด้วยวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่โดย Addis (2012) ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (Bill Addis, 2012)

นอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่กล่าวถึงการอัพไซเคิลว่าเป็นกลไกลการขับเคลื่อนการรีแมททีเรียล (Re-material) โดย Nicole de Castro Pereira (2017) กล่าวว่า รีแมททีเรียล (Re-material) เป็นคำศัพท์ทั่วไปที่ใช้เพื่ออ้างอิงถึงวัสดุ วัตถุ องค์ประกอบ และโครงสร้างที่มีอยู่ซึ่งอาจถูกอัพไซเคิลไปสู่การใช้งานใหม่และมีประสิทธิภาพ แม้ว่าคำศัพท์จะรวมถึงแต่ไม่จำกัดเพียงวัสดุก่อสร้างที่เกิดจากเศษวัสดุเหลือใช้หรือการรื้อถอน แต่โดยทั่วไปแล้วจะหมายความถึงทุกสิ่งที่ในตอนแรกถือว่าเป็นของเสียหรือวัสดุที่ถูกทิ้งจากบางมุมมอง ประกอบกับความสร้างสรรค์และมีไหวพริบมองเห็นโอกาสสำหรับวัสดุเหล่านี้ด้วยการปรับบริบทของวัสดุใหม่



ภาพที่ 13 ภาพแสดงกระบวนการออกแบบ material-oriented design โดย Nicole de Castro Pereira ที่มา (Nicole de Castro Pereira 2017)

แผนภาพเพชรคู่ยังถูกใช้แสดงกระบวนการออกแบบมุ่งเน้นวัสดุในกรอบการออกแบบสถาปัตยกรรมโดยกล่าวว่า มีกระบวนการที่คล้ายคลึงกับการออกแบบทั่วไปแต่มีลักษณะเฉพาะตัว ซึ่งเรียกว่าการโต้ตอบกับวัสดุใหม่ Nicole de Castro Pereira (2017) อธิบายขั้นตอนที่ปรากฏทางการออกแบบว่า (ก) Discovery เป็นขั้นตอนแรกของการกำหนดเป้าหมาย และขั้นตอนนี้จะมีลักษณะเฉพาะในช่วงเวลาที่มีการระบุการใช้วัสดุ องค์ประกอบ หรือโครงสร้างที่มีศักยภาพ แต่อาจยังไม่ได้รับการทำความสะอาด ขั้นตอนนี้ยังรวมถึงการรวบรวมศึกษาข้อมูลวัสดุ (ข) Definition เกิดขึ้นระหว่างหรือหลังการค้นพบและอธิบายการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่ในการคิด เชิงออกแบบ (กรมควบคุมมลพิษ) Development หรือการพัฒนาทำ ให้เป้าหมายมีความมั่นคงและเริ่มต้นการกำหนดแนวคิดผ่านเอกสารประกอบการออกแบบและการเรียนรู้เนื้อหาเพิ่มเติมและ (ง) Delivery จะสรุปความเป็นรูปธรรมของเป้าหมายที่เสนอในตอนแรก หรือลดภาระงานเพื่อการพัฒนาหรือนิยามเพิ่มเติม (Nicole de Castro Pereira 2017)

อย่างไรก็ตามการรวมวัสดุที่กู้คืนหรือเรียกคืนในสถาปัตยกรรมต้องใช้วิธีการที่แตกต่างจากการออกแบบแบบดั้งเดิมอย่างสิ้นเชิง กาศึกษากระบวนการมีการแสดงภาพจำลองในรูปแบบที่หลากหลาย แม้การออกแบบจะให้ความสำคัญและถูกชี้นำโดยวัสดุ แต่วิธีการออกแบบดังกล่าวมักเกิดขึ้นแบบสุ่มผ่านความพยายามและความล้มเหลวที่ไม่ระบุแนวทางและอธิบายในกระบวนการ

- ข้อจำกัด ปัญหา และการแก้ปัญหาทางสถาปัตยกรรม

การออกแบบสถาปัตยกรรมสามารถตีความได้อย่างกว้างว่าเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่มุ่งปฏิบัติตามข้อกำหนดเบื้อต้นบางประการ และตอบสนองความต้องการเฉพาะ (Nicole de Castro Pereira, 2017) ปัญหาการออกแบบจำกัดความเป็นไปได้ จำกัดขอบเขตที่ไม่สิ้นสุดให้แคบลง เพื่อ

เป็นแนวทางในการตัดสินใจอย่างมีข้อมูล จึงจำเป็นต้องศึกษาปัญหาเพื่อทราบตัวแปรสำคัญที่ปฏิสัมพันธ์กับกระบวนการ

ปัญหาด้านการออกแบบสถาปัตยกรรมที่นักออกแบบต้องเผชิญมักจะเกี่ยวข้องกับตัวแปรและข้อกำหนดที่หลากหลาย รวมถึงปัญหาที่อาจจับต้องไม่ได้หรือวัดไม่ได้ สถาปนิกมักไม่อธิบายความกระบวนการ ความผิดพลาด หรือการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการออกแบบอย่างละเอียด Gross and Fleisher (1984) กล่าวว่า “การออกแบบเป็นกิจกรรมการแก้ปัญหาที่ไม่ค่อยให้ความละเอียดที่เป็นเอกลักษณ์ การออกแบบสถาปัตยกรรมมักไม่ค่อยให้คำตอบที่ผิด ความถูกต้องในวงกว้างไม่สามารถพิสูจน์ได้ ตัวเลือกที่ประกอบด้วยการออกแบบจึงไม่เป็นไปตามความต้องการของสถาปนิกซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญแต่เขาไม่ค่อยสรุป” (Mark GrossandAaron Fleisher, 1984) สถาปนิกเน้นการอธิบายสิ่งพิเศษที่เกิดขึ้นในงานมากกว่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ปัญหาที่ถูกดำเนินการแก้ในระหว่างกระบวนการมักไม่ถูกอธิบายโดยละเอียด

สถาปนิกปฏิบัติโดยสัญชาติญาณ เมื่อได้รับการออกแบบจะมุ่งเน้นไปที่การแก้ปัญหามากกว่าการศึกษาปัญหาอย่างถ่องแท้ Lawson, (1972) ระบุทัศนคติที่แตกต่างกันสองประการต่อการแก้ปัญหาในการออกแบบ ได้แก่ เน้นปัญหาและมุ่งเน้นการแก้ปัญหา ทัศนคติที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหามักถูกนำมาใช้ แทนที่จะเรียนรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของปัญหาให้ได้มากที่สุดก่อนที่จะพยายามแก้ไข พวกเขาพยายามหาวิธีแก้ปัญหาหลายๆ วิธีเพื่อดูว่าเพราะเหตุใดจึงผิดพลาด (Bryan R Lawson, 1972) การใช้กระบวนการสุ่มและใช้งานง่าย (โดยมีการจัดระเบียบความคิด การพัฒนา และเป้าหมายระยะสั้นเพียงเล็กน้อย) ถูกดำเนินขึ้น อาจทำให้สถาปนิกพลาดทางเลือกที่แฝงอยู่ มองข้ามเกณฑ์ที่เกี่ยวข้องและดำเนินการทดสอบที่ไม่เกิดผล ลดโอกาสในการทดลองที่มีประสิทธิผล ป้องกันไม่ให้ค้นพบความเป็นไปได้ที่หลากหลายมากขึ้นในการให้กำเนิดผลลัพธ์ และอาจทำให้พลาดโอกาสในการค้นพบสิ่งใหม่

แนวความคิดในการออกแบบมีตั้งแต่การคิดอย่างมีเหตุ ข้อจำกัดทางวิศวกรรมไปจนถึงการให้เหตุผลส่วนตัวโดยสัญชาตญาณของศิลปะ โดยวิศวกรที่มีคุณสมบัติที่ดีจะใช้ความรู้ สัญชาตญาณ และความคิดสร้างสรรค์เพื่อแก้ปัญหาการออกแบบที่ซับซ้อน และผู้ออกแบบบางส่วนยังจัดระบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพผลลัพธ์ “ปัญหาในการออกแบบเกี่ยวข้องกับมิติที่มากกว่าการใช้งาน ราคา โครงสร้าง และความสวยงาม ทั้งหมดนี้มีความท้าทายในการประเมิน วิธีการต้องครอบคลุมความรู้สึก ความคาดหวังส่วนตัว (ผู้ออกแบบ ผู้ใช้ เจ้าของโครงการ) และอารมณ์ กระบวนการทางสถาปัตยกรรมมีอิทธิพลเป็นวงกว้างกว่างานศิลปะเพราะสถาปัตยกรรมให้ทั้งที่พักพิงและวิธีการเชื่อมโยงโดยตรงกับสิ่งแวดล้อม”

ปัญหาที่เกิดขึ้นในกระบวนการออกแบบโดย Gross and Fleisher (1984) กล่าวว่า กระบวนการทั้งหมดถูกควบคุมโดยข้อจำกัดที่กำหนดกรอบความเชี่ยวชาญของผู้ออกแบบ ความชอบ

บริบท บุคคล สถานที่ และสถานการณ์ วัตถุประสงค์และทรัพยากรนอกเหนือจากเรื่องของรสนิยม สไตล์ และแฟชั่น (Nicole de Castro Pereira, 2017)

Franz (1994) กล่าวว่าการออกแบบเป็นการผสมผสานระหว่างการแทรกแซงที่มีเหตุผลในการประมวลผลข้อมูล กระบวนการเชิงสร้างสรรค์เพื่อประยุกต์ใช้ความรู้ที่สะสมมาจากประสบการณ์ในอดีต และกระบวนการสร้างสรรค์ที่ใช้เหตุผลแบบสัญชาตญาณ และชี้แนะการแก้ปัญหาว่าผู้ออกแบบต้องประมวลผลข้อมูลพื้นฐานสองประเภท: ข้อมูลที่สำคัญ (เช่น เรื่องที่เกี่ยวกับข้อเท็จจริงของวัตถุประสงค์) และข้อมูลขั้นตอน ซึ่งระบุเส้นทางสำหรับการทำความเข้าใจความเป็นจริง ความรู้และปัญหาที่ตรงกัน (Jill M Franz, 1994)

Wiggins (1989) ได้แบ่งกระบวนการแก้ปัญหาออกเป็น 2 ขอบเขต คือความรู้ที่สำคัญและทักษะในกระบวนการ แนวคิดแรกหมายถึงใครคือนักออกแบบและสิ่งที่นักออกแบบรู้ ในขณะที่แนวคิดที่สองสะท้อนถึงทัศนคติของนักออกแบบและกรอบการตัดสินใจโดยรวมที่นำมาใช้ ปรัชญาการออกแบบวิธีการออกแบบ ซึ่งประกอบด้วยเทคนิคที่ใช้ในสถานการณ์เฉพาะสำหรับการเก็บรวบรวมหรือวิเคราะห์ข้อมูล คำอธิบายหรือวิธีแก้ปัญหา และการจำลองและประเมินผล (G. E. Wiggins, 1989) (G. E. Wiggins, 1989)

Donald A. Schön (1988) การศึกษาในปัจจุบันมุ่งเน้นไปที่กระบวนการในการแก้ปัญหาเชิงวัสดุ ความรู้ด้านการออกแบบ และการใช้เหตุผลจะสะท้อนให้เห็นในการปฏิสัมพันธ์ของนักออกแบบกับวัสดุ สิ่งประดิษฐ์ และเงื่อนไข เมื่อพิจารณาถึงแนวทางนี้ ประเด็นที่สำคัญที่สุด 3 ประการ (ก) การสำรวจปัญหา (เกี่ยวข้องกับวัสดุใหม่) (ข) ความรู้และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ (กรมควบคุมมลพิษ) ทักษะในกระบวนการ ซึ่งเกิดขึ้นและใช้งานร่วมกันตลอดการออกแบบ (Donald ADA Schön, 1988)

การศึกษาปัญหาและการแก้ปัญหาทางสถาปัตยกรรมพบปัจจัยหลักที่มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างกระบวนการการออกแบบ ทรัพยากรหรือวัสดุ ผู้ออกแบบ และบริบทหรือสิ่งแวดล้อม โดยเฉพาะกระบวนการออกแบบที่มุ่งเน้นการแก้ปัญหาเชิงวัสดุ นอกจากนี้ผู้ออกแบบยังต้องเผชิญกับปัจจัยภายนอกอื่นหลายประการ

2.3 **การออกแบบกับวัสดุ**

สถาปนิกมีปฏิสัมพันธ์ภายในกระบวนการเพื่อปรับบริบทใหม่ของวัสดุ ถ่ายทอดไปยังองค์ประกอบ และโครงสร้างในระหว่างการออกแบบ วัสดุจะถูกปรับโครงสร้างใหม่ภายใต้ปัญหาทางสถาปัตยกรรม (Nicole de Castro Pereira, 2017) ดังนั้น วัสดุจึงเป็นมิติที่สำคัญอีกมิติหนึ่งเป็นเรื่องที่เกี่ยวข้องกันที่จะกล่าวถึงวัสดุและสถานการณ์ที่ทำให้วัสดุใหม่มีโอกาสในการออกแบบ

2.3.1 ทัศนคติ แนวปฏิบัติวัสดุ

ในงานสถาปัตยกรรมบางอย่างไม่คำนึงถึงวัสดุในช่วงแรกของการออกแบบและพิจารณาเฉพาะ ในช่วงรายละเอียด การออกแบบแบบเดิมกระบวนการออกแบบมักจะเริ่มต้นด้วยการให้ความสำคัญกับความต้องการและการแก้ปัญหาซึ่งเชื่อมโยงโดยตรงกับวัสดุ นักออกแบบจึงใช้เครื่องมือและวิธีการที่แตกต่างกัน และผลลัพธ์นั้นไม่เพียงขึ้นอยู่กับวิธีการนำไปใช้เท่านั้นแต่ยังรวมถึงเบื้องหลังที่พัฒนาขึ้นก่อนที่จะเริ่มกระบวนการออกแบบ

วัสดุมีบทบาทสำคัญในการออกแบบสถาปัตยกรรมเนื่องจากมีผลต่อพื้นที่และอาคารทุกด้าน ช่องว่างมีความสัมพันธ์กับแสง ตามที่ D. A. Schön (1992) “การออกแบบสถาปัตยกรรมเป็นการทดลองที่ประกอบด้วยการการโต้ตอบและไตร่ตรองกับวัสดุ” นักออกแบบมักเลือกวัตถุที่แตกต่างกันหรือแม้กระทั่งเลือกวัตถุเดียวกันในหลายวิธีเพื่อบรรยายความหมายและเรื่องราวการออกแบบที่แตกต่างกัน (Donald A Schön, 1992) สถาปัตยกรรมควรเน้นการพิจารณาวัสดุตั้งแต่ขั้นตอนแนวคิดของการออกแบบไปจนถึง ขั้นตอนการส่งมอบอาคาร (Katie Lloyd Thomas, 2006) และเน้นย้ำถึงความสำคัญของการสำรวจวัสดุในสถาปัตยกรรมความจำเป็นในการเปิดรับศักยภาพที่มีอยู่ในวัสดุทั้งเก่าและใหม่ และทำความเข้าใจว่าวัสดุเหล่านี้สามารถให้ผลผลิตได้อย่างไร ไม่เพียงแต่ในแง่ของพื้นที่ แต่ยังรวมถึงประสบการณ์แต่ยังคงมีข้อโต้แย้งในเรื่องนี้ Temple (2011) ไม่คิดเช่นนั้น แม้ว่านักออกแบบจะต้องเรียนรู้เรื่องวัสดุ แต่ส่วนใหญ่แล้วเพียงแค่จินตนาการว่าวัตถุจะมีลักษณะหรือการกระทำอย่างไร นอกจากนี้ นักศึกษามหาวิทยาลัยมักจะสร้างแบบจำลองโดยใช้เฉพาะวัสดุสีขาวหรือสีอื่นที่เป็นกลางและเป็นสีเดียว การเชื่อมต่อที่แท้จริงกับวัสดุผ่านกระบวนการและเครื่องมือมักลดลง (Stephen Temple, 2011) อย่างไรก็ตามการเน้นย้ำถึงความสำคัญของวัสดุในกระบวนการออกแบบไม่ใช่เรื่องใหม่ ในปี 1938 Mies van der Rohe กล่าวว่า “วัสดุแต่ละชนิดมีลักษณะเฉพาะซึ่งเราต้องเข้าใจหากต้องการใช้ กล่าวอีกนัยหนึ่งคือไม่มีการออกแบบใดที่เป็นไปได้จนกว่าจะเข้าใจวัสดุที่คุณออกแบบอย่างสมบูรณ์” ส่วนใหญ่ยอมรับว่าการพิจารณาเหล่านี้มีความสำคัญ ซึ่งในปัจจุบันความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีได้นำไปสู่ความเป็นไปได้ไม่รู้จบสำหรับวัสดุในทุกการใช้งานในการออกแบบ วัสดุผลิตใหม่ หลากหลายจัดหาง่าย ถือเป็นขอบเขตที่กว้างมากจนเป็นความท้าทายในการเลือกที่เหมาะสม ในทางกลับกันยังมีผู้ออกแบบที่เลือกใช้วัสดุใช้ซ้ำหรือการเปลี่ยนบริบทวัสดุเพื่อการใช้งานซึ่งเป็นกระบวนการที่ยุ่งยากกว่า

คำกล่าวของ Stasser (1999) ที่ว่า “สิ่งที่นับเป็นขยะขึ้นอยู่กับว่าใครนับ” สะท้อนให้เห็นคำจำกัดความของถังขยะแตกต่างกันไปในแต่ละบุคคล แต่ละสถานที่ตามภูมิหลังทางสังคม และวัฒนธรรม (Susan Strasser, 1999) Addis (2012) กล่าวว่าแทนที่จะมองว่าวัสดุในช่วงสุดท้ายของชีวิตแรกเป็นปัญหา ผู้คนควรมองว่าสิ่งเหล่านี้เป็นโอกาสที่ดีในการยืดอายุวัฏจักรของวัสดุอีกทางหนึ่ง แม้ว่าจะมีของเสียอยู่ในระบบหนึ่งแต่ของเสียนั้นเป็นอาหารสำหรับอีกระบบหนึ่ง ดังนั้นขยะจึงเท่ากับ

อาหาร(Addis, W., 2012) เมื่อพิจารณาถึงประเด็นที่มีนัยสำคัญในทางสถาปัตยกรรม จากแนวคิดข้างต้นกระแสของวัสดุที่ถูกทิ้งเป็นแหล่งที่มาอันมีค่าของความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบการใช้วัสดุซ้ำหรือการเปลี่ยนบริบทของวัสดุใหม่

2.3.2 การคัดเลือกและลักษณะวัสดุ

การออกแบบแบบดั้งเดิมขั้นตอนแรกสำหรับการรวบรวมวัสดุคือกระบวนการในการคัดเลือก มีวิธีการมากมายสำหรับการเลือกวัสดุในงานออกแบบ (Michael F AshbyandKara Johnson, 2010) แนะนำวิธีการต่อไปนี้สำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยการวิเคราะห์ การสังเคราะห์ ความคล้ายคลึงกัน แรงบันดาลใจและการผสมผสานของวิธีการเหล่านี้ (Michael F AshbyandKara Johnson, 2010)

อย่างไรก็ตามในสถาปัตยกรรมวัสดุสามารถเปลี่ยนงานสถาปัตยกรรมได้อย่างสิ้นเชิง ผู้ออกแบบมองหาการทดลอง และคุณสมบัติ เครื่องมือเหล่านี้จะพิจารณาเฉพาะด้านเทคนิคเท่านั้น ความต้องการอื่น เช่น ปริมาณ รูปแบบ ฟังก์ชัน และแม้แต่งบประมาณมักเป็นที่ทราบกันดี แต่แทบจะไม่ทราบวัสดุอย่างท่องแท้ โดยปกติเกณฑ์จะขึ้นอยู่กับภูมิหลัง ประสบการณ์ หรือความรู้ของผู้ออกแบบ หรือเป็นไปตามมาตรฐานหรือความสนใจของผู้มีส่วนได้ส่วนเสีย จากข้อมูลของ (Liam M Knecht, 2011) แม้ว่าคุณสมบัติที่แท้จริงจะสามารถวัดได้ตามปกติ แต่คุณสมบัติภายนอกมักเกี่ยวข้องกับปัจจัยส่วนตัว เช่น ปัญหาทางประสาทสัมผัส อารมณ์ หรือวัฒนธรรม ผู้ออกแบบมักมีหลักการเลือกวัสดุที่แตกต่างกัน

Brownell (2006) ระบุ ประเภทสำหรับวัสดุการออกแบบ ก) ประสิทธิภาพสูง ข) ตอบสนองหลากหลายมิติ ค) นำกลับมาใช้ใหม่ ง) อัจฉริยะ Wastiels and Wouters (2009) ระบุประเด็นสำคัญ 4 ประการของการพิจารณาเลือกวัสดุใน สถาปัตยกรรม (ก) คุณสมบัติของวัสดุ (ข) ประสบการณ์ (กรมควบคุมมลพิษ) กระบวนการผลิตและ (ง) บริบท โดยระบุหมวดหมู่สำหรับวัสดุการออกแบบคือ มีประสิทธิภาพพิเศษ, หลายมิติ, นำมาใช้ใหม่, การรวมตัว, อัจฉริยะ, การเปลี่ยนแปลงและการเชื่อมต่อ

ขั้นตอนการคัดเลือกวัสดุในการออกแบบวัสดุใช้ซ้ำจะถูกแทนที่ด้วยการระบุวัสดุที่มีลักษณะสมมุติขึ้น และการสร้างเป้าหมายสำหรับการปรับบริบทใหม่ ซึ่งในกรณีนี้จุดเริ่มต้นจะถูกชี้นำโดยความพร้อมของวัสดุหรือสินค้า เช่นเดียวกับตัวขับเคลื่อนการเลือกวัสดุในภาคการก่อสร้าง แรงจูงใจสำหรับการเลือกใช้วัสดุในการออกแบบประเภทนี้แตกต่างกันอย่างมาก จากเป้าหมายด้านความยั่งยืนไปจนถึงประสิทธิภาพของวัสดุ ต้นทุน และความชอบส่วนบุคคล ผู้ออกแบบมีมุมมองความท้าทายในการแก้ปัญหาการออกแบบและเอกลักษณ์ของผลิตภัณฑ์ การออกแบบแต่ละรายการ ไม่ว่าจะ

เกี่ยวข้องกับพื้นหลังทางสังคมหรือการศึกษา ประวัติศาสตร์ หรืออารมณ์ก็ตาม นอกจากนี้ยังมีการศึกษาเปรียบเทียบคุณสมบัติที่แตกต่างกันระหว่างวัสดุทั่วไปและวัสดุใช้ซ้ำในการออกแบบ (Nicole de Castro Pereira, 2017)

วัสดุทั่วไป	วัสดุใช้ซ้ำ
มูลค่าวัสดุวัดได้	มูลค่าที่จับต้องไม่ได้
อุตสาหกรรม	ประดิษฐ์
ผลิตจำนวนมาก	กำหนดเอง
ได้มาตรฐาน	มีเอกลักษณ์
แยกการผลิต	การผลิตที่เกี่ยวข้อง
ไม่มีอารมณ์	ทางอารมณ์
เทคโนโลยี	ความต้องการเทคโนโลยีต่ำ
ประหยัดแรงงาน	กินแรงงาน
ประหยัดเวลา	ใช้เวลานาน

ภาพที่ 14 แสดงความแตกต่างระหว่างวัสดุทั่วไปและวัสดุใช้ซ้ำ
ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (Nicole de Castro Pereira, 2017)

ชัดเจนว่าในการออกแบบสถาปัตยกรรมจากวัสดุใช้ซ้ำ ทรัพยากรมีความสำคัญต่อขั้นตอนแรกของการออกแบบ และเป็นจุดเริ่มต้นแทนที่จะเป็นวัตถุสำหรับการเลือกจากข้อกำหนดในภายหลัง นอกจากนี้วัสดุจะต้องได้รับการเรียนรู้มากกว่าการเลือก เตรียม ปรับสภาพ หรือตกแต่งใหม่ ซึ่งต้องมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับคุณสมบัติของวัสดุ แง่มุมของการเลือกใช้วัสดุเหล่านี้สมควรได้รับการพิจารณาเป็นพิเศษเนื่องจากเป็นปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้น

2.4 **ผู้ออกแบบ**

นักออกแบบมีความรู้และความเชี่ยวชาญในระดับที่แตกต่าง ความพยายามที่จะชี้ให้เห็นถึงปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการออกแบบ

ตามที่ Markus (1969) ได้กล่าวไว้โดยไม่คำนึงถึงระดับของประสบการณ์ว่านักออกแบบมีแหล่งข้อมูลหลักสี่แหล่งที่พร้อมใช้งานเมื่อเผชิญกับปัญหาที่ซับซ้อน ได้แก่ ประสบการณ์ส่วนตัว ประสบการณ์ของผู้อื่น การวิจัยที่มีอยู่และการวิจัยใหม่ (TA Markus, 1969) ผู้ออกแบบเป็นผู้แก้ปัญหาซึ่งแสดงถึงปฏิสัมพันธ์ที่สำคัญอีกประการหนึ่งต่อกระบวนการออกแบบ ผลลัพธ์จะขึ้นอยู่กับสิ่งที่ผู้ออกแบบรู้ (องค์ความรู้ที่มีอยู่ก่อนและสร้างขึ้น) กระบวนการที่นำมาใช้และสิ่งที่กระทำ (ทักษะ

กระบวนการ) ผู้ออกแบบเป็นผู้จัดการการข้อมูลและปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดทั้งโครงการ ซึ่งมีระดับความรู้ ทักษะ ประสบการณ์ที่แตกต่างกัน (Nicole de Castro Pereira, 2017) ความแตกต่างพื้นฐานที่ระบุระหว่างผู้เชี่ยวชาญและนักออกแบบมือใหม่ทำให้เกิดความเชื่อมโยงระหว่างกลยุทธ์และประสิทธิภาพ ความสามารถในการคิดของผู้เชี่ยวชาญนั้นสูงกว่านักออกแบบมือใหม่ประมาณสามเท่า (Manolya KavakliandJohn S Gero, 2003) นอกจากนี้ผู้ออกแบบถนัดที่จะปฏิบัติ โดยส่วนใหญ่สร้างเส้นทางที่ไม่ซ้ำกันเพื่อแก้ปัญหาการออกแบบโดยไม่ได้อธิบาย Schon และ Wiggins (1992) “ความรู้ด้านการออกแบบคือการรู้ในการปฏิบัติ โดยส่วนใหญ่จะเป็นไปโดยปริยาย เช่น นักออกแบบรู้มากกว่าที่จะพูดได้ พวกเขามักจะให้คำอธิบายที่ไม่ถูกต้องเกี่ยวกับสิ่งที่พวกเขารู้ และพวกเขาสามารถข้าถึงสิ่งที่พวกเขารู้ได้ดีที่สุดด้วยการทำ” (Schon & Wiggins, 1992)

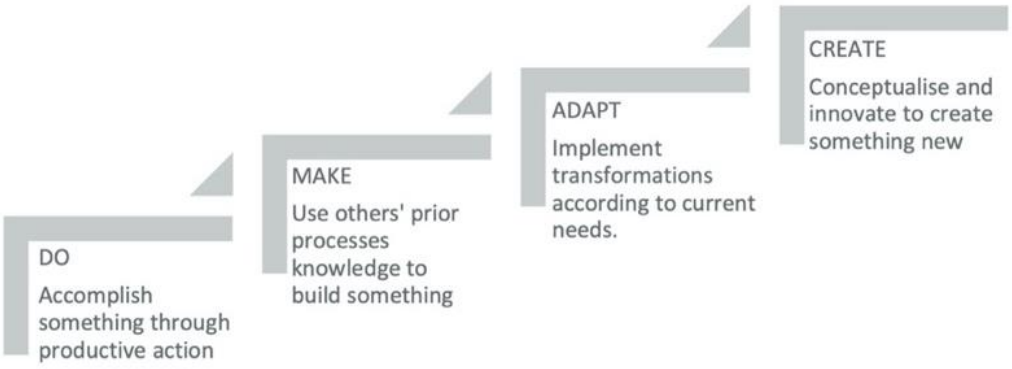
อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบมีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับกระบวนการซึ่งขึ้นอยู่กับความรู้ กระบวนการ ผู้ออกแบบและประสบการณ์ของผู้ออกแบบ ระดับความสามารถในการออกแบบส่งผลต่องานออกแบบ

2.4.1 นักอัพไซเคิล (The upcycler)

นักอัพไซเคิลใช้ความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความถนัดในการรับรู้และจัดการ การออกแบบเป็นสิ่งที่ดีเมื่อเป้าหมาย วัสดุ ทักษะกระบวนการ และเครื่องมืออยู่ในขอบเขตของผู้ปฏิบัติงาน อย่างไรก็ตามความคิดสร้างสรรค์นั้นอาจเปลี่ยนแปลงไปตามประสบการณ์ Strasser (1999) การทำและซ่อมแซมสิ่งต่างๆ ได้กลายเป็นงานอดิเรกและไม่ธรรมดาอย่างที่เคยเป็นมา อย่างไรก็ตาม ในการซ่อมแซมและค้นหาการใช้งานใหม่สำหรับสิ่งของที่ชำรุด จำเป็นต้องมีจิตสำนึกเกี่ยวกับวัสดุ มุมมองนี้นำมาซึ่งกิจกรรมอัพไซเคิลที่ซึ่งต่อเนื่องกับขอบเขตฝีมือการช่าง งานฝีมือ และการฝึกฝน DIY ผู้เขียนบางคนอ้างว่าขอบเขตของการกระทำระหว่างกลุ่มเหล่านี้ทับซ้อนกัน

อย่างไรก็ตาม DIY ประกอบด้วย "กระบวนการออกแบบที่เป็นอิสระมากขึ้นของการออกแบบมือสมัครเล่นที่ขับเคลื่อนด้วยตนเอง กำกับตนเองและกิจกรรมการผลิตที่ดำเนินการอย่างใกล้ชิดกับผู้ใช้ปลายทางของสินค้าที่สร้างขึ้น" (Paul Atkinson, 2006) López (1+1>2 International Architecture JSC) ตั้งข้อสังเกตว่าการเข้าถึงข้อมูลได้ง่ายในปัจจุบันผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้เพิ่มการเคลื่อนไหวไปสู่ความพอเพียง ซึ่งผู้ที่ชอบตั้งเป้าที่จะพัฒนาทักษะผ่านการเรียนรู้แทนที่จะพึ่งพาใช้เงิน บุคคลที่มุ่งเป้าไปที่การอัพไซเคิลอาจถูกจัดวางในสถานการณ์ใดสถานการณ์ดังต่อไปนี้ (ก) ทราบเป้าหมาย มีวัสดุและกระบวนการ มีทักษะและเครื่องมือ (ข) ทราบเป้าหมาย มีวัสดุและกระบวนการ ทักษะและเครื่องมือไม่พร้อมใช้งาน (กรมควบคุมมลพิษ) ทราบเป้าหมายอยู่บ้าง แต่วัสดุและกระบวนการยังไม่ได้กำหนด ทักษะและเครื่องมือที่จำเป็นยังไม่ได้กำหนด และ (ง)เป้าหมายยังไม่กำหนด กระบวนการยังไม่ได้กำหนด ทราบวัสดุ มีทักษะและเครื่องมือ (A López, 2014).

นอกจากปัจจัยเหล่านี้แล้ว ผู้อัพไซเคิลยังเผชิญกับอุปสรรคที่ท้าทายและต้องได้รับการแก้ไขตลอดทั้งกระบวนการ อุปสรรคเหล่านี้รวมถึงการขาดข้อมูลและไม่คุ้นเคยกับกระบวนการและวัสดุ ปัญหาด้านอุปทานและการขนส่ง ต้นทุน (การรีไซเคิลและอัพไซเคิลไม่ได้ถูกกว่าการซื้อวัสดุใหม่เสมอไป) และการรับรองคุณภาพ นอกจากนี้ ผู้อัพไซเคิลจำเป็นต้องจัดการกับกลุ่มผู้มีส่วนได้เสียในวงกว้าง ซึ่งรวมถึงลูกค้าและซัพพลายเออร์ (Anne ChickandPaul Micklethwaite, 2004) นักอัพไซเคิล ใช้ความคิดสร้างสรรค์และพัฒนาความสามารถในการรับรู้และจัดการกับชุดเงื่อนไขที่อธิบายไว้ก่อนหน้านี้ การออกแบบเป็นสิ่งที่ดีเมื่อผู้ปฏิบัติมีเป้าหมาย วัสดุ ทักษะกระบวนการ และเครื่องมือ นอกจากนี้ การอัพไซเคิลยังกล่าวถึงการออกแบบโดยมีความคิดสร้างสรรค์ที่ช่วยเพิ่มมูลค่าให้กับงาน ซึ่ง Sanders and Stappers (2012) ได้ระบุระดับความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวัน ไว้ 4 ระดับ



ภาพที่ 15 แสดงระดับความคิดสร้างสรรค์ในชีวิตประจำวัน
ที่มา (Elizabeth B-N SandersandPieter Jan Stappers, 2012)

จากการจัดระดับความคิดสร้างสรรค์ข้างต้น López (1+1>2 International Architecture JSC) ได้ยกตัวอย่างผู้คนที่มีความถนัดด้านความคิดสร้างสรรค์ที่แตกต่างกันกับการทำอาหารการเล่นดนตรีดังนี้ ระดับความคิดสร้างสรรค์ DO ผู้ทำอาจซื้ออาหารที่ทำไว้แล้วเมื่อต้องรับมือกับการทำอาหาร ในขณะที่ MAKE จะปฏิบัติตามตำราสอนทำอาหาร ADAPT จะปฏิบัติตามตำราเช่นเดียวกันแต่มีการปรุงแต่งเพิ่มเติมจากวัตถุดิบในครัวและ CREATE ระดับสูงสุดอาจคิดค้นสูตรอาหารขึ้นเอง ความซับซ้อนและรูปแบบที่แตกต่างส่งผลต่อผลลัพธ์

Atkinson (2006) ยอมรับว่าความพยายามในการจัดประเภทความคิดสร้างสรรค์หรืองานฝีมือ บางครั้งถูกจำกัดโดยองค์ประกอบอื่นที่ไม่ใช่เพียงนักออกแบบเท่านั้น แต่ยังคงแสดงการจัดหมวดหมู่ไว้ (ก) Pro-active practitioner กลุ่มนี้ได้รับแรงบันดาลใจจากความพอใจส่วนบุคคล หรือความมุ่งหวังทางการเงินโดยมีองค์ประกอบสำคัญของการออกแบบที่ชี้นำตนเองและความสร้างสรรค์ซึ่งเกี่ยวข้องกับการจัดการวัตถุดิบอย่างมีทักษะ (ข) Reactive practitioner กิจกรรมงานฝีมือและ

การสร้างได้รับการสนับสนุนโดยชุดเครื่องมือ แม่แบบ หรือรูปแบบที่ต้องมีการรวบรวมส่วนประกอบที่กำหนดไว้ล่วงหน้า แรงจูงใจมีตั้งแต่งานอดิเรก ความพอใจส่วนบุคคลไปจนถึงผลประโยชน์ทางการเงิน (กรมควบคุมมลพิษ) Essential practitioner คือกิจกรรมส่วนใหญ่มุ่งไปที่การบำรุงรักษาและขับเคลื่อนโดย ข้อกำหนดทางเศรษฐกิจหรือความไม่พร้อมของแรงงานที่มีคุณภาพ (ง) Lifestyle practitioner การปรับปรุงและการก่อสร้างที่สำเร็จจะดำเนินการเป็นการเลียนแบบหรือการบริโภคที่ชัดเจน และถูกกำหนดโดยทางเลือกมากกว่าความจำเป็น อาจมีคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญหรือคำแนะนำในการออกแบบ ในบริบททางสถาปัตยกรรมการออกแบบที่เน้นวัสดุได้รับการจัดกลุ่มโดย Nicole de Castro Pereira (2017) ที่น่าสนใจ (ก) Intuitive คือการฝึกฝนที่ทำได้โดยสัญชาตญาณโดยมีประสบการณ์หรือความรู้ด้านการออกแบบอย่างเป็นทางการเพียงเล็กน้อยหรือไม่มีเลย เป็นแนวทางที่ผู้เริ่มต้นใช้และทุกคนสามารถทำได้ (ข) Reflective ดำเนินการโดยนักออกแบบหรือสถาปนิกที่มีประสบการณ์ในสาขาสถาปัตยกรรม เข้าใจกระบวนการออกแบบและมีกลยุทธ์ที่จะทำให้เสร็จสมบูรณ์ อย่างไรก็ตามความรู้เกี่ยวกับการออกแบบที่เน้นวัสดุมีอยู่อย่างจำกัด (กรมควบคุมมลพิษ) Skillful เป็นกิจกรรมที่เกิดจากนักออกแบบที่ทำการออกแบบเน้นวัสดุ สำเร็จเป็นประจำตามแนวทางปฏิบัติของตนเอง ได้รับการฝึกฝนในการค้นหาวัสดุความสามารถในการสร้างภาพเชิงพื้นที่เพื่อจินตนาการถึงโอกาสและความเชี่ยวชาญในกระบวนการ (ง) Concious การปรับปรุงกระบวนการผ่านการรับรู้ของค่าคงที่ และการสร้างแบบจำลองของตัวแปรที่ชี้นำการตัดสินใจออกแบบที่เหมาะสมเพื่อเพิ่มโอกาสของผลลัพธ์ที่ประสบความสำเร็จ การใช้เครื่องมือการจัดการข้อมูล

บริบทนี้ให้ความเข้าใจเกี่ยวกับพฤติกรรมทั่วไป ความสามารถ และแรงจูงใจของผู้อัพไซเคิล แม้ว่านักออกแบบและสถาปนิกได้พัฒนากลยุทธ์ของตนเองและได้รับความรู้เพิ่มเติมเพื่อจัดการกับแนวคิดการออกแบบ อาจมีลักษณะเฉพาะและความสนใจร่วมกันกับบุคคลทั่วไปที่ชื่นชอบการอัพไซเคิล

2.5 **สถานการณ์ของเสีย**

“เรื่องกินเรื่องใหญ่” สำนวนนี้ สะท้อนวัฒนธรรมการกินได้เป็นอย่างดี ในประเทศกำลังพัฒนาโดยเฉพาะเอเชียตะวันออกเฉียงใต้มีขยะ อาหาร (Food Waste) จำนวนมาก ที่มาของขยะเหล่านี้นอกจากผ่านการบริโภคแล้ว มักเกิดขึ้นในขั้นตอนระหว่างทางจากผู้ผลิตมาถึงผู้บริโภค วัฒนธรรมการบริโภคส่งผลให้อาหารถูกทิ้งไปในขั้นตอนค้าปลีกเป็นจำนวนถึง 1.6 ล้านตันต่อปี เนื่องจากร้านค้าปลีกปฏิเสธผลผลิตที่ไม่ได้ขนาดหรือรูปร่างตามมาตรฐานที่ตั้งไว้ นอกจากนี้การตลาดประเภทลดแลกแจกแถมกระตุ้นให้ซื้ออาหารในปริมาณมากเกินความจำเป็นจนเหลือทิ้งเป็นอีกเหตุผล

หนึ่ง โดยสัดส่วนอาหารที่ถูกทิ้ง คิดเป็นร้อยละ 30-50 ของปริมาณอาหารที่ผู้บริโภคซื้อมา (ณัฏฐนิช ตัณมานะศิริ, 2557)

การบริโภคเป็นปัจจัยหนึ่งที่เร่งการเกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม ขยะเกิดขึ้นตลอดเวลาของการบริโภค สินค้าข้าวของเครื่องใช้ มีการห่อ หุ้ม บรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ก่อนถึงมือผู้บริโภค แต่เมื่อเปิดกล่อง ขวด ถุง ซองไปใช้แล้ว บรรจุภัณฑ์ถูกทิ้งเป็นส่วนหนึ่งของขยะที่มีอยู่ทุกครัวเรือน ทุกสถานที่ โดยเฉพาะขยะที่ไม่ย่อยสลาย เช่น พลาสติก จะเป็นตัวทำลายสิ่งแวดล้อมที่เห็นได้ชัดเจน และส่งผลกระทบต่อทุกชีวิตในหลากหลายด้าน นอกจากนั้นการย่อยสลายหรือการทำลายหรือแม้แต่การรีไซเคิลบรรจุภัณฑ์บางประเภทสร้างสภาวะเรือนกระจกทำให้เกิดภาวะโลกร้อนได้ในที่สุด

บรรจุภัณฑ์คือสิ่งห่อหุ้ม คุ้มครองป้องกันและเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ ให้มีสภาพเป็นปกติก่อนถึงมือผู้บริโภค ในขณะเดียวกันก็มีหน้าที่ส่งเสริมการจำหน่าย บรรจุภัณฑ์จึงเกิดการใช้วัสดุที่มากกว่าความจำเป็นทางด้านการห่อหุ้มเพื่อเก็บรักษาหรือคุ้มครองสินค้าภายใน แต่ยังต้องห่อหุ้มเพื่อการส่งเสริมการขาย (สุพิศ เสียงก้อง, 2562) ในบางครั้งเราจึงพบเห็นบรรจุภัณฑ์เพื่อความสวยงามดึงดูดใจใช้วัสดุเกินความจำเป็นทำให้เกิดวัสดุใช้แล้วจากบรรจุภัณฑ์เพิ่มมากขึ้นกลายเป็นขยะ ปัจจุบันขยะเพิ่มขึ้น จากรายงาน สถานการณ์มลพิษของประเทศไทยปี 2560 พบว่าปริมาณขยะมูลฝอยที่เกิดขึ้นทั่วประเทศในปีประมาณ 27.40 ล้านตันหรือ 75,046 ตันต่อวัน เพิ่มขึ้นร้อยละ 1.26 จากปี 2559 (กรมควบคุมมลพิษ, 2561) ขยะบรรจุภัณฑ์เกิดจากหลากหลายวัสดุทั้งกระดาษ พลาสติก แก้ว โลหะ และวัสดุธรรมชาติ โดยเฉพาะขยะพลาสติกบรรจุภัณฑ์มีมากถึงร้อยละ 47 ของขยะที่มีขึ้นทั่วโลก ซึ่งส่วนใหญ่เกิดจากการใช้ครั้งเดียวแล้วทิ้ง ขยะบางชนิดก็มีการย่อยสลายไปในธรรมชาติ บางชนิดใช้เวลานานในการย่อยสลาย และบางชนิดก็ไม่ย่อยสลาย การกำจัดโดยการรีไซเคิลเกิดขึ้นเพียงร้อยละ 9 การกำจัดด้วยการเผาร้อยละ 12 และอีกร้อยละ 79 กำจัดด้วยวิธีการฝังกลบ (Single Use Plastic ปัญหาจากการใช้อย่างไร้ความรับผิดชอบ 2561, ออนไลน์)

จากที่กล่าวมาวัฒนธรรมการกินส่งผลให้เกิดขยะอาหารและเกิดขยะบรรจุภัณฑ์อาหารจำนวนมาก ส่วนใหญ่บรรจุภัณฑ์อาหารเหล่านี้ถูกใช้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น โดยมีวัสดุตั้งต้นจากพลาสติก โฟม แก้ว ซึ่งใช้เวลานานนาหารย่อยสลายหรือไม่ย่อยสลายเลย ชีวิตแรกของบรรจุภัณฑ์เกิดขึ้นอย่างสวยงามและมีประโยชน์จึงเป็นโจทย์ที่สำคัญคือทำอย่างไรให้บรรณจุภัณฑ์เหล่านี้ กลับมามีชีวิตและคุณค่าอีกครั้ง

2.6 **การอัพไซเคิลบรรจุภัณฑ์อาหารในงานสถาปัตยกรรม**

ทางด้านสถาปัตยกรรมแม้อัพไซเคิลจะถูกกล่าวถึงครั้งแรกในปี ค.ศ. 1994 แต่ในทางการปฏิบัติไม่ใช่กิจกรรมใหม่ และเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตมนุษย์เสมอมา มนุษย์ยุคก่อนประวัติศาสตร์สร้างที่

พักพิงจากพืชพรรณในท้องถิ่น ในสถานการณ์ที่มีทรัพยากรจำกัดผู้คนฝึกฝนการนำขยะของผู้อื่นมาใช้ซ้ำอย่างสร้างสรรค์ เพื่อเป็นหนทางเอาตัวรอดในการจัดหาที่อยู่อาศัย (Veena Das, 2012) ขึ้นอยู่กับความพร้อมของทรัพยากรธรรมชาติและทรัพยากรที่ผลิตขึ้นที่มีอยู่ในพื้นที่ของตน ในขณะที่บางคนอาจซื้อทรัพยากร แต่บางส่วนอาจรวบรวมวัสดุถูกทิ้ง หิน ทราย และไม้ในท้องถิ่น ซึ่งบางคนถือว่าไร้ค่าและสามารถหามาได้โดยไม่เสียค่าใช้ ตัวอย่างเช่น ในชุมชนแออัด ขวดน้ำพลาสติกและโพลีเอทิลีน (polythene) มีทั่วไป ดังนั้นจึงเป็นวัสดุที่เลือกใช้ในการสร้างที่พักอาศัย สิ่งนี้สามารถเปรียบเทียบได้กับกิจกรรมอัพไซเคิลที่เกิดขึ้นในวัฒนธรรมที่มีความมั่งคั่งมากกว่า (DS Tevera et al., 2004) โดยกล่าวถึงบริบทนี้ว่าวัสดุได้รับชีวิตที่สองอย่างไม่ได้ตั้งใจซึ่งเกิดจากข้อจำกัดทางเศรษฐกิจและวัฒนธรรม

ภาพที่ 16 ภาพแสดงที่อยู่อาศัยที่สร้างจากวัสดุเหลือใช้ที่มีอยู่

ที่มา (Bridgens et al2019)

แนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมผู้คนแสวงหาวิถีการดำเนินชีวิตที่ยั่งยืนเกิดขึ้นช่วง ค.ศ. 1970 สิ่งแวดล้อมที่ถดถอยและกระแสขยะที่เพิ่มขึ้นจุดประกายให้สถาปนิกไมเคิล เรย์โนลด์ส (Michael Reynolds) รวบรวมขยะเหล่านั้นเพื่อนำมาสร้างบ้าน บ้านกระป๋องเบียร์ที่สร้างเสร็จภายใน 1 ปี ชื่อทรัมป์เฮ้าส์ (Thumb House) ใช้กระป๋องเบียร์ไปทั้งหมด 70,000 กระป๋อง ลูกมือที่ช่วยงานเป็นชาวบ้านในพื้นที่ไม่มีความรู้พื้นฐานหรือประสบการณ์การก่อสร้างมาก่อน แต่สถาปนิกตั้งใจว่าแบบบ้านและวิธีการสร้างบ้านกระป๋องของเขาจะต้องไม่ซับซ้อน ไม่ว่าใครจึงเรียนรู้ที่จะสร้างบ้านแบบนี้เองได้ และบ้านหลังนี้นำมาสู่การจดสิทธิบัตรการออกแบบอิฐกระป๋องเบียร์ใน ค.ศ. 1973

ภาพที่ 17 แสดงที่อยู่อาศัยบ้านจากกองขยะ ทรัมป์เฮ้าส์ (Thumb House)

ที่มา https://readthecloud.co/earthship/

หลังจากประสบความสำเร็จจากทรัมป์เฮ้าส์สถาปนิกไมเคิล เรย์โนลด์ส ทุ่มเทเวลาให้กับการทดลองสร้างบ้านด้วยสิ่งที่ได้มาจากกองขยะ เอิร์ทชิป (Earthships) ก่อกำเนิดขึ้นจากการพัฒนาโดยได้แรงบันดาลใจมาจากคำว่า เรือ (Ship) และยานอวกาศ (Spaceship) เพราะสิ่งก่อสร้างทั้งสองแบบจำเป็นต้องทำได้ทุกอย่าง เพื่อให้คนที่อยู่ข้างในมีชีวิตรอดได้ในระยะยาวแม้จะมีทรัพยากรจำกัด นั่นคือต้องเป็นที่อยู่อาศัย มีอาหารและน้ำสะอาดให้กิน มีไฟฟ้าให้ใช้ มีที่ทิ้งขยะ และมีระบบจัดการน้ำเสีย หลักการเดียวกันนี้ถูกนำมาใช้ในการออกแบบและก่อสร้างเอิร์ทชิปให้เป็นบ้านที่ตอบสนองความต้องการของผู้อยู่อาศัยอย่างยืนยาว โดยมีหลักการสำคัญในการก่อสร้างคือใช้วัสดุที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมและหาได้ในท้องถิ่น ไม่จำเป็นต้องสร้างด้วยวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่งเป็นพิเศษ แต่ต้องเป็นวัสดุจากธรรมชาติหรือวัสดุที่ถูกนำกลับมาใช้ใหม่และไม่เพิ่มภาระให้สิ่งแวดล้อม นอกจากนี้ยังพูดถึงการระบายความร้อนโดยธรรมชาติ การเก็บน้ำ พลังงาน และการสร้างอาหารภายใน

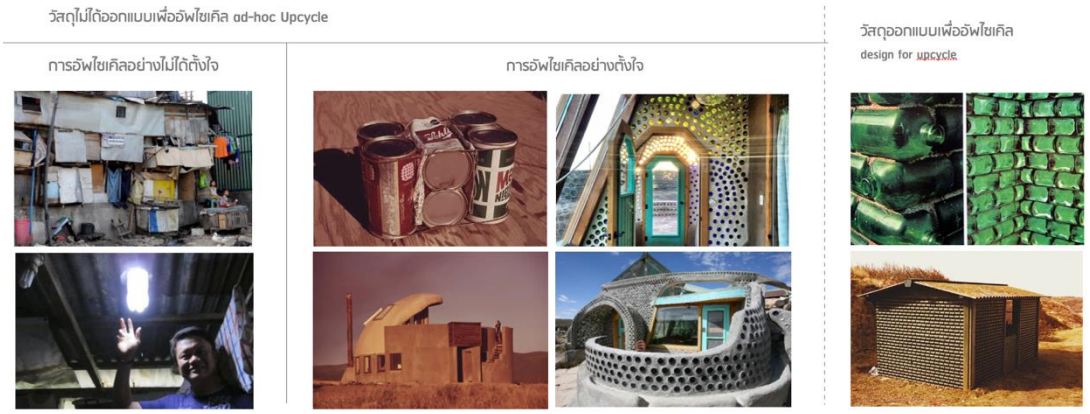
ภาพที่ 18 แสดงที่อยู่อาศัยเอิร์ทชิป (Earthships)
ที่มา https://readthecloud.co/earthship/

การอัพไซเคิลได้รับการสนับสนุนและขับเคลื่อนที่กว้างขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด (Terrence H Witkowski, 2003) การกำจัดของเสียและเพิ่มการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างสร้างสรรค์ แม้จะมีแรงจูงใจที่หลากหลายสำหรับการอัพไซเคิลที่อธิบายไว้ข้างต้น แต่ก็มีลักษณะเฉพาะที่เรียกว่า แอดฮอคอัพไซเคิล (ad-hoc upcycle) ซึ่งวัสดุและวัตถุที่ถูกนำมาใช้ใหม่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่ออัพไซเคิล หรือออกแบบมาเพื่อการใช้งานครั้งที่สอง

ในอีกกรณีหนึ่งวัสดุได้รับการออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของชีวิตที่สอง ซึ่งเป็นชีวิตที่อาจมีข้อกำหนดด้านการทำงานแตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง ในปี 1960 บริษัทผู้ผลิตเบียร์ Alfred Heineken ได้ประสบกับปัญหาสองประการคือ ชายหาดเกลื่อนไปด้วยขวดเบียร์ และมีการขาดแคลนวัสดุก่อสร้างที่ราคาไม่แพง ไฮเนเก้นตระหนักว่าปัญหาทั้งสองจะได้รับการแก้ไขหากผู้คนสามารถสร้างบ้านด้วยขวดเบียร์ Heineken WOBO (World Bottle) จึงเกิดขึ้นจากสถาปนิกชาวดัตช์ N. John Habraken ออกแบบอิฐแก้วที่สามารถบรรจุเบียร์ได้

ภาพที่ 19 แสดงบ้านด้วยขวดเบียร์ Heineken WOBO (World Bottle)
ที่มา (Bridgens et al2019)

ในปี 1963 ผลิตขวดทดลองจำนวน 100,000 ขวด สำคัญที่สุดคือขวดเบียร์ที่ใช้งานได้ เมื่อล้างและวางด้านข้างกลายเป็นอิฐ Heineken WOBO เพิ่มศักยภาพที่มากขึ้นสำหรับการนำกลับมาใช้ใหม่อย่างสร้างสรรค์สามารถทำได้โดยการทำให้วัตถุและวัสดุเชื่อมต่อกันได้อย่างง่ายดาย บรรจุภัณฑ์ขวดแก้วนี้ได้รับการออกแบบมาเพื่อใช้ซ้ำในการก่อสร้าง และอาจชี้ให้เห็นถึงความเป็นไปได้ในอนาคตในการออกแบบสำหรับการอัพไซเคิล แม้รูปทรงถือว่าไม่เหมาะสมตามหลักสรีรศาสตร์เพื่อวัตถุประสงค์ทางการตลาด



ภาพที่ 20 แสดงกลุ่มการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม

ดังนั้นการส่งต่อวัสดุจากบรรจุภัณฑ์อาหารสู่งานสถาปัตยกรรมแบ่งได้ 2 ประเภทหลักได้แก่ แอดฮอคอัพไซเคิล (ad-hoc upcycle) ซึ่งวัสดุที่ถูกนำมาใช้ใหม่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่ออัพไซเคิล โดยแยกย่อยเป็นการออกแบบอย่างตั้งใจและไม่ได้ตั้งใจ ในทางตรงกันข้ามกับแอดฮอคอัพไซเคิล (ad-hoc upcycle) คือการออกแบบเพื่อการอัพไซเคิล (design for upcycle) วัสดุได้รับการออกแบบมาเพื่อตอบสนองความต้องการของชีวิตที่สอง ซึ่งอาจมีข้อกำหนดด้านการทำงานแตกต่างไปจากเดิมอย่างสิ้นเชิง เป็นการออกแบบเพื่อชีวิตที่สองของวัสดุตั้งแต่ต้น

2.7 **สรุป**

จากการทบทวนวรรณกรรมส่งผลให้สามารถกำหนดขอบเขต กระบวนการผ่านนิยามการอัพไซเคิลว่าเป็นกระบวนการที่พัฒนาจากการรีไซเคิลแทรกระหว่างการใช้ซ้ำก่อนส่งต่อไปสู่การรีไซเคิล โดยวัสดุผ่านกระบวนการแปลงสภาพไม่ผ่านการหลอม โดยพิจารณาคุณสมบัติ ศักยภาพของวัสดุ เพื่อเปลี่ยนวัตถุประสงค์การใช้งานจากความคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบ ซึ่งเพิ่มมูลค่าให้กับวัสดุ กระบวนการการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม และการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำที่มีการศึกษาก่อนหน้าซึ่งสามารถใช้เปรียบเทียบกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม การศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นและการแก้ปัญหาส่งผลให้เห็นความสัมพันธ์บางประการร่วมกันของวัสดุ กระบวนการ และระดับความรู้ของผู้ออกแบบที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

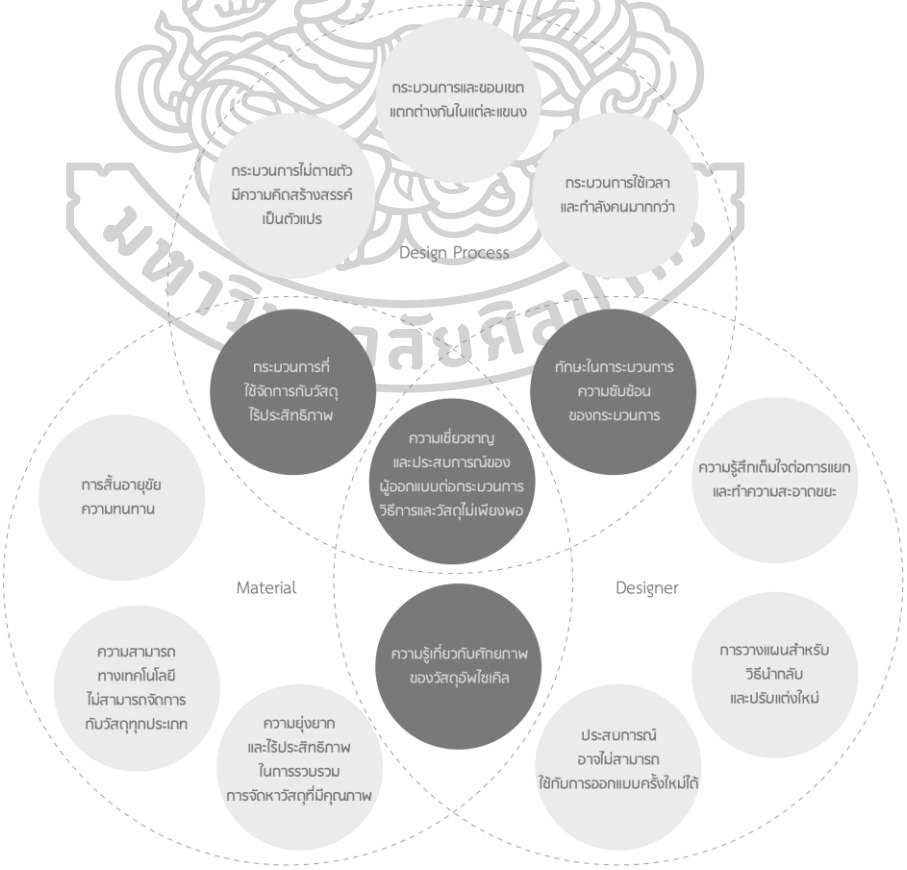
มหาวิทยาลัยศิลปากร

บทที่ 3
วิธีการวิจัย กรอบการศึกษา กรณีศึกษา

บทนี้อธิบายวิธีการวิจัยเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์การศึกษา การใช้ทฤษฎี กระบวนการ และวิธีการออกแบบที่ระบุในวรรณกรรม ในบทนี้ให้รายละเอียด ปฏิสัมพันธ์ของกระบวนการออกแบบ ผู้ออกแบบ และวัสดุเพื่อวางกรอบกรณีศึกษา ระบุกระบวนการทางสถาปัตยกรรมที่ใช้ตั้งต้นในการศึกษากระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม คุณสมบัติทางเทคนิคของวัสดุตั้งต้น พิจารณาข้อมูลกระบวนการคิด การออกแบบ และแนวทางปฏิบัติของผู้ออกแบบในกรณีศึกษา

3.1 ปัจจัยที่ส่งผลต่อสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

การอัพไซเคิลในกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมเป็นเรื่องที่ไม่สามารถทำได้ นอกจากนี้ในทางปฏิบัติถูกดำเนินการโดยสัญชาตญาณ โดยไม่มีเครื่องมือสนับสนุน เกณฑ์หารวัดหรือกระบวนการที่เป็นทางการ ทำให้เกิดความไม่แน่นอนเพิ่มโอกาสความล้มเหลวในการออกแบบ ความเสี่ยงของผลลัพธ์ที่ไม่ดีหรือการปฏิเสธโครงการ ปัญหาเหล่านี้ขัดขวางความก้าวหน้าของการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 21 แสดงความสัมพันธ์จากปัญหาการอัพไซเคิล

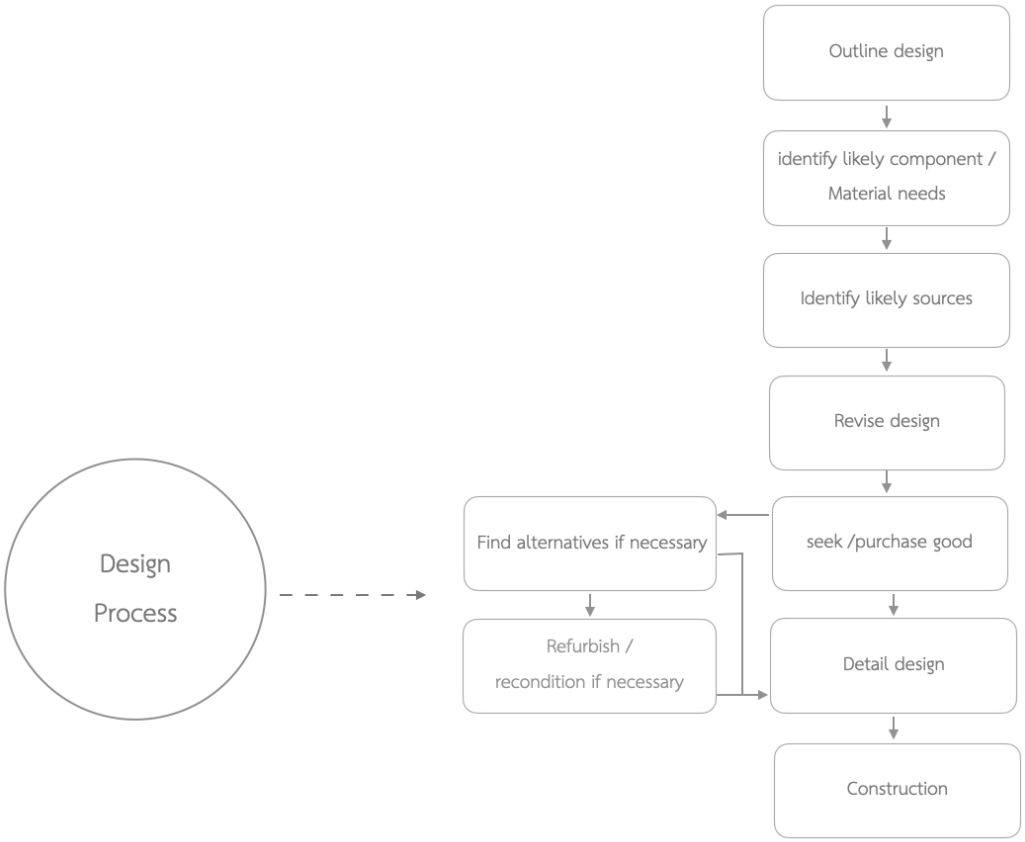
จากการศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในขอบเขตของวัสดุพบว่าปัญหาที่นอกเหนือจากศักยภาพของวัสดุคือกระบวนการที่ผู้ออกแบบจัดการกับวัสดุไม่มีประสิทธิภาพ ปัญหาดังกล่าวส่งผลให้เห็นว่านอกเหนือจากวัสดุที่ส่งผลต่องานสถาปัตยกรรม ผู้ออกแบบเป็นปัจจัยสำคัญเช่นกันและเมื่อศึกษาปัญหาที่เกิดขึ้นในขอบเขตของผู้ออกแบบนอกเหนือจากทัศนคติที่ผู้ออกแบบมีต่อวัสดุ ประสบการณ์ ทักษะในกระบวนการเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความสำเร็จในงานสถาปัตยกรรม ที่กล่าวมาข้างต้น ปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในขอบเขตของวัสดุและผู้ออกแบบล้วนกล่าวถึงกระบวนการในมิติที่เชื่อมโยงกับตนเองและสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน ดังนั้นการตั้งคำถามถึงกระบวนการ วิธีดำเนินการ และวัสดุคาดว่าจะเพิ่มขีดความสามารถในการอัพไซเคิลในสถาปัตยกรรม การส่งต่อวัสดุ เข้าถึงข้อมูล วิธีการ และเครื่องมือ

จากปัจจัยดังกล่าวสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลจะสำเร็จหรือไม่นั้นเกี่ยวข้องกับกระบวนการและวัสดุที่ผู้ออกแบบสามารถจัดการได้ ผู้ออกแบบที่สามารถดำเนินงานได้ต้องมีองค์ความรู้เกี่ยวกับกระบวนการที่ใช้เฉพาะการอัพไซเคิลซึ่งต่างจากการออกแบบสถาปัตยกรรมแบบดั้งเดิมอย่างสิ้นเชิง นอกจากนี้ผู้ออกแบบต้องเข้าใจวัสดุอย่างถ่องแท้ ซึ่งวัสดุมีผลต่อกระบวนการ นอกจากปัจจัยด้านทรัพยากรแล้ววัสดุอัพไซเคิลถือเป็นความท้าทายที่จะเลือกใช้จากความรู้และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ วัสดุอัพไซเคิลต้องการการจัดการในกระบวนการที่แตกต่างกันเพื่อส่งต่อวัสดุสู่องค์ประกอบ การกล่าวถึงซึ่งกันและกันแสดงให้เห็นว่ากระบวนการออกแบบ วัสดุ และผู้ออกแบบมีความสัมพันธ์กันแบบทับซ้อน จากการศึกษาปัจจัยทั้งหมดนี้ภายใต้ทฤษฎีที่ระบุในวรรณกรรมจะถูกใช้อธิบายวิธีการวิจัยและวางขอบเขตกรณีศึกษาต่อไป

3.2 **วิธีดำเนินการวิจัย**

กระบวนการออกแบบอัพไซเคิลถูกกล่าวถึงในหลายอุตสาหกรรม และมีการอธิบายกระบวนการอย่างเป็นทางการในหลายรูปแบบ ในทางกลับกันจากการศึกษาทฤษฎี กระบวนการ และวิธีการออกแบบที่ระบุจากวรรณกรรม กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมยังไม่ถูกอธิบายอย่างเป็นทางการและกระบวนการออกแบบดั้งเดิมไม่สามารถใช้ได้กับวัสดุอัพไซเคิล เนื่องจากการอัพไซเคิลมีกระบวนการที่ซับซ้อนกว่าซึ่งส่งผลต่อกระบวนการตั้งแต่ต้นจนจบ

ความเข้าใจอย่างแพร่หลายต่อการอัพไซเคิลคือเป็นกระบวนการยืดอายุการใช้งานของวัสดุ จากแนวคิดว่าวัสดุที่หมดประโยชน์การใช้งานเดิมสามารถใช้งานในหน้าที่ใหม่ได้ ถือเป็นการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ ในทางสถาปัตยกรรม เมื่อพิจารณาจากที่กล่าวมาการอัพไซเคิลถือเป็นกลุ่มย่อยหนึ่งภายในกลุ่มใหญ่ของการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ทางสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 22 แสดงแบบจำลองกระบวนการทางสถาปัตยกรรมการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดย Addis (2012) ดัดแปลงแผนผังไดอะแกรมจาก (Bill Addis, 2012)

ดังนั้นแบบจำลองกระบวนการทางสถาปัตยกรรมที่กล่าวถึงการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่ โดย Addis (2012) เป็นแนวทางปฏิบัติทั่วไปสำหรับผู้ออกแบบที่มองว่าวัสดุเป็นโอกาส ภายในบริบทนี้เป้าหมายการออกแบบขึ้นอยู่กับปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ กระบวนการนี้มีโครงสร้างที่สามารถใช้เทียบเคียงเพื่อพัฒนาไปสู่กระบวนการและการอธิบายอย่างเป็นทางการสำหรับอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม กรณีศึกษาจะถูกอธิบายลำดับขั้นตอนภายใต้แบบจำลองของ (Bill Addis, 2012) โดยกระบวนการจะเพิ่มและลดตามคำอธิบายของผู้ออกแบบเพื่อให้ได้มาซึ่งกระบวนการออกแบบอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม

3.3 **การเลือกกรณีศึกษา**

จากการทบทวนวรรณกรรมสถานการณ์ของเสีย ขยะจากบรรจุภัณฑ์อาหารมีจำนวนมาก วัสดุถูกใช้ในระยะเวลาอันสั้นเกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว และวัสดุบางชนิดย่อยสลายยาก ด้วยเหตุนี้งานวิจัยจึงเลือกขอบเขตการศึกษาสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลจากบรรจุภัณฑ์อาหาร

การอัพไซเคิลบรรจุภัณฑ์อาหารในงานสถาปัตยกรรม งานวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาการอัพไซเคิลแบบ แอดฮอคอัพไซเคิล (ad-hoc upcycle) ซึ่งเป็นการออกแบบที่วัสดุที่นำมาใช้ใหม่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่ออัพไซเคิล หรือออกแบบมาเพื่อการใช้งานครั้งที่สอง โดยเป็นการออกแบบอย่างตั้งใจคือการใช้ความคิดสร้างสรรค์ของผู้ออกแบบโดยไม่มีข้อจำกัดหรือวัตถุประสงค์ด้านเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว

3.3.1 ลักษณะผู้ออกแบบ

การออกแบบโดยผ่านกระบวนการอัพไซเคิลมักถูกละทิ้งหรือไม่ได้รับความนิยมเนื่องจากผู้ออกแบบมีทักษะไม่เพียงพอเกี่ยวกกับกระบวนการ และความรู้เกี่ยวกับวัสดุ ส่งผลให้งานสถาปัตยกรรมประเภทนี้ไม่ประสบความสำเร็จจึงไม่ได้รับความสนใจ โดยเฉพาะการดำเนินการโดยบุคคลทั่วไปมักใช้การอัพไซเคิลเพื่อแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจเพียงอย่างเดียว ขาดองค์ประกอบด้านความคิดสร้างสรรค์ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับการอัพไซเคิล

ภาพที่ 23 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในกลุ่มของผู้ออกแบบ

การออกแบบโดยนักออกแบบทั่วไปและนักออกแบบผู้เชี่ยวชาญแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย นักออกแบบทั่วไปมีกระบวนการคิด การออกแบบ เพียงแต่ขาดประสบการณ์ในการเลือกใช้วัสดุอัพไซเคิล นักออกแบบผู้เชียวชาญได้รับการฝึกฝนในการค้นหาวัสดุ ความสามารถในการสร้างจินตนาการมีความเชี่ยวชาญในกระบวนการ และมีประสบการณ์ดำเนินงานสำเร็จ โดยวิจัยนี้กำหนดขอบเขตการศึกษาสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลที่ดำเนินการโดยนักออกแบบหรือสถาปนิกทั่วไปที่มีประสบการณ์และทักษะการออกแบบเป็นอย่างดี เข้าใจกระบวนการออกแบบแต่ความรู้ในการอัพไซเคิลมีอยู่อย่าง

จำกัด ไปจนถึง นักออกแบบแบบผู้เชียวชาญที่มีทักษะและดำเนินงานสำเร็จเป็นประจำ ในกรณีที่ไม่ระบุผู้ออกแบบที่ชัดเจนงานสถาปัตยกรรมนั้นต้องได้รับรางวัลด้านสถาปัตยกรรมเพื่อรับรองคุณภาพความเป็นเอกลักษณ์ และความโดดเด่น

3.3.2 ประเภทวัสดุ

การศึกษาสถานการณ์ของเสียในปัจจุบันขยะอาหารมีปริมาณมากและเพิ่มขึ้นเรื่อยต่อเนื่อง ทั้งที่เหลือจากการบริโภค ยิ่งไปกว่านั้นอาหารจำนวนมากเกินความต้องการและหมดอายุก่อนได้รับการบริโภค สถานการณ์ดังกล่าวไม่เพียงสร้างขยะอาหารจำนวนมากแต่ส่งผลมาถึงบรรจุภัณฑ์ทำหน้าที่ห่อหุ้ม ป้องกัน และดึงดูดผู้บริโภค ซึ่งถือว่าบรรณจุภัณฑ์เหล่านี้มีประโยชน์อย่างมากในชีวิตแรก แต่เมื่อเปิดกล่อง ขวด ถุง หรือซองไปใช้แล้ว บรรจุภัณฑ์จะถูกทิ้งเป็นส่วนหนึ่งของขยะที่มีอยู่ทุกครัวเรือน ทุกสถานที่ โดยเฉพาะขยะที่ไม่ย่อยสลาย

ขณะที่ขยะจากบรรณจุภัณฑ์เกิดขึ้นอย่างรวดเร็วตลอดการบริโภค กลับกันบรรจุภัณฑ์บางชนิดต้องใช้เวลานับร้อยปีเพื่อย่อยสลาย บรรจุภัณฑ์กระดาษใช้เวลา 5 ปี กระป๋องโลหะ 50-100 ปี ถุงหรือขวดพลาสติกใช้เวลา 450 ปี ซึ่งอาจนานกว่าขึ้นอยู่กับความแข็งแรงและขนาด หรือขวดแก้วที่คงอยู่ชั่วนิรันด์ไม่สามารถย่อยสลายได้ นอกจากนี้วัสดุบางชนิดที่กล่าวมาข้างต้นเมื่อเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล วัสดุจะกลายเป็นวัสดุตั้งต้นที่ด้อยคุณภาพลง

ภาพที่ 24 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในกลุ่มของวัสดุ

ดังนั้นการวิจัยนี้จึงกำหนดประเภทวัสดุในกรณีศึกษา โดยมุ่งเน้นบรรจุภัณฑ์อาหารที่มีปริมาณมาก ได้แก่ ขวดพลาสติกที่มีชีวิตการใช้งานสั้น กล่องลังพลาสติกที่มีความแข็งแรงส่งผลต่อระยะเวลาการย่อยสลายที่นานขึ้น และขวดแก้ว ซึ่งไม่สามารถย่อยสลายได้และวัสดุดังกล่าวด้อยคุณภาพเมื่อเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล

3.3.3 วิธีการเตรียมและดัดแปลงวัสดุ

จากการทบทวนวรรณกรรมการออกแบบอัพไซเคิลเป็นกระบวนการเพื่อยืดอายุการใช้งานของวัสดุโดยไม่กำหนดประเภทวัสดุ วัสดุทุกชนิดจึงสามารถผ่านกระบวนการอัพไซเคิลได้ทั้งสิ้นด้วยความหลากหลายของชนิดวัสดุส่งผลให้วิธีการจัดการมีหลากหลาย การอัพไซเคิลเป็นการปกป้องวัสดุจากการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรง โดยพัฒนาขึ้นจากการรีไซเคิลซึ่งเป็นกระบวนการที่ต้องผ่านการใช้สารเคมีและวิธีการหลอมที่ปล่อยก๊าซเรือนกระจก ดังนั้นการอัพไซเคิลจึงไม่ผ่านกระบวนการดังกล่าว

ภาพที่ 25 แสดงขอบเขตการเลือกกรณีศึกษาในในกลุ่มของการเตรียมและดัดแปลงวัสดุ

การวิจัยนี้จึงกำหนดกรอบวิธีการเตรียมและดัดแปลงวัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม โดยวัสดุถูกเตรียมและดัดแปลงด้วยวิธีการทำมือหรือผ่านกระบวนการรีไซเคิลบางขั้นตอนแต่ไม่ผ่านขั้นตอนการใช้สารเคมีและการหลอมเพื่อเปลี่ยนแปลงวัสดุ ซึ่งเป็นข้อแตกต่างที่เห็นเด่นชัดระหว่างอัพไซเคิลและการรีไซเคิล ส่งผลให้วัสดุไม่สูญเสียความเป็นตัวตน และรับรู้การใช้งานเดิมในชีวิตแรกของวัสดุ เพื่อให้การศึกษามีความชัดเจนยิ่งขึ้นกำหนดให้กรณีศึกษามีสัดส่วนวัสดุอัพไซเคิลใช้ในงานสถาปัตยกรรมอย่างน้อยร้อยละ 60

ภาพที่ 26 แสดงตัวอย่างการเปลี่ยนรูปทรงและการประกอบ

วิธีการในภาพเป็นกรอบวิธีการขั้นพื้นฐานในการเปลี่ยนแปลงและประกอบวัสดุที่ผู้วิจัยรวบรวมเพื่อใช้เป็นกรอบการคัดเลือกกรณีศึกษา วิธีการเตรียมและดัดแปลง ได้แก่ การม้วน การพับ การดัด บิด การเจาะ การตัด และการอัด วิธีการประกอบ ได้แก่ การเชื่อม การอัด การร้อย การมัดผูก การสาน กระบวนการทั้งหมดนี้แปลงสภาพวัสดุแต่ยังคงรับรู้ หรือยังใช้ประโยชน์บางอย่างที่ต่อเนื่องจากการใช้งานเดิม

3.4 **คุณสมบัติของวัสดุ**

3.4.1 คุณสมบัติทั่วไป

1) บรรจุภัณฑ์พลาสติก มีความโปร่งแสง นิ่มและยืดหยุ่นมีความเหนียวสูง ทนทานต่อสารเคมีจำพวก กรด ด่างได้ดี ดูดซึมน้ำได้ต่ำมาก ป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำได้ดี ป้องกันการซึม ผ่านของก๊าซได้ต่ำ ป้องกันการซึมผ่านของไขมันได้ต่ำ ปิดผนึกด้วยความร้อนได้ดี มีความปลอดภัย สามารถใช้กับอาหารและยา (สุพิศ เสียงก้อง, 2562) ซึ่งถูกจำแนกออกเป็นหลายประเภท ในที่นี้กล่าวถึงประเภทที่นิยมใช้กับบรรจุภัณฑ์อาหาร ได้แก่

ภาพที่ 27 แสดงตัวอย่างพลาสติกโพลิเอททีลีนเทเรฟธาเลท (Polyethylene Terephthalate: PET/PETE)
ที่มา http://www.glaselgrand.com/blog-post/plastic-recycling/

โพลิเอททีลีน เทเรฟธาเลท (Polyethylene Terephthalate: PET/PETE) คุณสมบัติทั่วไป ใส แข็งแรง เหนียว ทนต่อไขมัน น้ำมัน และทนความร้อนอุณหภูมิระหว่าง 70-100°C ปลอดภัยต่อการสัมผัสอาหาร พลาสติกประเภทนี้นิยมผลิตเป็นขวดบรรจุ น้ำอัดลม น้ำดื่ม น้ำยาบ้วนปาก และภาชนะบรรจุอาหาร เมื่อถูกใช้งานแล้วบรรจุภัณฑ์เหล่านี้จะถูกรีไซเคิลเป็นบรรจุภัณฑ์ที่ไม่บรรจุอาหาร เช่น ขวดน้ำยาซักผ้า หรือขวดน้ำยาทำความสะอาด

ภาพที่ 28 แสดงตัวอย่างพลาสติกโพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE)
ที่มา http://www.glaselgrand.com/blog-post/plastic-recycling/

โพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) คุณสมบัติทั่วไปมีสีขุ่น แข็งแรง และเหนียว ราคาถูก ง่ายต่อการขึ้นรูป กันน้ำและความชื้นได้ดี ทนการกัดกร่อนของสารเคมี ทนอุณหภูมิได้ถึง 105°C ใช้สำหรับผลิตเป็นขวดนม น้ำ น้ำผลไม้ กล่อง ลัง เมื่อผ่านกระบวนการรีไซคเคิลวัสดุนี้จะกลายเป็นบรรณจุภัณฑ์และวัสดุอื่นๆ เช่น ภาชนะใส่อาหารสัตว์ ม้านั่ง กระเบื้องปูพื้น ขวดใส่น้ำยาซักผ้า

2) บรรจุภัณฑ์ประเภทแก้ว มีความโปร่งใส ผิวค่อนข้างแข็ง ยากแก่การกัดกร่อน เฉื่อยต่อปฏิกิริยาทางเคมีและชีวภาพ ซึ่งเป็นคุณสมบัติที่ทำให้แก้วนั้นมีประโยชน์ใช้งานอย่างกว้างขวาง อย่างไรก็ตามถึงแม้แก้วจะมีความแข็งแรง แต่ก็เปราะแตกหักง่าย และมีรอยแตกที่ละเอียดคม คุณสมบัติของแก้วสามารถเปลี่ยนแปลงได้ง่ายด้วยการผสมสารอื่นลงในเนื้อแก้ว หรือการปรับสภาพด้วยการใช้ความร้อน (จุฬาลักษณ์ จารุจุฑารัตน์, 2564) ซึ่งถูกจำแนกออกเป็นหลายประเภท กล่าวถึงประเภทที่นิยมใช้กับบรรจุภัณฑ์อาหาร ได้แก่

ภาพที่ 29 แสดงตัวอย่างขวดแก้วโซดาไลม์ (Soda Lime Glass)
ที่มา https://positioningmag.com/1221218

แก้วโซดาไลม์ (Soda Lime Glass) เป็นแก้วที่ผลิตจากวัตถุดิบที่ไม่มีการใช้สารเติมแต่ง บรรจุภัณฑ์ที่ทำจากแก้วโซดาไลม์ ได้แก่ ขวดแก้วสีชา ขวดแก้วสี หรือขวดที่มีความมันวาวสะท้อนแสง ขวดแก้วประเภทนี้นิยมนำไปใช้ทำภาชนะบรรจุสำหรับบรรจุอาหารและเครื่องดื่ม ซึ่งมีทั้งความต้านทานสูงและขวดแก้วที่ต้านทานแรงดันต่ำ มักถูกนำมาผลิตเป็นขวดบรรจุน้ำอัดลม และขวดเครื่องดื่มแอลกอฮอร์ เมื่อถูกใช้งานและผ่านกระบวนการไรไซเคิลแก้วประเภทนี้จะถูกนำมาผลิตเป็นขวดบรรจุภัณฑ์อาหารที่ไม่อัดก๊าซ เช่น ขวดซอส เป็นต้น

3.4.2 คุณสมบัติทางกล (Mechanical Strength)

1) บรรจุภัณฑ์พลาสติก คุณสมบัติเป็นพลาสติกกึ่งแข็งไปจนถึงของแข็งโดยการปรับความหนา มีน้ำหนักเบาหากนำมาขึ้นรูปเป็นขวดก็จะได้ขวดที่มีน้ำหนักเบา ไม่แตกง่ายเพราะมีความเหนียวและทนทาน มีการยืดหยุ่นต่อแรงกระแทก และไม่แตกเมื่อถูกแรงกดดัน

2) บรรจุภัณฑ์ประเภทแก้ว เป็นบรรจุภัณฑ์คงรูป รับน้ำหนักได้ 50 กิโลกรัม มีความต้านทานต่อแรงกดและแรงดันสูง โดยเฉพาะขวดแก้วรูปทรงกลม แต่ความต้านทานต่อแรงกระทบต่ำ ดังนั้นขวดแก้วจึงเป็นบรรจุภัณฑ์ที่เปราะและแตกง่าย แก้วที่มีความบางรองรับการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิอย่างเฉียบพลันกว้างกว่าแก้วที่หนากว่า (จุฬาลักษณ์ จารุจุฑารัตน์, 2564)

3.4.3 คุณสมบัติด้านการมองทะลุ (Optical Properties)

1) บรรจุภัณฑ์พลาสติก มีความโปร่งแสงจากประโยชน์การใช้งานเดิม การมองเห็นทะลุขึ้นอยู่กับประเภทของพลาสติกและการใช้งาน

โพลิเอททีลีน เทเรฟธา เลท (Polyethylene Terephthalate: PET/PETE) พลาสติกประเภทนี้คือขวดพลาสติกใส มองทะลุได้ ใช้งานกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่ต้องการแสดงให้เห็นสินค้าภายใน

โพลิเอททีลีนความหนาแน่นสูง (High Density Polyethylene: HDPE) ลักษณะเป็นพลาสติกขุ่นสีขาวหรือสีทึบอื่น ป้องกันการซึมผ่านของน้ำและความชื้นได้ดี ไม่เหมาะกับอาหารหรือเครื่องดื่มที่ผู้บริโภคต้องมองเห็นภายใน (จุฬาลักษณ์ จารุจุฑารัตน์, 2564)

2) บรรจุภัณฑ์ประเภทแก้วเป็นภาชนะบรรจุที่มีความโปร่งใสมาก เหมาะกับการบรรจุผลิตภัณฑ์ที่ต้องการแสดงให้ผู้บริโภคเห็นภายใน

แก้วโซดาไลม์ (Soda Lime Glass) บรรณจุภัณฑ์นี้มีทั้งสีใสและสีอื่น ถ้าต้องการใช้ภาชนะบรรจุประเภทแก้วกับผลิตภัณฑ์ที่มีความไวต่อแสง เช่น เครื่องดื่มแอลกอฮอร์ น้ำผลไม้ หรือยาบางชนิด สามารถเติมสีของแก้ว โดยใช้สารเคมีจะทำให้บรรจุภัณฑ์แก้วสามารถกรองแสงได้

3.4.4 คุณสมบัติทางกายภาพ

ลักษณะทางกายภาพต้องได้รับการพิจารณาเนื่องจากวัสดุใช้ซ้ำเป็นข้อจำกัดสำคัญประการหนึ่งในการออกแบบ การออกแบบนั้นต้องคัดแยกเพิ่มโดยดูในเรื่องของ สี ขนาด หรือรูปทรงของวัสดุชนิดนั้นด้วย เช่น รูปทรงของวัสดุที่มีเส้นตรงจะสามารถนำมาประกอบได้ง่ายกว่าวัสดุที่เป็นทรงโค้ง พื้นผิววัสดุที่นุ่มและบางจะนำมาใช้งานได้ง่ายว่าวัสดุที่แข็งหรือบิดเบี้ยว (วรสุดา ขวัญสุวรรณand สาทินี วัฒนกิจ, 2563) วัสดุสีเข้มลดความเข้มของแสงและการมองทะลุผ่านจากภายนอกสู่ภายในอาคารได้ วัสดุที่มีพื้นที่ว่างภายในสามารถกักเก็บความร้อนไว้ได้ลดการถ่ายเทความร้อนจากภายนอกสู่ภายในอาคาร

3.5 กรณีศึกษา

กรณีศึกษาคัดเลือกจากข้อกำหนดที่กล่าวมาข้างต้น โดยมีการอธิบายถึงข้อมูลทั่วไปของโครงการ ที่มาของโครงการ วัตถุประสงค์ แนวความคิดผู้ออกแบบ การออกแบบ ความต้องการการเลือกใช้วัสดุ การก่อสร้าง ตลอดจนแนวความคิดที่จะส่งต่อวัสดุหลังเสร็จสิ้นงานสถาปัตยกรรม โดยลำดับตามกลุ่มประเภทวัสดุการใช้งานเดิม ได้แก่ ขวดแก้ว ขวดพลาสติก กล่อง/ลังพลาสติก

3.5.1 กรณีศึกษาวัสดุขวดแก้ว

กรณีศึกษาที่ 1 Bottle house, Indonesia

ภาพที่ 30 แสดงโครงการ Bottle house, Indonesia

ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

Bottle house ได้รับการออกแบบโดย Ridwan Kamil สถาปนิกชาวอินโดนีเซีย ได้รับรางวัล Green Designed Award จาก Building Construction Information (BCI) Asia บ้านหลัง

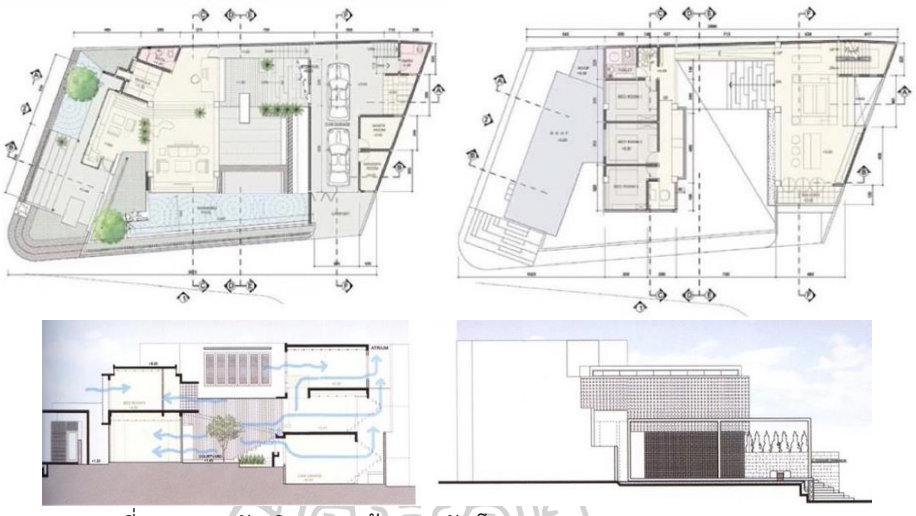
นี้ตั้งอยู่บนพื้นที่สี่เหลี่ยมคางหมู 373 ตารางเมตร มีพื้นที่ 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนศาลารับแขก ส่วนห้องนั่งเล่นและห้องนอน และส่วนสุดท้ายประกอบด้วยโรงรถ ห้องครัว ห้องรับประทานอาหาร และพื้นที่ห้องสมุด พื้นที่อาคารรวม 320 ตารางเมตร

ความเบื่อหน่ายในการใช้วัสดุแบบเดิมเกิดขึ้นกับ Ridwan Kamil “บ้านทั่วไปในย่านชานเมืองของบันดุงสร้างด้วยอิฐ แต่ตั้งแต่ฉันยังเป็นเด็ก ฉันใฝ่ฝันที่จะเป็นเจ้าของบ้านที่ให้ความรู้สึกเหมือนรีสอร์ท” เขามองหาวัสดุที่แปลกใหม่ภายในพื้นที่ สถาปนิกพิจารณาสิ่งรอบตัวที่สามารถสนองความต้องการได้ โดยประเทศอินโดนีเซียมีเครื่องดื่มชูกำลังซึ่งบรรจุขายในขวดสีน้ำตาล *"ขวดเหล่านี้เกลื่อนถนน"* Ridwan Kamil กล่าว *“เราไม่มีระบบรีไซเคิล ดังนั้นเมื่อฉันตัดสินใจสร้างบ้านให้ครอบครัว ฉันคิดว่าฉันจะทำให้พวกมันเป็นส่วนสำคัญของภายนอกและภายใน ฉันเป็นผู้เสนอการรีไซเคิล”* (Susan Sheehan, 2017) ผู้รับเหมารวบรวมขวดแก้วครึ่งหนึ่งจากถังขยะในเมืองบันดุงและเมืองใกล้เคียงอย่างจาการ์ตา ตาสิกมาลายา ซิเรบอน และอีกครึ่งหนึ่งมาจากคนเก็บขยะ รวมทั้งหมด 30,000 ขวดใช้เวลา 6 เดือน เพื่อนำมาใช้ในองค์ประกอบของบ้านซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของผิวภายนอกผนังอาคาร พื้นที่ร้อยละ 60 ของพื้นผิวทั้งหมดปกคลุมด้วยขวดแก้ว

ภาพที่ 31 แสดงภายนอกอาคารของโครงการ Bottle house, Indonesia
ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

สถาปนิกสนใจในวัสดุขวดแก้วและสังหรณ์ว่าขวดจะสามารถเป็นฉนวนกันความร้อนจนกระทั่งนักศึกษาในภาควิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ Parahyangan Catholic University ได้ทำการศึกษาอย่างเป็นทางการเพื่อทดสอบอุณหภูมิ ผลการวิจัยพบว่าความร้อนถูกดักจับไว้ภายในขวดและไม่ถูกถ่ายเทเข้าไปภายในอาคาร โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อมีช่องว่างระหว่างผนังขวดกับผนังกระจกที่อยู่ภายใน Ridwan อธิบายว่า *"ช่องว่างนี้ทำให้คุณมีระบบฉนวนที่หยุดความร้อนจากดวง*

อาทิตย์ไม่ให้ถ่ายเทสู่ภายใน" ผลที่ได้คือห้องส่วนใหญ่ในบ้านที่ปราศจากเครื่องปรับอากาศทั้งหมดยังคงมีอุณหภูมิอยู่สบายในวันที่อากาศร้อน



ภาพที่ 32 แสดงผังบริเวณ รูปด้าน รูปตัด โครงการ Bottle house, Indonesia

ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

ผนังส่วนรับแขกทำจากขวดแก้วทั้งหมด Ridwan Kamil อธิบายว่าขวดแก้วสีชาสร้างความโดดเด่นให้กับด้านหน้าอาคาร *"ฉันสนใจแนวคิดที่จะนำเหล็กทาสีน้ำตาลเข้มและไม้สีเข้มมาผสมกับขวดสีน้ำตาล ขวดนี้มีส่วนหน้า 60 เปอร์เซ็นต์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและพระอาทิตย์ตกจะส่องตรงเข้ามาในบ้านและสะท้อนแสงราวกับว่า พวกเขาเป็นกระจก"* แสงแดดในตอนเช้าและตอนเย็นที่กรองผ่านขวดสร้างรูปแบบและเฉดสีที่น่าสนใจในพื้นที่ภายในทำให้เกิดบรรยากาศพิเศษ สีโทนร้อนของขวดแก้วเข้ากับพื้นไม้ซึ่งช่วยเพิ่มความรู้สึกที่ผ่อนคลาย

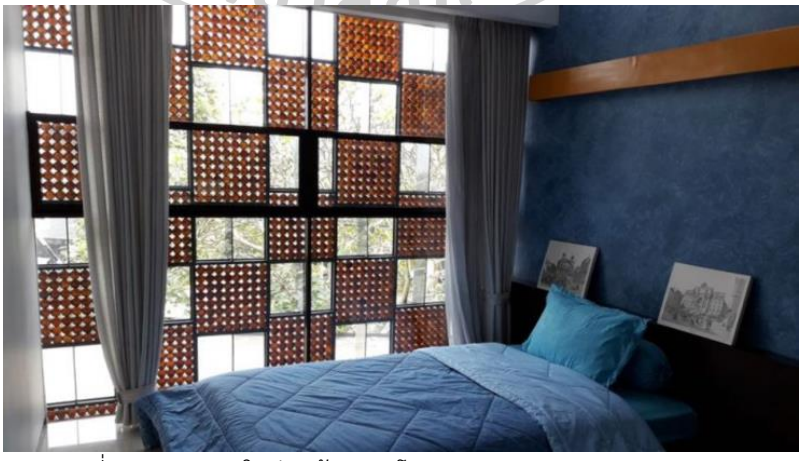
ภาพที่ 33 แสดงมุมมองภายในอาคารส่วนรับแขกโครงการ Bottle house, Indonesia

ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

ห้องนั่งเล่น ห้องรับประทานอาหาร และพื้นที่ห้องสมุด ทำขึ้นโดยการสลับแผงขวดและกระจกในรูปแบบกระดานหมากรุกโดยมีช่องว่าง 60 ซม. ซ้อนชั้นด้วยกระจกเต็มบานที่สามารถเปิดเพื่อระบายอากาศ พื้นที่ส่วนตัวบางพื้นที่ได้รับแสงแดดอย่างมาก เนื่องจากเป็นกระจกเต็มบานอยู่ในตำแหน่งของทิศตะวันตก เพื่อลดผลกระทบด้านสภาพอากาศขวดแก้วถูกนำมาใช้สำหรับผนังภายนอกในส่วนนี้ และสีของขวดแก้วยังสร้างความเป็นส่วนตัวจากสภาพแวดล้อมภายนอกได้

ภาพที่ 34 แสดงภายในส่วนรับประทานอาหารและห้องสมุดโครงการ Bottle house, Indonesia
ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

ห้องนอนและพื้นที่ส่วนตัวบางพื้นที่ตั้งอยู่ในทิศตะวันตกของพื้นที่ซึ่งมีความเข้มของแสงและได้รับความร้อนเข้าสู่ตัวอาคาร อย่างไรก็ตาม สถาปนิกแก้ปัญหาโดยการวางผนังขวดที่ใช้แล้วซ้อนชั้นกับกระจกเต็มบานภายใน ชั้น 1 การใช้วัสดุขวดที่ใช้แล้วเป็นผนังกั้นทำให้ลมเข้ามาในห้องโดยไม่มีสิ่งมาบดบัง ลมเข้าสู่ห้องผ่านช่องระบายอากาศจากการจัดวางขวดที่ใช้แล้ว นอกจากนี้ยังมีช่องเปิดอื่นอีกมากมาย บ้านนี้จึงไม่ต้องติดแอร์ สำหรับชั้น 2 การใช้วัสดุขวดแก้วทำให้มองเห็นได้สบายตา เพราะสามารถดูดซับแสงแดดส่วนเกินที่เข้ามาในอาคารได้และสร้างความเป็นส่วนตัว



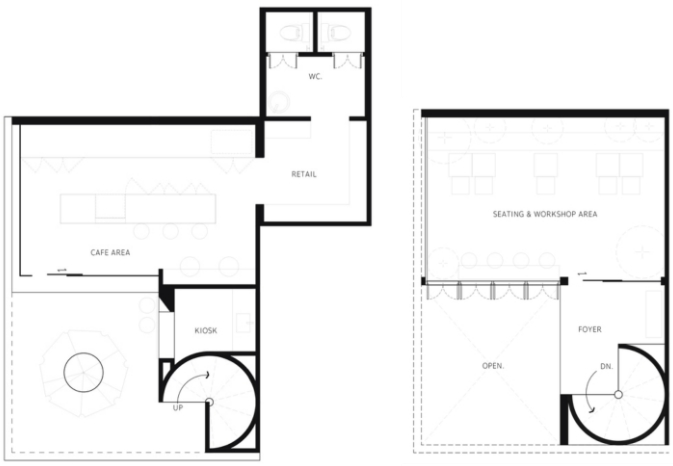
ภาพที่ 35 แสดงภายในส่วนห้องนอนโครงการ Bottle house, Indonesia
ที่มา https://www.architecturaldigest.com/story/designers-own-homes-ridwan-kamil

การใช้วัสดุขวดแก้วที่ใช้แล้วในบ้านขวดของ Ridwan Kamil เป็นองค์ประกอบของผนัง เมื่อมองจากแง่มุมการแก้ปัญหาสภาพอากาศ การใช้วัสดุขวดแก้วที่ใช้แล้วมีประโยชน์อย่างมากต่อความสบายตาและความร้อนในห้อง เนื่องจากการจัดวางวัสดุขวดที่ใช้แล้วอย่างเหมาะสมตามข้อจำกัดในการวางแนวของอาคาร ขวดแก้วสีชาซึ่งเป็นขวดสีเข้มจึงสามารถช่วยในการดูดซับความร้อนและความเข้มของแสงแดดยามบ่ายที่เข้ามาในอาคารได้

กรณีศึกษาที่ 2 Early BKK Café, ประเทศไทย

ภาพที่ 36 แสดงภายนอกโครงการ Early Café, Thailand
ที่มา https://dsignsomething.com/2022/12/02/early-bkk/

Early BKK ตั้งเป้าเป็นพื้นที่ที่ทุกคนสามารถเข้าถึงได้ และเมื่อพบเห็นปัญหามากมายเกี่ยวกับการจัดการขยะในทุกวันนี้ การอัพไซเคิลวัสดุที่ถูกมองข้ามจึงถูกนำมาใช้เป็นส่วนสำคัญของการออกแบบคอมมูนิตี้คาเฟ่ด้วยแนวคิดรักษ์โลกและยั่งยืน โดยในชุมชนนี้ส่วนใหญ่เป็นครอบครัวใหญ่ที่มีคนทุกรุ่นรวมถึงสัตว์เลี้ยง (Rangsima. Arunthanavut, 2022)



ภาพที่ 37 แสดงผังโครงการ Early Café, Thailand

ที่มา https://dsignsomething.com/2022/12/02/early-bkk/

Early BKK Cafe ออกแบบให้เป็นอาคารสองชั้น ตั้งอยู่หัวมุมของถนน ทางเข้าออกแบบเป็น double space คอร์ดที่สูงโปร่ง มีต้นไม้ใหญ่ ที่นั่ง semi outdoor และส่วนของ pet parking สร้างบรรยากาศที่เป็นมิตรก่อนเข้าถึงตัวร้าน ภายในร้านชั้น 1 เป็นส่วนของบาร์กาแฟที่ประกอบด้วยทั้ง coffee machine bar และ slow bar และมีที่นั่งทานอาหารอยู่เล็กน้อย ส่วนของ refill station จะอยู่ด้านหลังบาร์เข้าไป มีผลิตภัณฑ์เกี่ยวกับกาแฟและสัตว์เลี้ยงจำหน่าย ส่วนชั้นสองเชื่อมต่อกับชั้น 1 ด้วยบันไดวนด้านหน้าอาคาร เป็นพื้นที่ multipurpose ที่เป็นที่นั่งหลักของร้าน สามารถปรับเปลี่ยนห้องนี้ให้เป็นห้องสำหรับจัด workshop

การออกแบบเริ่มต้นด้วยการทำการวิจัยเกี่ยวกับการอัพไซเคิลวัสดุและขยะในชุมชน พบว่าขยะที่คุ้นเคยและสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้มากที่สุดคือภาชนะประเภทต่างๆ เช่น กล่องนมและขวดแก้ว จึงตัดสินใจใช้วัสดุดังกล่าวเป็นวัสดุหลักตลอดการออกแบบ ตั้งแต่ส่วนหน้าของสถาปัตยกรรมไปจนถึงการตกแต่งภายในและเฟอร์นิเจอร์

ภาพที่ 38 แสดงองค์ประกอบโครงการ Early BKK Café, Thailand จากวัสดุอัพไซเคิล

ที่มา https://dsignsomething.com/2022/12/02/early-bkk/

ขวดเบียร์เป็นวัสดุที่นำกลับมาใช้ใหม่หลากหลายวิธีในโครงการ เห็นได้ชัดว่าที่ด้านหน้าอาคารมีขวดเบียร์ที่ใช้แล้วประมาณ 600 ขวดวางอยู่ในโครงสร้างวงแหวนโลหะของอาคาร ขวดสร้างเอฟเฟ็กต์แสงและเงาอันน่าทึ่งในพื้นที่ภายในระหว่างวัน รวมถึงบอกเล่าเรื่องราวเกี่ยวกับ recycle และ upcycling จากรูปลักษณ์ภายนอกเป็นอย่างดี

นอกจากนี้ขวดเบียร์ที่แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยถูกใช้เป็นส่วนประกอบหลักของเคาน์เตอร์และพื้นห้องน้ำ และยังมี Bottle fossil wall ที่เกิดจากการปั๊มขวดลงไปบนผนังคอนกรีต ทำให้เกิดเป็น pattern และ texture ที่น่าสนใจซึ่งรูปลักษณ์สุดท้ายนั้นคล้ายกับฟอสซิลโดยทิ้งร่องรอยไว้บนผนัง

ภาพที่ 39 แสดงองค์ประกอบโครงการ Early BKK Café, Thailand จากวัสดุอัพไซเคิล
ที่มา https://dsignsomething.com/2022/12/02/early-bkk/

นอกจากนี้ผู้ออกแบบทำงานร่วมกับโรงงานแห่งหนึ่งเพื่อผลิต 're-board' ซึ่งเป็นกระดานที่ทำจากกล่องนมใช้แล้วชิ้นเล็กๆ 100 เปอร์เซ็นต์ รีบอร์ดถูกนำมาใช้กับพื้นที่ภายใน เช่น ประตู เพดาน เก้าอี้และโต๊ะ เพื่อควบคุมโทนสีโดยรวมจึงเลือกสีของกล่องนมที่ใช้แล้วโดยเฉพาะในโทนสีส้มและสีโทนร้อนเพื่อให้เข้ากับพื้นกระเบื้องอิฐทำมือ และเพิ่มเติมรายละเอียดโดยใช้ถังขยะ เช่น ถังน้ำมันเหล็กที่ใช้แล้วเป็นเคาน์เตอร์อ่างล้างหน้า และใช้ขวดแก้วเป็นลูกบิดประตู

กรณีศึกษาที่ 3 Li Rongjun office, China

ภาพที่ 40 แสดงภายนอกโครงการ Li Rongjun office, China

ที่มา https://inhabitat.com/this-aspiring-architect-built-his-office-using-8500-beer-bottles/

Li Rongjun สถาปนิกสร้างสำนักงานของเขาขนาด 312 ตารางฟุตด้วยขวดแก้วจำนวน 8,500 ขวด สถาปนิกผู้มีความปรารถนาได้ยกระดับของขวดแก้วขึ้นไปอีกขั้น เครื่องดื่มแอลกอฮอล์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลกอันดับสาม (รองจากชาและน้ำเปล่า) Li Rongjun ใช้เวลากว่า 4 เดือนในการสร้างสำนักงานจากขวดแก้ว ซึ่งใช้งบประมาณไปเพียง 70,000 หยวน

ก่อนหน้านี้ Li Rongjun เคยทำงานให้กับบริษัทรับเหมาก่อสร้างในท้องถิ่น แต่การสร้างสถาปัตยกรรมจากขวดแก้วถูกยับยั้งไว้ในตอนนั้น เขากล่าวว่า *“การอยู่ที่นั่นไม่มีความคิดสร้างสรรค์และการอยู่ที่นั่นเสียเวลาเปล่า ไม่ว่าฉันจะทำสำเร็จหรือไม่ ฉันก็อยากลองทำตามความฝัน ฉันต้องการสร้างสำนักงานที่มีศิลปะและใช้งานได้ อาคารนี้ยังเป็นใบเบิกทางในอาชีพของฉันสำหรับแผนธุรกิจในอนาคตจะช่วยให้นักลงทุนได้เห็นผลงานของฉันในชีวิตจริงและเห็นความสามารถของฉัน”* (Virtualexpo Group, 2015)

ภาพที่ 41 แสดงภายในโครงการ Li Rongjun office, China

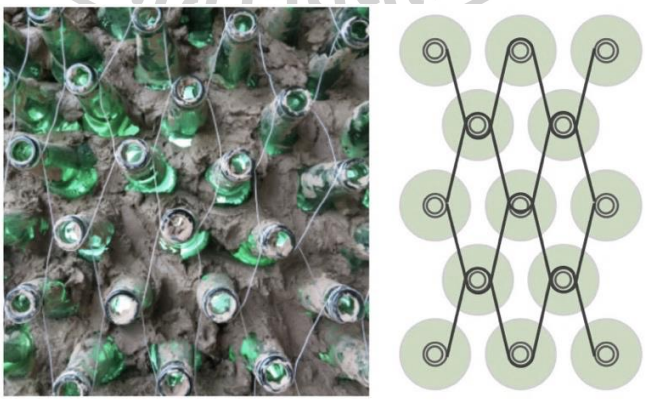
ที่มา https://inhabitat.com/this-aspiring-architect-built-his-office-using-8500-beer-bottles/

“เขาเป็นอิสระมากตั้งแต่อายุยังน้อย เราเห็นได้ว่าเขามีความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้าที่จะสร้างธุรกิจของตัวเอง” พ่อของ Li Rongjun กล่าว *“เมื่อเขาเสนอให้สร้างเรือนกระจก แม้ว่าเราจะเป็นครอบครัวที่มีฐานะจำกัด ฉันก็บอกเขาทันทีว่าเขาจะได้รับการสนับสนุนอย่างเต็มที่จากฉัน”* สถาปนิกต้องการเรือนกระจกในงบประมาณที่จำกัดเพื่อใช้เป็นสำนักงานของบริษัทสถาปนิกของเขา ซึ่งหนทางเดียวที่เขาสามารถทำได้คือสร้างสิ่งที่ตั้งใจจากขวดแก้ว ผนังชั้นสองของอาคารหลังนี้ซ้อนชั้นขวดแก้วสีเขียวอย่างน้อย 40 ชั้นผูกยึดเข้าด้วยกัน ชั้นล่างสร้างด้วยดินและอิฐ โดยแต่ละชั้นมีความสูง 9 ฟุต

ภาพที่ 42 แสดงการทดลองเพื่อค้นหาวิธีการเชื่อมต่อวัสดุโครงการ Li Rongjun office, China

ที่มา https://inhabitat.com/this-aspiring-architect-built-his-office-using-8500-beer-bottles/

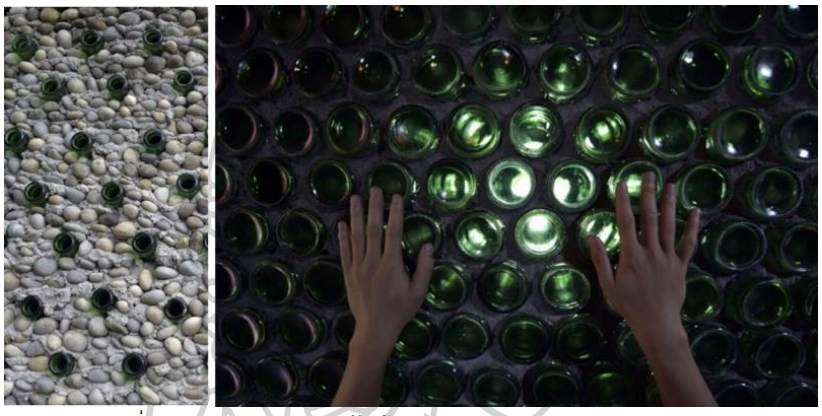
สถาปนิกทดลองค้นหาวิธีการเชื่อมต่อที่หลากหลาย จากภาพแสดงให้เห็นว่าขั้นตอนแรกขวดถูกจัดเรียงเป็นแถวสลับฟันปลาเพื่อผูกยึดโยงเข้าด้วยกัน หันฐานตั้งของขวดเข้าด้านใน ซ้อนชั้นสลับฟันปลา ช่องว่างถูกอุดด้วยดิน ซีเมนต์ และใช้หินในพื้นที่เป็นส่วนประกอบของผนัง เขาอธิบายว่าการหันปากขวดออกเนื่องจากซีเมนต์มีความแข็งแรงพอที่จะช่วยให้ผนังขวดสามารถรับน้ำหนักได้แต่ไม่สามารถให้แสงผ่านเข้าได้ วิธีนี้ช่วยให้แสงผ่านเข้าสู่อาคารมากขึ้น



ภาพที่ 43 แสดงวิธีการก่อสร้างโครงการ Li Rongjun office, China

ที่มา https://inhabitat.com/this-aspiring-architect-built-his-office-using-8500-beer-bottles/

การใช้วัสดุขวดแก้วที่ใช้แล้วในอาคารหลังนี้ในแง่ของวัสดุก่อสร้าง เมื่อมองในมุมการแก้ปัญหาด้านงบประมาณ การเปรียบเทียบกับวัสดุก่อสร้างดั้งเดิมที่ผู้ออกแบบต้องการอย่างเช่นกระจก ผู้ออกแบบดำเนินการเสาะหาวัสดุทดแทนจากคุณสมบัติที่ให้แสงผ่านได้และมีความแข็งแรงถาวรเพียงพอ ซึ่งสามารถสร้างได้ในงบประมาณที่จำกัด ขวดแก้วสนองความต้องการได้เป็นอย่างดี แม้ว่าอาคารจะใช้ซีเมนต์และหินเป็นองประกอบซึ่งมีความทึบแสงแต่ลักษณะการจัดวางขวดแก้วที่หันก้นขวดเข้าด้านในสามารถแก้ปัญหาความทึบแสงนี้ได้



ภาพที่ 44 แสดงวิธีการก่อสร้างโครงการ Li Rongjun office, China

ที่มา https://inhabitat.com/this-aspiring-architect-built-his-office-using-8500-beer-bottles/

นอกจากนี้การวางขวดในแนวนอนยังทำให้ผนังมีความหนาและสามารถเป็นผนังรับน้ำหนักได้ตามสัญชาติญาณของผู้ออกแบบ แม้ว่าโครงสร้างจะน่าสนใจแต่ยังมีการถกเถียงกันในเรื่องของความแข็งแรง ตามที่สถาปนิก Tang Zhe พูดคุยกับ China Daily ว่าโครงสร้างทั้งหมดกำลังตกอยู่ในอันตรายจากการพังทลาย *“ชั้นบนสุดไม่มีผนังรับน้ำหนักและน้ำหนักที่ขวดเบียร์สามารถบรรทุกได้มีจำกัด ดังนั้นโครงสร้างอาจพังทลายลง”* แม้มีความคิดเห็นด้านลบแต่ปัจจุบันอาคารนี้ยังคงตั้งอยู่

กรณีศึกษาที่ 4 วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย

ภาพที่ 45 แสดงภายนอกโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย
ที่มา https://travel.trueid.net/detail/9vXpk2Z58MNv

สิ่งปลูกสร้างภายในวัดตกแต่งด้วยขวดแก้วหลากสีที่ชาวบ้านได้ช่วยกันบริจาค นับเป็นวัดที่มีลักษณะสวยงามแปลกตา โดยเฉพาะอย่างยิ่งโบสถ์ที่อยู่กลางสระน้ำสร้างด้วยความวิจิตร วัดแห่งนี้นำขวดแก้วที่ใช้แล้วมาเป็นวัสดุก่อสร้างหลายส่วน ไม่ว่าจะเป็นกำแพงวัด ศาลา ห้องน้ำ แม้แต่โบสถ์ โดยขวดที่ใช้แล้วทั้งหมดประมาณ 1.5 ล้านขวด ภายในระยะเวลา 2 ปี จนเป็นที่มาของชื่อวัดแห่งนี้ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว หรือวัดล้านขวด (Temple of Million Bottles) เปล่งประกายราวกับมรกตยักษ์ในสระน้ำอันเงียบสงบ

ภาพที่ 46 แสดงภายนอกโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย
ที่มา https://travel.trueid.net/detail/9vXpk2Z58MNv

วัดป่ามหาเจดีย์แก้วเป็นเครื่องพิสูจน์ถึงการรวมตัวกันของชุมชนเพื่อลดมลพิษ ในปี พ.ศ. 2527 พระสงฆ์ในจังหวัดศรีสะเกษ เริ่มเบื่อหน่ายกับขยะมูลฝอยในชุมชนและค้นพบความเป็นได้ที่จะแปลงวัสดุเหล่านั้น เริ่มจากขวดแก้ว 100 ขวดบนกำแพงและที่เก็บอัฐิที่รกร้างต่อเนื่องไปจนองค์ประกอบอื่น สร้างวัดที่ตกแต่งด้วยขวดแก้วในหมู่บ้าน ซึ่งไม่เพียงเป็นการลดขยะภายในชุมชนเท่านั้นแต่ยังให้ความหมาย ความมันวาวของขวดแก้วเมื่อกระทบแสงทำให้เกิดแสงสว่างในตัววัสดุเหมือนแสงธรรมที่บรรลุ สำหรับขวดแก้วไม่ว่าจะคว่ำลง หงายขึ้น หรือวางในแนวนอน ล้วนแต่มีความหมายการกลับชาติมาเกิดเหมือนกับวัสดุที่วนเวียนใช้ซ้ำตามความเชื่อทางศาสนาพุทธ

ภาพที่ 47 แสดงลวดลายผนังโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย
ที่มา https://travel.trueid.net/detail/9vXpk2Z58MNv

ความแตกต่างของกำแพงวัดดึงดูดความสนใจของคนในชุมชน นับจากนั้นมาชุมชนกลายเป็นผู้อุปถัมภ์ ผู้ออกแบบ ผู้บริจาค และช่างก่อสร้าง หลายปีที่ผ่านมาการบริจาคขวดแก้วยังคงเพิ่มขึ้น จากนั้นจึงทำงานร่วมกันในชุมชนท้องถิ่นเพื่อสร้างโบสถ์อันวิจิตรงดงาม พระสงฆ์และชุมชนกลายเป็นผู้เชี่ยวชาญในการเปลี่ยนบริบทขวดแก้วเป็นวัสดุก่อสร้าง และยังคงใช้สิ่งเหล่านี้เพื่อพิสูจน์ว่าภายในอาคารที่สร้างจากขวดแก้วมีความสว่าง ร่มเย็น และมีโครงสร้างที่ดี ในปี ค.ศ. 2009 ความพยายามของพระสงค์และชุมชน ได้รับการยอมรับจากอาเซียน (สมาคมประชาชาติแห่งเอเชียตะวันออกเฉียงใต้) สถานที่ดังกล่าวได้รับการจัดอันดับให้อยู่ในรายชื่อทัวร์เที่ยวชมสถานที่ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมในเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ ต่อมาในปี ค.ศ. 2015 Temple of a Million Bottles ได้รับการเสนอชื่อให้เป็นหนึ่งในสิบตัวอย่างชั้นนำของสถาปัตยกรรมที่ยั่งยืนโดยเว็บไซต์ท่องเที่ยว "When on Earth" (Lavanya. Sunkara, 2018)

ภาพที่ 48 แสดงภาพโมเสกพระพุทธเจ้าภายในโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย
ที่มา https://travel.trueid.net/detail/9vXpk2Z58MNv

ด้านสถาปัตยกรรมขวดทั้งหมดได้รับการบริจาค ทำความสะอาด มีทั้งที่ถูกนำมาใช้งานเลยหรือถูกดัดแปลงตัดบางส่วนของขวดแก้วและผนึกเข้ากับโครงสร้างคอนกรีตภายใต้รูปแบบของวัดดั้งเดิมที่เคยมีมา ขวดแก้วถูกจัดเรียงในรูปแบบลวดลายที่หลากหลาย ไม่เพียงเพื่อสร้างภาพที่น่าตื่นตาแต่เป็นลวดลายที่ลอกเลียนลวดลายแบบวัดดั้งเดิม ขวดแก้วสีเขียวและสีน้ำตาลถูกจัดเรียงในแนวเดียวกันกับผนังคอนกรีตและหลังคาทรงแหลมของวัดที่มีองค์ประกอบสถาปัตยกรรมแบบวัดดั้งเดิม ขวดหลากสียังประดับราวบันไดที่นำไปสู่บริเวณวัด ขวดเครื่องดื่มชูกำลังถูกนำมาใช้ในบางส่วนของอาคาร โดยมีขวดสีเขียวผสมอยู่แม้แต่พื้นยังถูกประดับด้วยขวด ทำให้เกิดภาพโมเสก (Mosaic) ที่มีศิลปะ ไม่เพียงขวดเท่านั้นที่ถูกนำมาใช้ประโยชน์แต่ฝาขวดยังใช้สร้างภาพโมเสก (Mosaic) ของพระพุทธเจ้าในพื้นที่ภายใน ข้อดีของการใช้ขวดแก้วเพื่อเป็นวัสดุก่อสร้างคือ ขวดแก้วจะไม่ซีดจางตามกาลเวลา สร้างลวดลายที่โดดเด่นของแสงสะท้อน และง่ายต่อการรักษาความสะอาด

ภาพที่ 49 แสดงองค์ประกอบโครงการ วัดป่ามหาเจดีย์แก้ว (วัดล้านขวด), ประเทศไทย
ที่มา https://travel.trueid.net/detail/9vXpk2Z58MNv

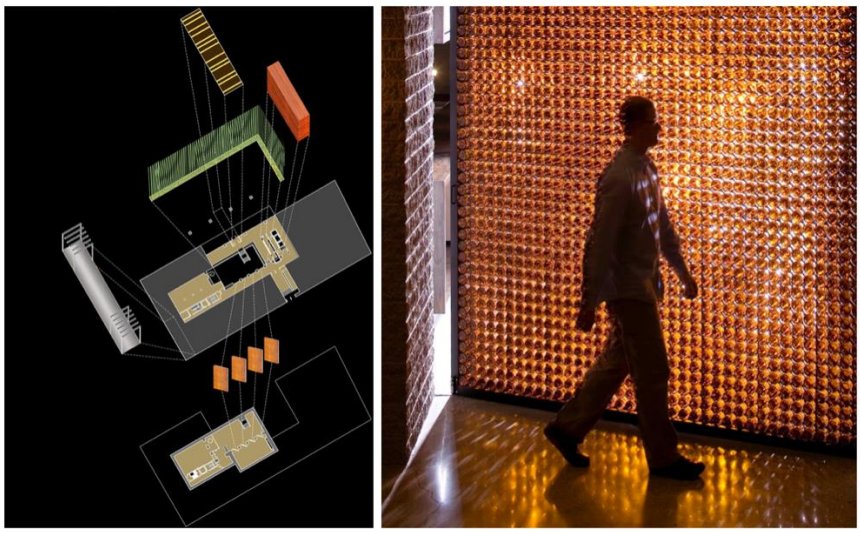
การใช้วัสดุที่แตกต่างสร้างความสนใจ กำแพงขวดแก้วจุดฉนวนการร่วมมือกันเพื่อสร้างวัดให้แก่ชุมชน ขวดแก้วเป็นวัสดุเหลือใช้ที่คนในชุมชนมีกำลังร่วมกันเสาะหาได้ ช่วยประหยัดงบประมาณที่จะถูกใช้ในการทาสีและประดับกระเบื้อง ดูแลรักษาง่ายและช่วยกำจัดวัสดุเหลือใช้ภายในจังหวัดอย่าง

สร้างสรรค์ในกระบวนการ ความสดใสและประกายจากขวดแก้วดึงดูดความสนใจของชาวบ้าน นักท่องเที่ยวให้เข้ามาเยี่ยมชมวัดมากขึ้นและมีการบริจาคขวดแก้วใช้แล้วมากขึ้น จนสามารถสร้างสิ่งก่อสร้างมากมายเกิดเป็นสถาปัตยกรรมที่สวยงาม สำคัญคือการนำขวดแก้วมาใช้ก่อสร้างนั้นยังแฝงไปด้วยคติและความเชื่อ

กรณีศึกษาที่ 5 The Blatz, USA

ภาพที่ 50 แสดงภายนอกโครงการ The Blatz, USA
ที่มา https://www.archdaily.com/36426/the-blatz-johnsen-schmaling-architects

โรงเบียร์ Milwaukee's Blatz Brewery ซึ่งเป็นหนึ่งในโรงเบียร์ที่เก่าแก่ที่สุดของเมืองและปัจจุบันปิดให้บริการแล้วตามรายชื่อในทะเบียนสถานที่ทางประวัติศาสตร์แห่งชาติ โดยตั้งอยู่ในพื้นที่ขนาดเล็กทางตอนเหนือของตัวเมือง สร้างขึ้นระหว่างปี พ.ศ. 2394 ถึง พ.ศ. 2453 สถานที่แห่งนี้ได้รับการต่อเติมและดัดแปลงหลายครั้งในช่วงทศวรรษที่ 1980 เพื่อใช้งานเป็นอพาร์ตเมนท์และสำนักงาน แต่ต่อมาก็ทรุดโทรมลง และในปี พ.ศ. 2550 ได้รับการออกแบบรับปรุงอีกครั้งโดย Johnsen Schmaling ซึ่งได้รับรางวัลชมเชยจากการประกวด Design Awards Winners กลุ่มอาคาร Renovation โดยผู้ออกแบบกล่าวว่าโครงการนี้เป็นการออกแบบปรับปรุงอาคารด้วยงบประมาณที่จำกัดภายใต้ขอบเขตของโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ (Johnsen Schmaling Architects, 2009)



ภาพที่ 51 แสดงภาพองค์ประกอบโครงการ The Blatz, USA

ที่มา https://www.archdaily.com/36426/the-blatz-johnsen-schmaling-architects

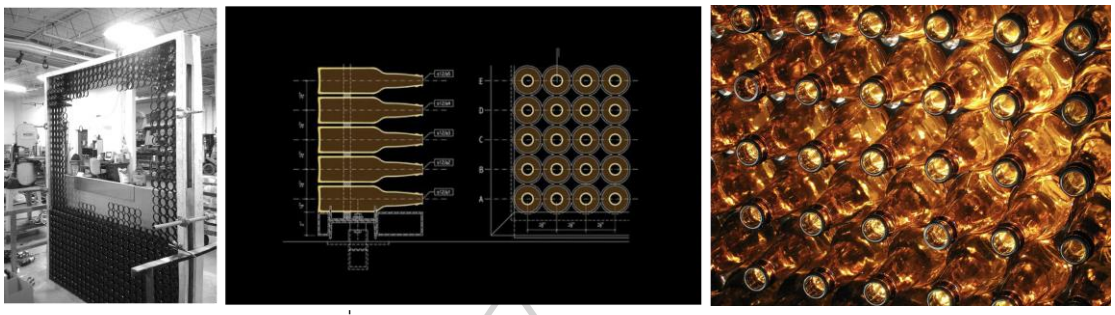
ผู้ออกแบบมุ่งเน้นไปที่รายละเอียดเพื่อพื้นที่สาธารณะของอาคารใหม่ ทางเข้าอาคารระดับถนนมีหลังคานำไปสู่ส่วนกลางใหม่ที่เป็นจุดรวมเส้นทางหลักระหว่างสำนักงาน อพาร์ตเมนท์ และพื้นที่เชิงพาณิชย์ที่สร้างขึ้นใหม่ ร้านกาแฟเชื่อมต่อกับส่วนต้อนรับที่ล้อมรอบด้วยป่าไผ่ มองเห็นพื้นที่นั่งซึ่งกั้นด้วยประตูขวดขนาดใหญ่หลายบานเป็นส่วนหลักที่สำคัญในการปรับปรุงอาคาร ประตูขวดปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการสามารถใช้เป็นพื้นที่เปิดโล่งขนาดใหญ่หนึ่งแห่งหรือแบ่งเป็นพื้นที่ส่วนตัวขนาดเล็ก ประตูขวดเป็นส่วนสำคัญทั้งด้านประโยชน์ใช้สอยพื้นที่ในปัจจุบัน และร่องรอยการใช้งานเดิมของพื้นที่

ภาพที่ 52 แสดงภาพองค์ประกอบโครงการ The Blatz, USA

ที่มา https://www.archdaily.com/36426/the-blatz-johnsen-schmaling-architects

ประตูขวดน้ำตาลส่องสว่างทุกด้านเปล่งแสงสีเหลืองทองให้ความรู้สึกอบอุ่นสะท้อนบนพื้นคอนกรีตขัดมัน ประตูหมุนได้แต่ละบานกว้าง 9 ฟุต และสูง 9 ฟุต ประกอบด้วยโครงอลูมิเนียมและ

ขวดเบียร์เปล่าที่วางซ้อนกันในแนวนอนจำนวน 1,590 ขวด ซึ่งบางขวดเป็นขวดของ Blatz ดั้งเดิมที่พบในกล่องที่ยังไม่ได้เปิดใช้งานซึ่งถูกเก็บไว้ในห้องใต้ดินของโรงเบียร์เก่าแห่งนี้



ภาพที่ 53 แสดงรายละเอียดโครงการ The Blatz, USA

https://www.archdaily.com/36426/the-blatz-johnsen-schmaling-architects

เมื่อใช้เทคโนโลยี CNC ขวดจะถูกยึดด้วยใยบางของวงแหวนที่กลึงอย่างแม่นยำซึ่งแขวนอยู่ระหว่างชิ้นส่วนของโครงอะลูมิเนียม อุปกรณ์บานประตูหมุนแบบกำหนดเองช่วยให้แขกของห้องรับรองสามารถหมุนประตูแต่ละบานรอบแกนกลางได้ จึงทำให้เกิดความยืดหยุ่นเชิงพื้นที่ในระดับสูง พื้นที่สามารถเปิดโล่งทั้งหมด หรืออีกทางหนึ่งคือจัดเป็นพื้นที่ส่วนตัวในส่วนหนึ่งของที่นั่ง ในขณะที่อีกห้องหนึ่งยังคงเปิดให้บริการแก่บุคคลทั่วไป

3.5.2 กรณีศึกษาวัสดุขวดพลาสติก

กรณีศึกษาที่ 6 Bottle sail, Vietnam

ภาพที่ 54 แสดงภายนอกโครงการ Bottle sail, Vietnam

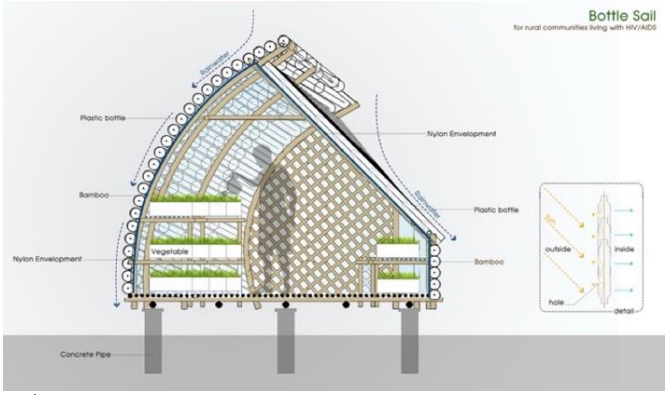
ที่มา https://architizer.com/projects/bottle-sail/

สถาปนิกในโครงการพัฒนาชุมชนโดย 1 + 1> 2 International Architecture JSC ร่วมกับศูนย์วิจัยและการพัฒนาด้านสาธารณสุข COHED ได้สร้างเรือนเพาะชำเรือขวดเป็นหนึ่งในโครงการช่วยเหลือชุมชนผู้ด้อยโอกาส เป็นเรือนเพาะชำสำหรับชุมชนในชนบทที่ได้รับผลกระทบจากเอชไอวี

ภาพที่ 55 แสดงภายในโครงการ Bottle sail, Vietnam
ที่มา https://architizer.com/projects/bottle-sail/

สถาปนิกอธิบายว่าวัตถุประสงค์ของเราคือการพัฒนาโครงการ "ง่าย - มีประสิทธิภาพ - ยั่งยืน" ด้วยพื้นที่ 16 ตารางเมตร โดยใช้วัสดุไม้ไผ่เป็นโครงสร้าง มุงหลังคาด้วยขวดพลาสติก 3,000 ขวด เพื่อสนับสนุนการพัฒนาการเกษตรในท้องถิ่นและสนับสนุนให้ผู้ติดเชื้อเอชไอวีกลับสู่สังคม เป็นเรือนเพาะชำต้นไม้ พื้นที่พักผ่อนสำหรับเกษตรกรระหว่างทำงานภาคสนาม และพื้นที่พบปะสังสรรค์สำหรับเกษตรกร นักเรียน นักศึกษา ในงบประมาณ 400 เหรียญสหรัฐ ง่ายต่อการสร้างโดยคนในท้องถิ่น

ที่ตั้งอาคารอยู่ติดกับเขื่อนกั้นน้ำผู้ออกแบบอธิบายว่า เป็นความท้าทายที่ยิ่งใหญ่ในการสร้าง ดังนั้นการออกแบบให้ตอบสนองต่อภัยธรรมชาติปกป้องต้นกล้าที่ตั้งอยู่เชิงเขื่อน ซึ่งต้องหลบลมให้มากที่สุด ฐานรากเป็นท่อคอนกรีตจะถูกฝังลึกลงไปใต้ดินเพิ่มการค้ำยันแบบไขว้เพื่อให้แน่ใจว่าระบบโครงไม้ไผ่มีความยั่งยืนซึ่งสถาปนิกมีประสบการณ์กับวัสดุและวิธีการเป็นอย่างดีจากโครงการ Vegetable Nursery House ในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งเป็นอาคารที่ใช้วัสดุและกระบวนการแบบเดียวกัน โดยสถานที่ตั้งก่อกำเนิดแนวคิดรูปทรงอาคารเกี่ยวกับการแล่นเรือใบ ภาพลักษณ์ที่คุ้นเคยของชาวบ้านที่ประกอบอาชีพชาวประมงและเกษตรกรจึงดูกลมกลืนและน่าสนใจ และเส้นโค้งที่รวมกันจากขวดพลาสติกที่เปล่งประกายราวกับเรือที่กำลังเคลื่อนไหวได้ มีเสน่ห์ดึงดูดสายตา



ภาพที่ 56 แสดงรายละเอียดการออกแบบโครงการ Bottle sail, Vietnam
ที่มา https://architizer.com/projects/bottle-sail/

ขวดพลาสติกถูกรวบรวมและได้รับความร่วมมือจากศูนย์วิจัยและการพัฒนาด้านสาธารณสุข COHED จากการบริโภคภายในองค์กรและชุมชนในท้องถิ่น คัดแยกตามสีและขนาด ขวดพลาสติกแปลงสภาพโดยการตัดด้วยมือร้อยเชื่อมต่อกันด้วยไม้ไผ่เป็นเส้นจากแรงงานอาสาสมัครเพื่อเป็นวัสดุมุงหลังคาตลอดจนผนังอาคาร ในขณะเดียวกันโครงสร้างอาคารดำเนินการโดยช่างในท้องถิ่น ก่อนนำมาประกอบรวมกัน

ภาพที่ 57 แสดงการก่อสร้างโครงการ Bottle sail, Vietnam
ที่มา https://architizer.com/projects/bottle-sail/

เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ สถาปนิกกล่าวว่า “กลยุทธ์ของเราคือการสร้างเรือนเพาะชำด้วยราคาต่ำสุดที่เป็นไปได้ในเวลาอันสั้น และวิธีการก่อสร้างที่ยืดหยุ่นที่สุด เพื่อให้สามารถสร้างขึ้นเองได้ในชุมชนอื่นๆ ในอนาคต ดังนั้นเราจึงใช้วัสดุรีไซเคิลและแรงงานในท้องถิ่น” (1+1>2 International Architecture JSC, 2014) ส่วนของฐานรากใช้ท่อคอนกรีตแตกรองรับโครงโครงสร้างที่ทำจากไม้ไผ่ ผนังขวดพลาสติกป้องกันแสงแดดโดยตรงไม่ให้พืชเจอแสงแดดโดยตรงในฤดูร้อน ในขณะเดียวกันก็ช่วยให้อบอุ่นในฤดูหนาว และง่ายต่อการสร้างโดยคนในท้องถิ่น

กรณีศึกษาที่ 7 Head in the Clouds, NYC

ภาพที่ 58 แสดงภายนอกโครงการ Head in the Clouds, NYC

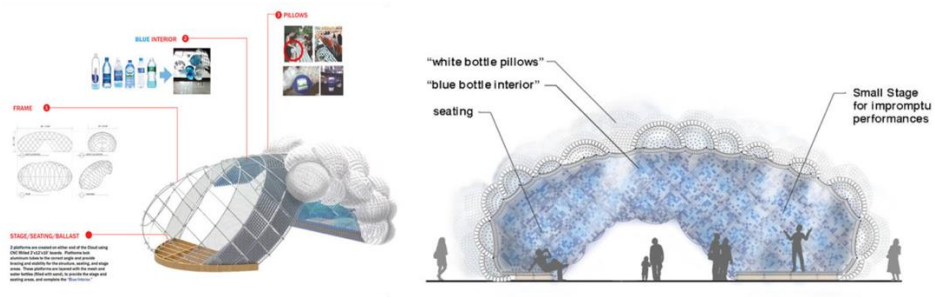
ที่มา https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

องค์กรด้านศิลปะที่ไม่แสวงหาผลกำไร FIGMENT จุดประกายโครงการ AIA Small Projects Awards โดยตั้งคำถามว่า *"สถานที่ในฝันในเมืองแห่งความฝัน"* ในการประกวดแบบ และ Pavilion ของ STUDIOKCA ชนะการประกวดจากผลงาน 200 ชิ้น ซึ่งนักออกแบบตีความโดยการสร้างพื้นที่ที่ผู้เยี่ยมชมสามารถ *"พิจารณาแสงและสีกรองผ่านเมฆจากจากภายใน"*

ภาพที่ 59 แสดงภายในโครงการ Head in the Clouds, NYC

ที่มา https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

ผลงานในการแข่งขันด้วยแนวคิด “Head in the Clouds Pavilion” เป็นโครงสร้างรูปทรงก้อนเมฆขนาดยาว 40 ฟุต กว้าง 18 ฟุต และสูง 15 ฟุตที่จุดสูงสุด ซึ่งสร้างขึ้นด้วยงบประมาณไม่ถึง 1.5 ล้านดอลลาร์สหรัฐฯ จากโครงสร้างอลูมิเนียม และปิดผิวอาคารจากขวดพลาสติก 53,780 ขวด ซึ่งเป็นจำนวนขวดพลาสติกที่ถูกทิ้งในเมืองนิวยอร์กในเวลาทุก 1 ชั่วโมง



ภาพที่ 60 แสดงภายรายละเอียดการออกแบบโครงการ Head in the Clouds, NYC

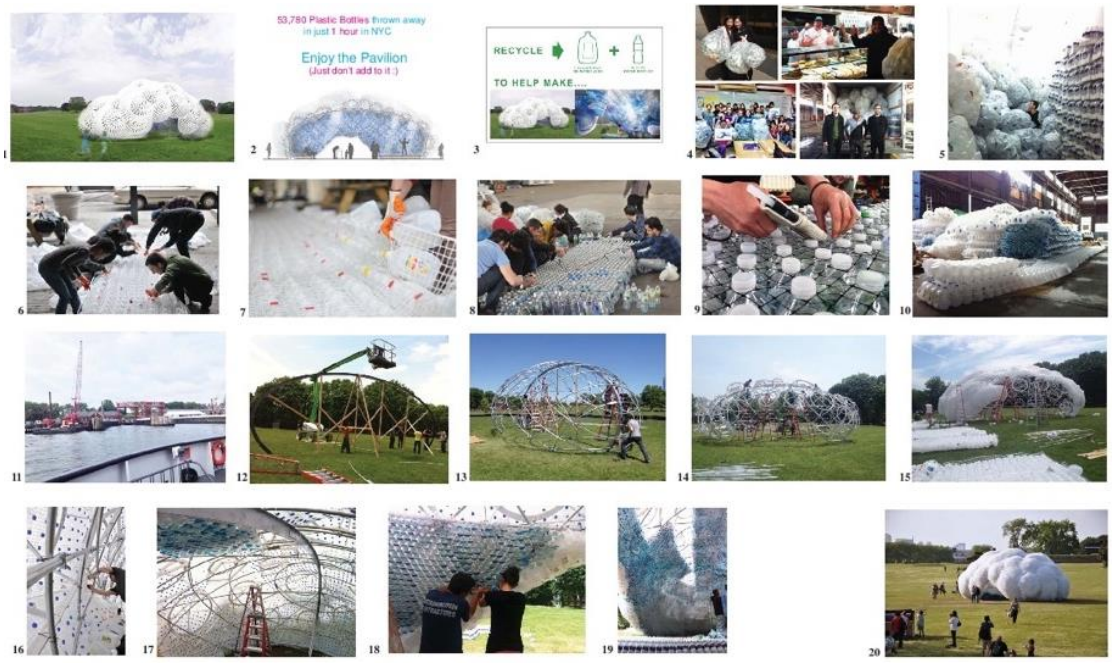
ที่มา https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

“Head in the Clouds Pavilion โครงสร้างรูปเมฆที่พยายามสร้างพื้นที่ที่นักฝันที่อาศัยอยู่ใน เมืองแห่งความฝัน สถานที่สำหรับเอนตัวพักผ่อนไว้ในเมฆและฝันถึงเมืองแห่งความฝัน” วัสดุหลักคือขวดน้ำที่พลาสติกใช้แล้วขนาด 16 ออนซ์ 24 ออนซ์ และแกลลอน ภายในอาคารจะจัดพื้นที่สำหรับนั่งเล่น และเวทีสำหรับกิจกรรม นอกจากนี้ยังจะทำหน้าที่เป็นจุดรวมตัวสำหรับผู้เข้าชมเกือบ 200,000 คนที่จะมางานศิลปะ ผู้เข้าชมจะสามารถนั่งในก้อนเมฆและพิจารณาแสงที่ส่องผ่านขณะกรองผ่านชั้นของขวด นอกจากนี้ยังมีเวทีเล็ก ๆ ที่สร้างขึ้นที่เท้าซึ่งจะช่วยให้การแสดงเกิดขึ้นภายใน

ภาพที่ 61 แสดง Mock-up โครงการ Head in the Clouds, NYC

ที่มา https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

หลังจากออกแบบแนวความคิดผู้ออกแบบทดลองสร้างแบบจำลอง 1:1 ของพื้นผิวอาคารบางส่วนเพื่อทดสอบแนวคิดว่าสิ่งที่ออกแบบมาสามารถเป็นไปได้ หุ่นจำลองใช้เวลาในงานสร้าง 1 สัปดาห์ด้วยแรงงานคน 4 คน เมื่อพิสูจน์ได้ว่าแนวความคิดสำเร็จและเป็นจริงได้ จึงเริ่มรวบรวมวัสดุจากธุรกิจ โรงเรียน และองค์กรที่ให้ความร่วมมือจากทั่วทุกมุมเมืองซึ่งผู้ออกแบบกล่าวว่าคือความท้าทายหนึ่งที่จะรวบรวมวัสดุเพื่อให้ทันเวลา ขั้นตอนการก่อสร้างเริ่มที่ภายในสตูดิโอการเชื่อมต่อขวดด้วยตะข่ายเกิดขึ้นก่อนติดตั้งในสถานที่จริง



ภาพที่ 62 แสดงกระบวนการออกแบบโครงการ Head in the Clouds, NYC

ที่มา https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

ผู้ออกแบบกล่าวว่า “มีความท้าทายและความเสี่ยงมากมายในการออกแบบและสร้าง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อคุณตั้งใจที่จะสร้างโดยวัสดุส่วนใหญ่จากรีไซเคิลและรีไซเคิล” (Barbara Porada, 2013) ผู้ออกแบบมุ่งไปที่ปรับแก้เพื่อหาวิธีที่ดีที่สุดที่จะทำให้แนวคิดเกิดขึ้นจริง แกลลอนสร้างพื้นผิวภายนอกเป็นลูกคลื่น ซึ่งทำให้ศาลามีลักษณะเป็นก้อนเมฆสีขาวปุยที่ดูเหมือนจะตกลงมาในสวนสาธารณะซึ่งผู้ออกแบบเรียกว่า "bottle pillow" แกลลอนเชื่อมต่อซึ่งกันและกันด้วยตาข่ายขวดพลาสติกขนาดเล็ก 16 ออนซ์และ 24 ออนซ์ที่ครอบคลุมภายในเต็มไปด้วยน้ำผสมกับสีผสมอาหารสีน้ำเงิน (สีผสมอาหารออร์แกนิก) ในปริมาณที่แตกต่างกันเพื่อสร้างรูปแบบสุ่มบนพื้นผิว และปิดฝาซึ่งมีตาข่ายเป็นตัวยึดโยงขวดทั้งหมดเข้าด้วยกัน โครงสร้างออกแบบเฉพาะโดยวิศวกรเพื่อสนองแนวคิดการออกแบบ เมื่อองค์ประกอบทั้งหมดรวมกันน้ำหนักจะสมดุลจึงไม่จำเป็นต้องใช้ฐานรากเพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้ออกแบบหวังว่ากระบวนการสร้าง โครงสร้างจะเป็นตัวอย่างของกลยุทธ์การออกแบบ และการก่อสร้างที่เป็นไปได้ เพื่อวิถีชีวิตและการสร้างที่ยั่งยืนยิ่งขึ้น

กรณีศึกษาที่ 8 The PET pavilion, Netherlands

ภาพที่ 63 แสดงภายนอกโครงการ The PET pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

Project.DWG และ LOOS.FM ผู้ออกแบบได้เปิดตัว The PET pavilion ซึ่งเป็นโครงสร้างชั่วคราวในสวนสาธารณะของเนเธอร์แลนด์ที่มุ่งเน้นไปที่ประเด็นของการสร้างที่ยั่งยืน การรีไซเคิลและของเสียโดยการทบทวนวิธีการพัฒนาสร้างและใช้อาคารใหม่ โดยเฉพาะ The PET pavilion เป็นการศึกษาการใช้ขยะพลาสติกเป็นวัสดุก่อสร้าง

ภาพที่ 64 แสดงภายในโครงการ The pet pavilion, Netherlands

https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

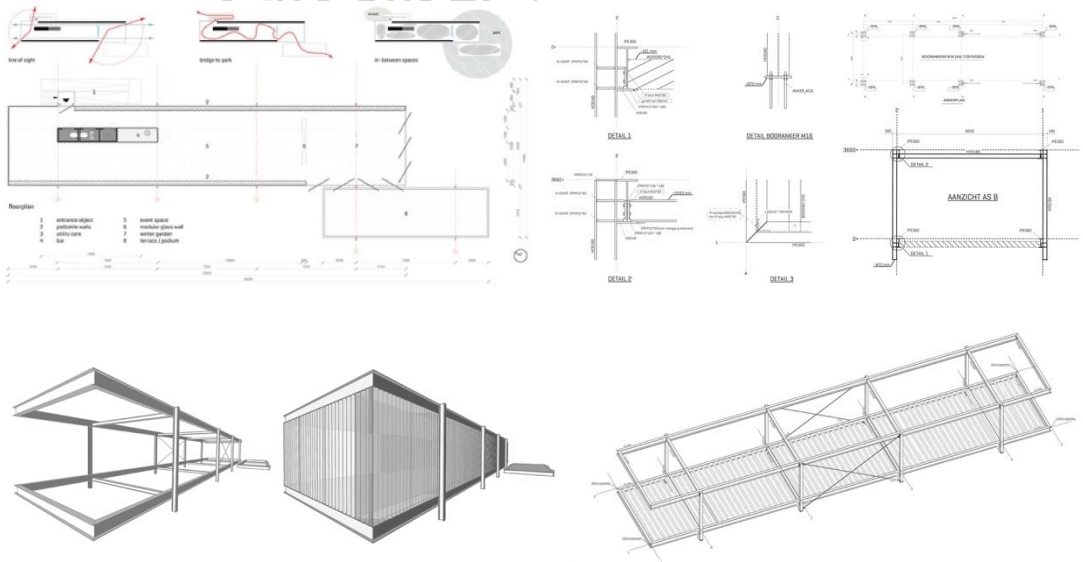
นิทรรศการศิลปะและกิจกรรมที่อยู่บริเวณด้านในมีจุดประสงค์เพื่อให้งานศิลปะสามารถเข้าถึงได้โดยไม่ต้องเข้าชมพิพิธภัณฑ์ ยิ่งไปกว่านั้นพื้นที่ดังกล่าวยังใช้เป็นสถานที่พบปะของชุมชนจัดเวทีสำหรับสภาเพื่อนบ้าน สถาปนิกในโครงการกล่าวว่าการสร้างและจัดการ The PET pavilion มี

ส่วนช่วยให้ทีมเข้าใจว่า *"มากกว่าสถาปัตยกรรม"* และเข้าใจว่า *"สถาปัตยกรรมเริ่มต้นเมื่อการก่อสร้างสิ้นสุดลง"* (Sabrina Santos, 2017) (Sabrina. Santos, 2017)

ภาพที่ 65 แสดงการทดลองวัสดุโครงการ The pet pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

แทนที่จะมุ่งเป้าไปที่การแก้ปัญหาที่ยั่งยืน The pet pavilion มุ่งเน้นไปที่การสำรวจและทดลองความเป็นไปได้แบบใหม่อย่างไร การสร้างแบบจำลองเพื่อทดลองศักยภาพ ความสามารถของวัสดุ และเป็นเครื่องมือการศึกษาตัวอย่าง เช่น จำนวนขวดที่ใช้ในโครงการอย่างล้นหลามมีจุดมุ่งหมายเพื่อเน้นขอบเขตที่บริโภคผลิตภัณฑ์และผลิตของเสีย โดยหวังว่าผู้เยี่ยมชมจะตั้งคำถามว่าขยะของพวกเขาไปที่ใดหรือจะนำไปใช้เพื่อวัตถุประสงค์ใหม่ได้อย่างไร



ภาพที่ 66 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

นอกจากนี้ผู้ออกแบบมองหาโครงสร้างเพื่อเปลี่ยนวัสดุเหล่านี้ให้กลายเป็นสถาปัตยกรรม โดยโครงสร้าง Farnsworth House ของ Ludwig Mies van der Rohe กลายเป็นข้อมูลอ้างอิงที่สมบูรณ์แบบในการทำให้สิ่งนั้นเกิดขึ้น โครงสร้างประกอบด้วยแผ่นคอนกรีตในโครงเหล็ก จากพื้นถึงเพดานแผ่นลูกฟูกใสสองชั้นสามารถบรรจุขวดพลาสติกได้มากกว่า 40,000 ขวด ซึ่งผ่านขั้นตอนการบีบอัดในกระบวนการรีไซเคิล

ภาพที่ 67 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

ขวดพลาสติกจากการบีบอัดโดยกระบวนการรีไซเคิล ส่งต่อสู่งานสถาปัตยกรรม แผ่นลูกฟูกใสติดตั้งฝั่งที่ไม่ได้รับผลกระทบจากแสงแดดมากนัก ในอีกด้านหนึ่งของอาคารที่ต้องพลางสายตาผนังลูกฟูกใสบรรจุด้วยขวดพลาสติกสีใส และในทิศทางที่ได้รับแสงแดดโดยตรงภายในผนังลูกฟูกใสบรรจุด้วยขวดพลาสติกสีน้ำเงินผสมกับขวดสีใสเล็กน้อย ซึ่งประตูหมุนขนาดใหญ่เปิดมุมมองทั้งหมดของอาคารไปยังสวนสาธารณะ นอกจากขวดที่ถูกใช้ในโครงการคอขวดและฝาขวดยังเป็นตัวช่วยยึดแผ่นลูกฟูกใสเป็นส่วนหนึ่งของอาคาร

ภาพที่ 68 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

สถาปนิกอธิบายว่า ในเวลากลางวันมวลโปร่งแสงของรูปทรงขวดพลาสติกที่ถูกบีบอัดส่องสว่างภายใน ตอนกลางคืนทำหน้าที่เป็นม่านขนาดใหญ่และกลายเป็นโคมไฟ นอกจากนี้ผนังขวดพลาสติกยังทำหน้าที่เป็นพื้นหลังให้เนื้อหาที่ต้องการนำเสนอ

ภาพที่ 69 แสดงแบบโครงการ The pet pavilion, Netherlands

ที่มา https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

การออกแบบใช้วัสดุผนังที่ยืดหยุ่นส่งผลให้อาคารสามารถถอดประกอบเพื่อย้ายไปติดตั้งสำหรับชุมชนอื่นได้ ผู้ออกแบบกล่าวว่า The PET Pavilion แสดงให้เห็นว่าอาคารชั่วคราวสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้อย่างเต็มที่ก่อนที่จะนำกลับมาใช้ใหม่โดยไม่สูญเสียคุณค่าทางวัตถุ ซึ่งแตกต่างจากโครงสร้างถาวรที่ใช้วัสดุอย่างคอนกรีต

กรณีศึกษาที่ 9 Transitable plastic, Singapore

ภาพที่ 70 แสดงภายนอกโครงการ Transitable plastic, Singapore

ที่มา https://inhabitat.com/giant-glowing-bottle-walls-light-up-singapore-for-plastic-binge-awareness/

I Light Marina Bay นิทรรศการเรืองแสงที่ ในสิงคโปร์ซึ่งได้รับการขนานนามว่า “เทศกาลศิลปะแสงสีที่ยั่งยืนชั้นนำของเอเชีย” งานศิลปะเรืองแสงขนาดใหญ่ที่เรียกว่า Transitable Plastic หรือเขาวงกตพลาสติกของ Luzinterruptus ซึ่งเป็นผู้ออกแบบที่ให้ความสนใจนำเสนอประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อมนี้อย่างต่อเนื่อง เช่น ผลงาน Plastic Island ในการออกแบบครั้งนี้ผู้ออกแบบมองว่าเป็นการปลุกจิตสำนึกเกี่ยวกับการคุกคามของขยะพลาสติก โดยออกแบบเป็นกำแพงสะท้อนแสงในยามค่ำคืนแต่อาจเป็นสิ่งที่ไม่มีใครอยากเข้าใกล้ในเวลากลางวัน เพราะวัสดุที่นำมาใช้สร้างกำแพงเหล่านั้นคือขวดพลาสติกที่ถูกใช้แล้วทิ้ง ประกอบด้วยผนังโดยใช้ขวดพลาสติกมากกว่า 20,000 ชิ้นในขนาดที่หลากหลาย *“ชิ้นส่วนต้องแสงซึ่งช่วยเพิ่มความแวววาวของวัสดุพลาสติก และทำให้สีของฉลากออกมาช่วยให้เดาได้ง่ายว่าแบรนด์เครื่องดื่มยอดนิยมของเมืองเป็นแบรนด์ใด”* (Luzinterruptus, 2019)

ภาพที่ 71 แสดงการรวมวัสดุโครงการ Transitable plastic, Singapore

ที่มา https://www.floornature.com/design-trends/toward-vegetarian-architecture-14370/

Transitable Plastic ออกแบบเพื่อสร้างความตระหนักรู้เกี่ยวกับ “plastic binge” งานนี้กำหนดให้ผู้เข้าชมต้องเคลื่อนย้ายผนังพลาสติกออกจากทางเดินเพื่อไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยกล่าวว่า *“เมื่อผู้เยี่ยมชมเข้าไปในชิ้นงาน พวกเขาต้องเอาพลาสติกออกให้พ้นทาง เพื่อหลีกเลี่ยงไม่ให้ติดอยู่ในทางเดินและเพื่อไปยังอีกฝั่งหนึ่ง ซึ่งเป็นที่ที่มีบรรยากาศดีกว่า และเปิดโล่งมากขึ้น ซึ่งพวกเขาสามารถสูดอากาศบริสุทธิ์ได้ การเดินท่ามกลางพลาสติกเป็นเวลานานกว่าหนึ่งนาที ซึ่งอาจทำให้เกิดภาวะขาดอากาศหายใจและความคิดเกี่ยวกับพลาสติกและปัญหาที่เกี่ยวข้องอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้”* (Luzinterruptus, 2019) การวางผนังให้ซ้อนกันสร้างเป็นทางเดินและออกแบบให้การเข้าชมของผู้คนต้องเดินผ่านทางที่คับแคบและชวนอึดอัด ก่อนจะพบทางออกและได้สูดอากาศบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นคำตอบให้รู้ว่าโลกที่ไร้มลพิษมันดีกว่า

ภาพที่ 72 แสดอากัปกิริยาผู้เข้าชมโครงการ Transitable plastic, Singapore
ที่มา https://www.floornature.com/design-trends/toward-vegetarian-architecture-14370/

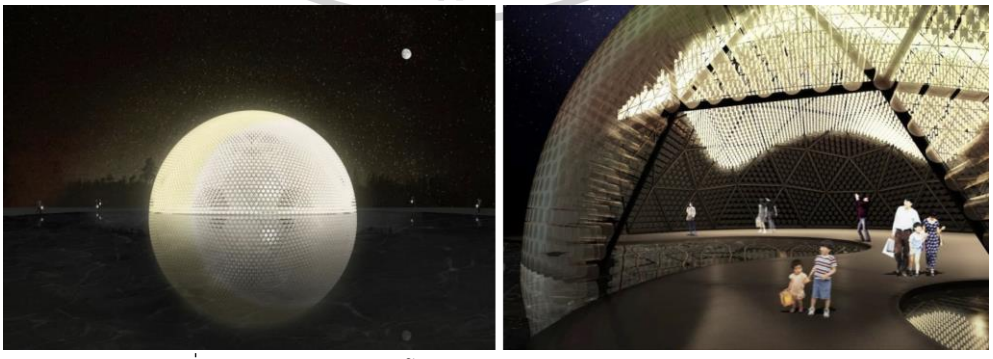
Transitable Plastic ถูกสร้างขึ้นในเวลาประมาณ 4 สัปดาห์โดยใช้ขวดพลาสติก 20,000 ขวดที่รวบรวมจากชุมชน ธุรกิจในท้องถิ่น รวมถึงโรงแรม ร้านอาหารและห้างสรรพสินค้า ในช่วงเวลาหนึ่งเดือน ผู้ออกแบบสร้างผนังขวดพลาสติกการบรรจุขวดพลาสติกลงในถุงและทำให้เป็นสุญญากาศจนกลายเป็นแผงพลาสติก และร้อยเข้าด้วยกันเพื่อผนังขนาดใหญ่จำนวน 7 ผนัง สิ่งนี้ถูกจัดทำไว้ล่วงหน้าก่อนติดตั้งในพื้นที่ใต้สะพาน Esplanade เป็นพื้นที่ขนส่งสาธารณะที่พลุกพล่านที่สุดแห่งหนึ่งของสิงค์โปร ผนังชั่วคราวแขวนจากนั่งร้านโลหะ การติดตั้งใช้เวลา 10 วันจึงจะเสร็จสมบูรณ์ ในตอนท้ายของงานวัสดุจะถูกคัดแยกและรีไซเคิลต่อไป ผู้ออกแบบมองว่าการบริโภคและขยะพลาสติกมีผลต่อสิ่งแวดล้อม การการสัมผัสถึงสาเหตุของปัญหามากกว่าแค่การมองเห็นผ่านการใช้วัสดุขวดพลาสติกที่เป็นสาเหตุ ทำให้เกิดการตระหนักรู้อย่างเลี่ยงไม่ได้

กรณีศึกษาที่ 10 Rising Moon, China (Hong Kong)

ภาพที่ 73 แสดงภายนอกโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)

ที่มา https://www.re-thinkingthefuture.com/2016/07/15/rising-moon-daydreamers-design/

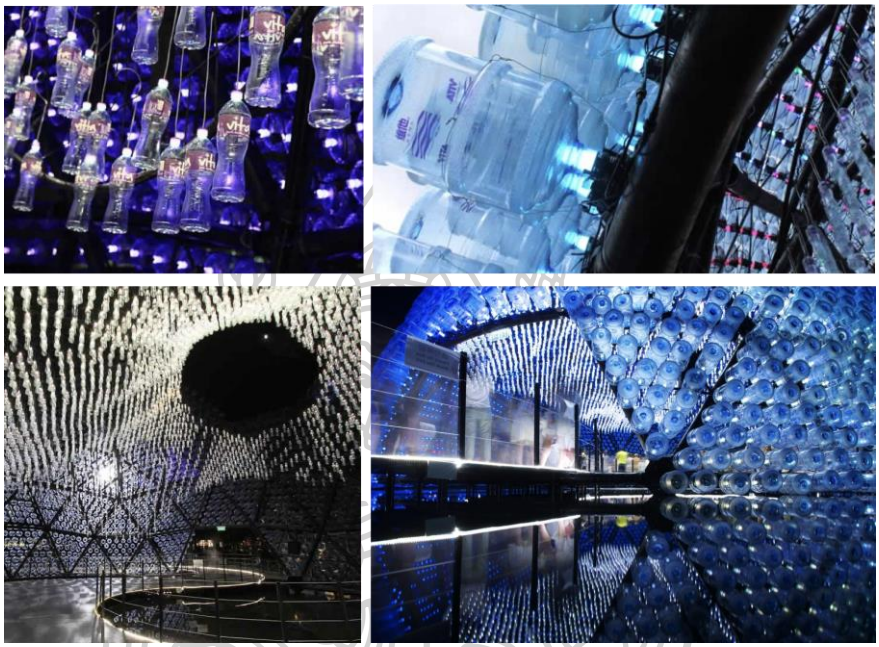
Daydreamers Design ได้สร้างสรรค์ผลงาน Rising Moon เพื่อเฉลิมฉลองเทศกาลไหว้พระจันทร์ของจีนในปี ค.ศ. 2013 ซึ่งเป็นประเพณีที่เฉลิมฉลองที่พระจันทร์เต็มดวงเต็มดวงและสว่างที่สุด ดวงจันทร์จึงเป็นจุดสนใจหลักเสมอในช่วงเทศกาลไหว้พระจันทร์ จากแนวคิดนี้เพื่อนำดวงจันทร์เข้ามาใกล้ยิ่งขึ้นนักออกแบบจึงสร้างดวงจันทร์สังเคราะห์ขนาดใหญ่ การสะท้อนของทะเลสาบทำให้เกิดภาพลวงตาทรงกลมครึ่งโดมเรืองแสงสมบูรณ์ โคมกระดาษแบบดั้งเดิมในเทศกาลถูกตีความใหม่ด้วยขวดพลาสติกรีไซเคิล ประกอบกับ Rising Moon เป็นศาลาชั่วคราว นักออกแบบจึงใช้โอกาสนี้เพื่อดึงดูดความสนใจเกี่ยวกับความยั่งยืนโดยใช้ขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตรจำนวน 4,800 ขวดและขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตรจำนวน 2,300 ขวด เป็นองค์ประกอบหลักในงาน การออกแบบนี้ได้รับรางวัล Gold Award จากการแข่งขันออกแบบ Lantern Wonderland 2013



ภาพที่ 74 แสดงแบบจำลองโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)

ที่มา https://inhabitat.com/rising-moon-pavilion-made-entirely-of-recycled-water-bottles-puts-on-an-amazing-light-show/

นักออกแบบกลาวถึงแนวคิดที่เลือกใช้วัสดุว่า “ในแต่ละปีมีการแจกจ่ายขวดน้ำโพลีคาร์บอเนตหลายพันขวดและปริมาณการบริโภคยังคงเพิ่มขึ้น สิ่งนี้จุดประกายแนวคิดของเรา” (Nina Azzarello, 2013) ในฐานะที่เป็นศาลาชั่วคราว นักออกแบบจึงเสนอให้ใช้วัสดุที่ยั่งยืนซึ่งสามารถนำไปรีไซเคิลได้หลังจากการรื้อถอน หรือแม้แต่การใช้วัสดุที่ใช้แล้วสำหรับการก่อสร้างโดยตรง เพื่อส่งเสริมฮ่องกงในฐานะเมืองที่ยั่งยืน



ภาพที่ 75 แสดงรายละเอียดโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)
ที่มา https://www.contemporist.com/rising-moon-by-daydreamers-design/

การเข้าชมเริ่มต้นขึ้นจากขอบสระสะท้อนแสง นำไปสู่ทางเข้าของพระจันทร์ มีพื้นที่ภายในทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เมตร สูง 10 เมตร โดยนักออกแบบให้ความหมายของขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตรที่กลับมาใช้ใหม่เพื่อเป็นตัวแทนของโคมกระดาษจีนแบบดั้งเดิม พื้นผิวโดมด้านนอกของดวงจันทร์ถูกห่อหุ้มด้วยขวดน้ำ ซึ่งมีความโปร่งใส ทั้งยังสร้างพื้นผิวที่น่าสนใจ ขวดน้ำแต่ละขวดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่าง ประกอบกับที่ตั้งกลางน้ำแสงจะรวมเข้ากับแสงสะท้อน แสดงให้เห็นพระจันทร์เต็มดวง ซึ่งภายในมีขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตรจำนวน 2,300 ขวดห้อยลงมาจากเพดานในรูปแบบลูกคลื่นที่จัดเลียนแบบโคมกระดาษแขวน และยังมีช่องเปิดบนหลังคาเพื่อให้แสงจันทร์ส่องผ่านทำให้เกิดแสงภายในเพื่อกระตุ้นให้สาธารณชนตระหนักถึงความเสียหายที่เกิดขึ้นกับเมืองจากขวดจากขวดพลาสติกเหล่านั้น

รูปที่ 76 แสดงการก่อสร้างโครงการ Rising Moon, China (Hong Kong)
ที่มาhttps://www.contemporist.com/rising-moon-by-daydreamers-design/

ผู้ออกแบบกล่าวถึงความท้าทายของโครงการนี้คือระยะเวลาก่อสร้าง ซึ่งเกิดขึ้นรวม 12 วัน เพื่อส่งมอบดวงจันทร์ที่กำลังเติบโตภายในระยะเวลาอันสั้น ผู้ออกแบบจึงกำหนดมาตรฐานการออกแบบด้วยโมดูลสามเหลี่ยมผ่านการคำนวณที่ซับซ้อน ประกอบด้วยโครงสร้างโดมเหล็กพร้อมโมดูลสามเหลี่ยมเหล็ก 148 โมดูลถูกออกแบบให้แตกต่างกัน 6 ประเภท เพื่อง่ายต่อการประกอบชิ้นส่วนสำเร็จรูปโมดูลสามเหลี่ยมและการใส่ส่วนประกอบ LED ลงในขวดน้ำเป็นส่วนสำคัญของการสร้าง Rising Moon กระบวนการนี้ลดเวลาในการผลิตในสถานที่และคงคุณภาพให้ได้มาตรฐานระดับสูง

3.5.3 กรณีศึกษาวัสดุกล่อง / ลังพลาสติก

กรณีศึกษาที่ 11 Bima Microlibrary, Indonesia

ภาพที่ 76 แสดงภายนอกโครงการ Micro library, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/tag/cicendo

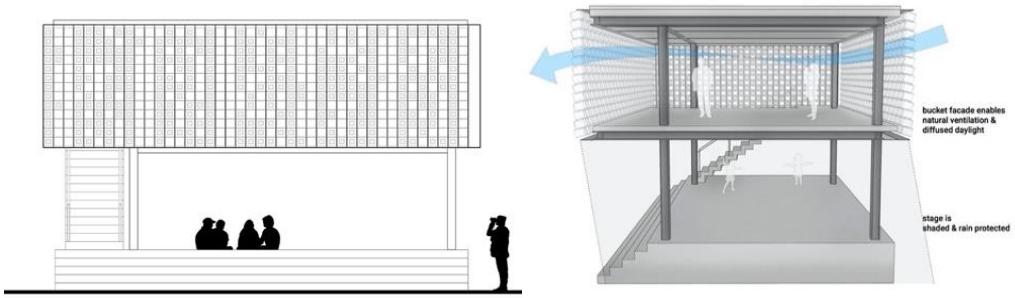
Micro Library ห้องสมุดขนาดเล็กออกแบบโดย SHAU Bandung ตั้งอยู่ที่ Taman Bima ถนน Bima ใน Bandung จัตุรัสขนาดเล็กในย่าน Kampung บริเวณใกล้เคียงประกอบด้วยที่อยู่อาศัยของชนชั้นกลางด้านหนึ่ง และอีกด้านหนึ่งมีโครงสร้างคล้ายกัมปุง (หมู่บ้าน) ซึ่งมีผู้คนร่ำรวยอาศัยอยู่

Micro Library เป็นห้องสมุดขนาดเล็กที่ได้รับการยอมรับครั้งแรกในประเทศอินโดนีเซียด้วยการจัดเรียงกล่องไอศกรีมกว่า 2,000 ชิ้น โครงการนี้เกิดจากความสนใจในหนังสือและการอ่านที่ลดลงในช่วงหลายปีที่ผ่านมาอัตราการไม่รู้หนังสือและอัตราการออกกลางคันของโรงเรียนในอินโดนีเซียยังคงอยู่ในระดับสูง ภารกิจสถาปนิกคือจุดไฟความสนใจในหนังสือ เพิ่มเอกลักษณ์และเป็นแหล่งความภาคภูมิใจของทุกคนในละแวกนั้น อย่างไรก็ตามเป้าหมายสูงสุดคือการทำให้คนในท้องถิ่นสามารถจัดระเบียบและบำรุงรักษาได้อย่างอิสระ

อาคารแห่งนี้ตั้งอยู่ในพื้นที่ของชุมชนที่มีเวทีตั้งอยู่ก่อนหน้านี้ ซึ่งชุมชนในท้องถิ่นใช้สำหรับการงานสังสรรค์และกิจกรรมกีฬา ความตั้งใจของผู้ออกแบบคือการเพิ่มพื้นที่ ดังนั้นจึงตัดสินใจที่จะปรับปรุงเวที โดยการให้ห้องสมุดนี้บังแดดฝนและครอบคลุมในรูปแบบของกล่องห้องสมุดลอย

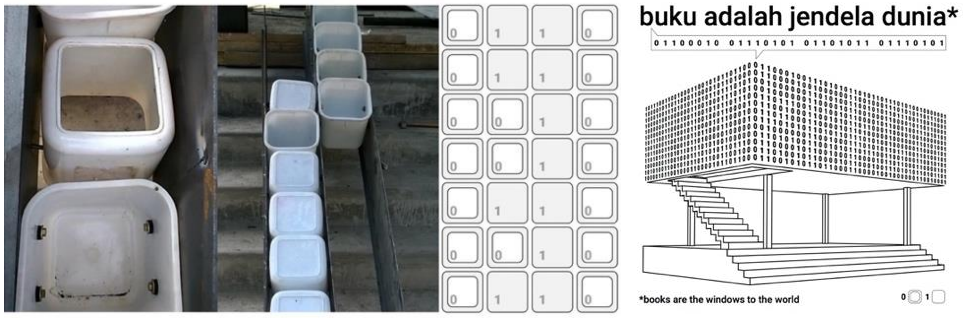
ภาพที่ 77 แสดงภายในโครงการ Micro library, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/tag/cicendo

จากแนวคิดข้างต้นอาคารจึงออกแบบให้โครงสร้างเหล็กเรียบง่ายที่ทำจากคานเหล็กตัวไอและแผ่นคอนกรีตสำหรับพื้นและหลังคา เวทีถูกสร้างขึ้นใหม่เป็นคอนกรีตและมีการเพิ่มบันไดกว้างเพื่อเป็นที่นั่งพักผ่อน เนื่องจากอาคารตั้งอยู่ในสภาพอากาศร้อนชื้นสถาปนิกจึงมุ่งมั่นที่จะสร้างสภาพอากาศในร่มที่น่ารื่นรมย์โดยไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศ



ภาพที่ 78 แสดงภายในโครงการ Micro library, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/tag/cicendo

ดังนั้นจึงมองหาวัสดุกรอบอาคารที่มีอยู่ในละแวกใกล้เคียง ประหยัดค่าใช้จ่าย สามารถกรองแสงที่เข้าสู่ภายในให้ส่องผ่านในปริมาณที่เหมาะสม และมีอาการถ่ายเทเพียงพอ เริ่มแรกผู้ออกแบบพบผู้ขายรายย่อยหลายรายจำหน่ายเจอร์รี่กล่องสีขาวและโปร่งแสง อย่างไรก็ตามก่อนการสร้างกล่องเจอร์รี่ไม่สามารถใช้ได้ในปริมาณที่ต้องการ จึงปรับเปลี่ยนเป็นกล่องไอศกรีมพลาสติกใช้แล้วซึ่งมีขายเป็นจำนวนมาก สิ่งนี้กลายเป็นสิ่งที่ดีกว่าเนื่องจากมีภาพลักษณ์ที่เป็นบวกมากขึ้นและมีเสถียรภาพมากขึ้นมีความคงทน เมื่อตัดด้านล่างของกล่องให้เป็นช่องเปิดเพื่อการระบายอากาศส่งผลให้ระยะเวลาในการจัดการวัสดุเพิ่มขึ้น แต่พบว่าเครื่องมือของช่างท้องถิ่นสามารถร่นระยะเวลาได้



ภาพที่ 79 แสดงการทอดลองวัสดุโครงการ Micro library, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/tag/cicendo

ขณะที่ศึกษาตัวเลือกการออกแบบ การเจาะวัสดุกรอบอาคารเพื่อระบายอากาศผู้ออกแบบมองเห็นโอกาสในการสื่อสารผ่านวิธีการจัดเรียงกล่องไอศกรีม 2,000 ชิ้น โดยพบว่าสามารถแทนค่า 0 (เปิด) และ 1 (ปิด) ทำให้มีความเป็นไปได้ที่จะฝังข้อความในด้านหน้าในรูปแบบของรหัส ข้อความคือ “buku adalah jendela dunia” ซึ่งหมายความว่าหนังสือเป็นหน้าต่างสู่โลกใบนี้

ภาพที่ 80 แสดงการติดตั้งวัสดุโครงการ Micro library, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/tag/cicendo

ด้านหน้าอาคารไม่เพียงแต่ให้ความหมายเพิ่มเติมแก่อาคาร แต่ยังสร้างบรรยากาศแสงในร่มที่สวยงามเนื่องจากวัสดุกรอบอาคารกระจายแสงแดดโดยตรงและทำหน้าที่เป็นหลอดไฟธรรมชาติ กล่องพลาสติกที่ถูกวางไว้ระหว่างโครงเหล็กแนวตั้งที่ทอดจากพื้นถึงหลังคาออกแบบให้เอียงไปทางด้านนอกเพื่อระบายน้ำฝนถือว่าวัสดุแก้ปัญหาในงานสถาปัตยกรรมในหลายมิติ

กรณีศึกษาที่ 12 Living pavilion, Island

ภาพที่ 81 แสดงภายนอกโครงการ Living pavilion, Island

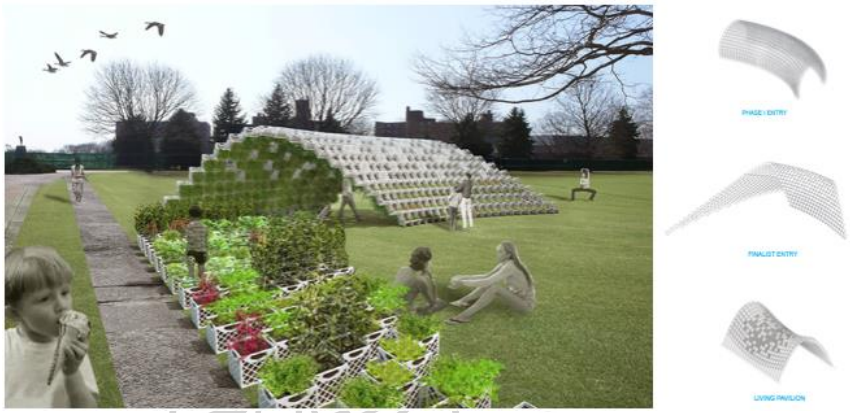
ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

Living pavilion ชนะการแข่งขัน City of Dreams Pavilion Competition 2010 ซึ่งเป็นผลงานการออกแบบที่ยั่งยืนของ Ann Ha และ Behrang Behin’s ได้รับการติดตั้งบนเกาะ Governors ในฤดูร้อนปี 2010 สร้างขึ้นจากลังพลาสติก 437 ลัง มีขนาดยาว 30 ฟุต กว้าง 20 ฟุต สูง 14 ฟุต เพื่อเป็นจุดรวมและชุมนุมกลางชั่วคราวสำหรับกิจกรรมศิลปะบนเกาะ Ann Ha และ Behrang Behin จินตนาการถึงอนาคตที่ธรรมชาติจะถูกนำกลับเข้ามาในเมืองและการหมุนเวียน

ภาพที่ 82 แสดงภายในโครงการ Living pavilion, Island

ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

Ann Ha และ Behrang Behin จาก Living Pavilion จินตนาการถึงอนาคตที่ธรรมชาติจะถูกนำกลับเข้ามาในเมือง ไม่เพียงแต่เพื่อความมีชีวิตชีวาเท่านั้น หลังคาสีเขียวและผนังสีเขียวจะช่วยลดผลกระทบจากความร้อนและบรรเทาการไหลของน้ำจากพายุ การพัฒนาเหล่านี้จะไม่เพียงแต่ส่งผลดีต่อสิ่งแวดล้อมของเมืองเท่านั้นแต่ยังเพิ่มมิติใหม่ให้กับประสบการณ์ในเมือง ทำให้เกิดรูปแบบใหม่ของการแสดงออกเชิงพื้นที่และสถาปัตยกรรม การออกแบบอย่างละเอียดตั้งแต่รูปแบบที่เป็นไปได้และวิธีการที่เรียบง่าย



ภาพที่ 83 แสดงการออกแบบโครงการ Living pavilion, Island

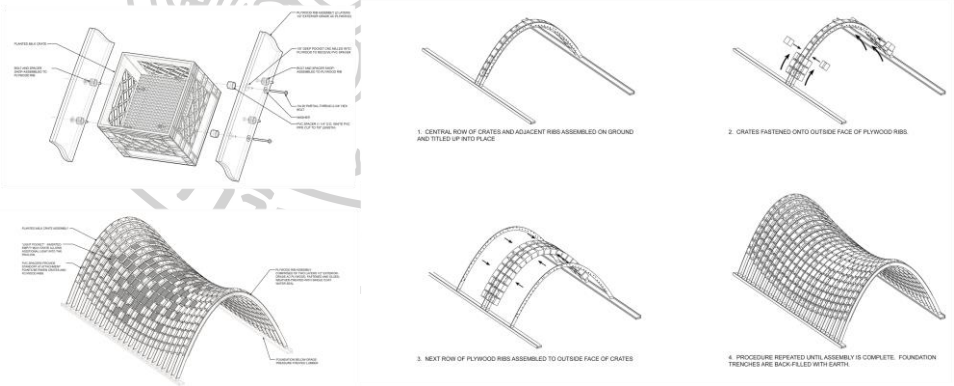
ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

ลังนมพลาสติกใช้แล้ว 437 ลังได้รับการสนับสนุนจากเกษตรในพื้นที่ประกอบกับจัดซื้อจาก Admar Plastics ซึ่งเป็นลังเก่าที่ซื้อคืนจากลูกค้าเดิม ลังพลาสติกส่วนหนึ่งถูกเตรียมการโดยการบรรจุพืชลงไปเพื่อให้บรรลุเป้าหมายการออกแบบ ภายในลังประกอบด้วยพืช Liriope Muscari และ Liriope Spicata ที่โตเต็มที่แล้ว (Liriope ที่โตเต็มที่ทั้งหมดได้รับการบริจาคจากโครงการ NYC Department of Parks and Recreation Green Thumb) แผ่นผ้าใบและตะแกรงพลาสติกช่วยยึดดิน Pro-Mix และ Liriope ให้เข้าที่ ด้านบนปลูกด้วยหญ้า Fescue เพื่อให้พืชเติบโตตลอดฤดูร้อน หญ้า Fescue ให้ร่มเงาและความเย็นแก่ราก Liriope Spicata จากแสงแดดฤดูร้อนที่รุนแรง ลังนมเปล่าที่ประกอบเข้าด้วยกันทำหน้าที่เป็นช่องแสง

ภาพที่ 84 แสดงการปลูกพืชในลังโครงการ Living pavilion, Island

ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

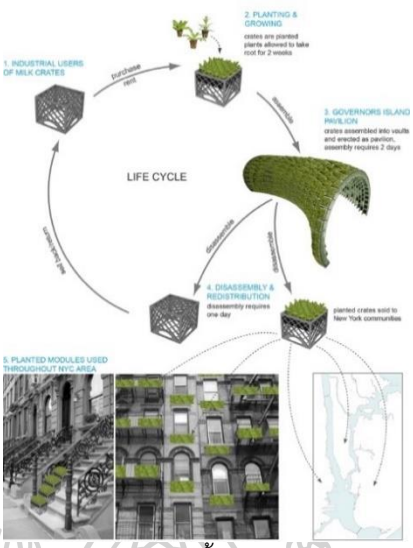
การติดตั้งที่ใช้เทคโนโลยี วิธีการขั้นพื้นฐานและมีผลกระทบน้อย ซึ่งใช้ลังนมเป็นกรอบในการปลูกพื้นผิวที่ปลูกคล้ายกับกำแพงสีเขียว พื้นผิวของ Pavilion ที่ปลูกด้วยต้นไม้ช่วยรักษาอุณหภูมิที่เย็นกว่า โครงสร้างรองรับของ Pavilion ประกอบด้วยโครงไม้อัดภายนอก ซึ่งมีลังพลาสติก 437 ลัง เชื่อมต่อด้านข้างกับโครงไม้อัดเพื่อให้มีความมั่นคง หลังคาและผนังที่ปกคลุมด้วยต้นไม้ช่วยลดผลกระทบจากความร้อน และชะลอการไหลของน้ำฝน



ภาพที่ 85 แสดงขั้นตอนการติดตั้งในลังโครงการ Living pavilion, Island

ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

ขั้นตอนการบำรุงรักษาประจำสัปดาห์ของการตัดแต่งกิ่งและการให้น้ำช่วยให้พืชยังคงเขียวชอุ่มและมีสุขภาพดีตลอดฤดูร้อน การรดน้ำยังช่วยลดความร้อนสำหรับผู้เยี่ยมชม ผู้ออกแบบตั้งใจใช้วัสดุอย่างมีประสิทธิภาพในการก่อสร้าง Living Pavilion สถาปนิกกล่าว *“หวังว่าโครงการนี้จะกระตุ้นให้ผู้ที่ได้สัมผัสเห็นศักยภาพใหม่ ๆ ในโลกประจำวันของพวกเขาด้วยการใช้ของที่หาได้ทั่วไปอย่างลังนม”* (Mike. Chino, 2010)



ภาพที่ 86 แสดงการกระจายวัสดุหลังการรื้อถอนโครงการ Living pavilion, Island

ที่มา ที่มา https://inhabitat.com/green-walled-living-pavilion-garden-sprouts-on-governors-island/

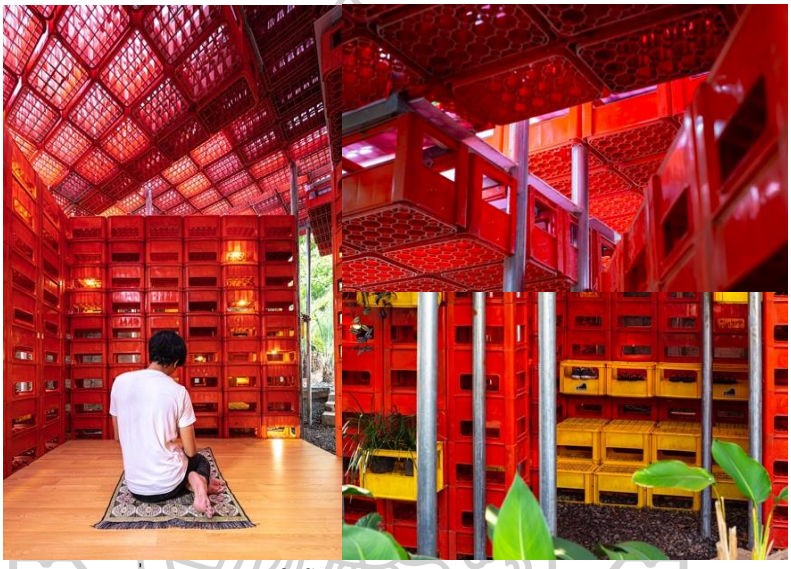
โครงการนี้ได้รับความสนใจและใช้กระบวนการเดียวกันในการจัดการวัสดุ และการทำซ้ำในพื้นที่อื่น เช่น ในเมืองนิวยอร์ก ซึ่งมีแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อสิ้นสุดฤดูกาลการออกแบบ วัสดุสามารถแยกส่วนถอดและกระจายลังนมพลาสติกที่ปลูกต้นไม้ภายในแล้วไปยังพื้นที่นิวยอร์กเพื่อใช้ในบ้าน สถานที่สาธารณะ และสวนในชุมชนได้อย่างง่ายดาย

กรณีศึกษาที่ 13 Kotakrat pavilion, Indonesia

ภาพที่ 87 แสดงภายนอกโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia

ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

“สิ่งของทุกประเภทสามารถก้าวข้ามจุดประสงค์เดิมได้และบางครั้งไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนรูปแบบ” แนวคิดที่พักพิงแบบโมดูลาร์ Kotakrat Pavilion จาก Parisauli Arsitek Studio แสดงให้เห็นถึงการเปลี่ยนแปลง ดังกล่าว สถาปนิกได้นำลังพลาสติกจำนวน 1,208 ลัง ที่พบได้ทั่วไปในอินโดนีเซียมาคิดใหม่เป็นแบบสำเร็จรูป ในพื้นที่ 41 ตร.ม. เป็นส่วนหนึ่งของโครงการสถาปัตยกรรมเพื่อสร้างพื้นที่แห่งความเมตตาอเนกประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการทางสังคมของชุมชน *“การมีอยู่ของพื้นที่แห่งความเมตตานี้ปรับให้เข้ากับบริบท สถานที่ และความต้องการของชุมชนผู้ใช้ พื้นที่แห่งความเมตตาอาจปรากฏเป็น ห้องละหมาด ที่พักพิง ป้ายรถเมล์ และอื่นๆ”* (PSA Studio, 2019)



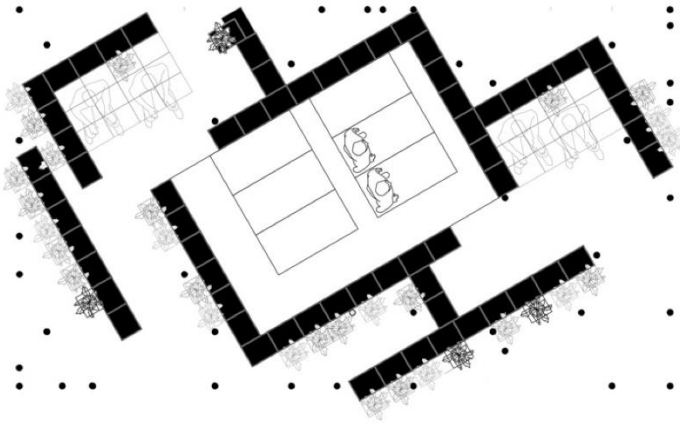
ภาพที่ 88 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

สถาปนิกกล่าวว่า “Kotakrat is a ruang kebaikan” (พื้นที่แห่งความเมตตา) ที่เริ่มต้นด้วยความหลากหลายของความต้องการ พฤติกรรมและนิสัยของผู้คน การดำรงอยู่ของพื้นที่นี้ปรับให้เข้ากับบริบทสถานที่และความต้องการของชุมชน มัสยิดขนาดเล็กที่ปรากฏในที่สาธารณะสามารถตอบความต้องการของมุสลิมได้มากกับการละหมาดวันละ 5 ครั้ง ซึ่งถือเป็นความพยายามอย่างหนึ่งที่จะทำให้พื้นที่แห่งความเมตตาดำรงอยู่ในสังคมได้

จากนั้น Kotakrat Pavilion แห่งแรกถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้เป็นมัสยิดขนาดเล็กในใจกลางเมือง Tangerang ประเทศอินโดนีเซีย ผู้ออกแบบกล่าวว่าการออกแบบของพวกเขาได้รับแรงบันดาลใจบางส่วนจากการรับรู้ว่าลังพลาสติกไม่เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ลังพลาสติกสีแดงมีอยู่ทั่วไปในพื้นที่ผลิตมากเกินไปและมักถูกทิ้งลงในหลุมฝังกลบเมื่อไม่ต้องการ แต่กลับง่ายมากที่จะเปลี่ยนให้กลายเป็นสิ่งที่มีประโยชน์อย่างแท้จริง สถาปนิกชี้ให้เห็นว่าลังพลาสติกมีความทนทานพอที่จะเป็นองค์ประกอบ

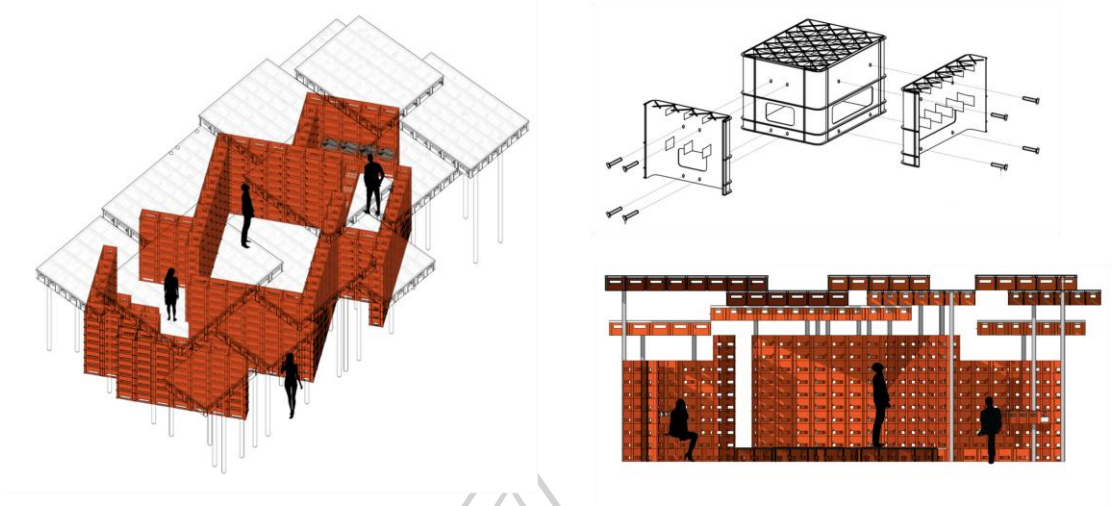
ทางสถาปัตยกรรมและทนต่อสภาพแวดล้อม ผู้ออกแบบต้องการใช้พื้นที่สาธารณะเป็นเครื่องมือในการใช้สิ่งของที่ถูกทิ้ง

การออกแบบพื้นที่มัสยิดมีทางเข้าสองทางแยกสำหรับชายหญิง แม้ว่าจะไม่ได้แยกชายหญิงในพื้นที่ละหมาดแต่แทนด้วยการแบ่งแถว ซึ่งสามารถรองรับผู้ละหมาดได้สามแถวเก้าคน แถวแรกสำหรับอิหม่าม ในขณะที่อีกสองแถวสำหรับผู้ชายและผู้หญิงตามลำดับ โดยมีแนวคิดการวางผังเพื่อสร้างห้องกึ่งส่วนตัวขนาดเล็กที่สามารถถ่ายเทอากาศและแสงแดดได้อย่างเพียงพอ



ภาพที่ 89 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

ลังพลาสติกสีแดงที่ผ่านการใช้งานแล้วถูกนำมาศึกษาและพิจารณาอย่างถี่ถ้วนสถาปนิกมองว่าความคงทนเป็นจุดแข็งของวัสดุ และมีความสามารถเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมได้มากกว่าหนึ่งอย่าง *“มันถูกสร้างขึ้นจากลังพลาสติกที่เราหาและติดตั้งได้ง่ายเพื่อสร้างพื้นที่สำหรับรูปทรงและวัตถุประสงค์ทางสถาปัตยกรรมต่างๆ สามารถจัดเรียงลังเพื่อใช้เป็นหลังคา ฉากกั้น และผนังได้”* Ario Wirastomo สถาปนิกหลักในบริษัทกล่าวกับ Arab News (PSA Studio, 2019)



ภาพที่ 90 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

ขั้นแรกลังถูกประกอบเข้าด้วยกันโดยวางลังพลาสติกหลายร้อยลังซ้อนทับกันเพื่อสร้างเปลือกนอก จากนั้นจึงขันเกลียวลังเข้าด้วยกันและเสริมด้วยเสาโลหะกลวงเพื่อสร้างอาคารที่แข็งแรงและทนทาน พื้นถูกปูทับลังด้วยแผ่นไม้เพื่อให้สะดวกต่อการใช้งาน ส่วนหลังคาด้านบนมีโพลีคาร์บอเนตที่รองรับด้วยโครงโลหะ สถาปนิกใช้สลักเกลียวเพื่อยึดลังทั้งหมดเข้าด้วยกัน ซึ่งมองว่าเป็นวิธีที่ไม่สิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายและรวดเร็วในการสร้าง

ภาพที่ 91 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia
ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

ลังพลาสติกเหล่านี้กลายเป็นองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรมทั้งพื้น ผนัง เพดานและหลังคา ซึ่งมีประโยชน์ด้านการใช้งานที่เป็นไปได้หลายประการ ไม่จำกัดเพียงองค์ประกอบทางสถาปัตยกรรม

เท่านั้นเท่านั้น แต่ยังสามารถเป็นที่ปลูกต้นไม้ชั้นวางของ วางรองเท้า นอกจากนี้ยังมีการซ่อนพรมไว้ในลังเพื่อให้ผู้นมัสการสามารถนั่งหรือคุกเข่าได้อย่างสบาย

ภาพที่ 92 แสดงภายในโครงการ Kotakrat pavilion, Indonesia

ที่มา https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

การต่อและแยกชิ้นส่วนของโครงการนี้ทำให้ง่ายต่อการถอดประกอบซึ่งเป็นอีกปัจจัยสำคัญในสถาปัตยกรรมและการออกแบบที่ยั่งยืน หากไม่จำเป็นต้องใช้พื้นที่สำหรับสวดมนต์นี้อีก การแยกออกจากกันเคลื่อนย้ายไปที่อื่นและสร้างให้เป็นรูปทรงใหม่เพื่อจุดประสงค์ใหม่

กรณีศึกษาที่ 14 Emergency Shelter ECS-p1, Lebanon

ภาพที่ 93 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon

ที่มา https://inhabitat.com/lebanese-students-build-an-emergency-shelter-out-of-plastic-crates/

ประเทศเลบานอลมีอัตราส่วนผู้ลี้ภัยต่อหัวสูงที่สุดในโลก (จากการศึกษาของ UN) ที่พักพิงเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาดังกล่าว นักศึกษาสถาปัตยกรรม Lebanese American University (Gustavo Amarante Bomfim et al.) ต้องคิดการออกแบบโดยใช้สิ่งของทั่วไปในชีวิตประจำวันที่ผู้บริโภคทั่วโลกเข้าถึงได้ง่าย วิธีการนี้ได้รับการขนานนามว่าเป็น "สถาปัตยกรรมพื้นถิ่นของผู้บริโภค" ที่สำคัญต้องเป็นวิธีที่ผู้ลี้ภัยสร้างหรือปรับแต่งที่พักพิงของตนเองได้ (Shiogumo1+1>2 International Architecture JSC)

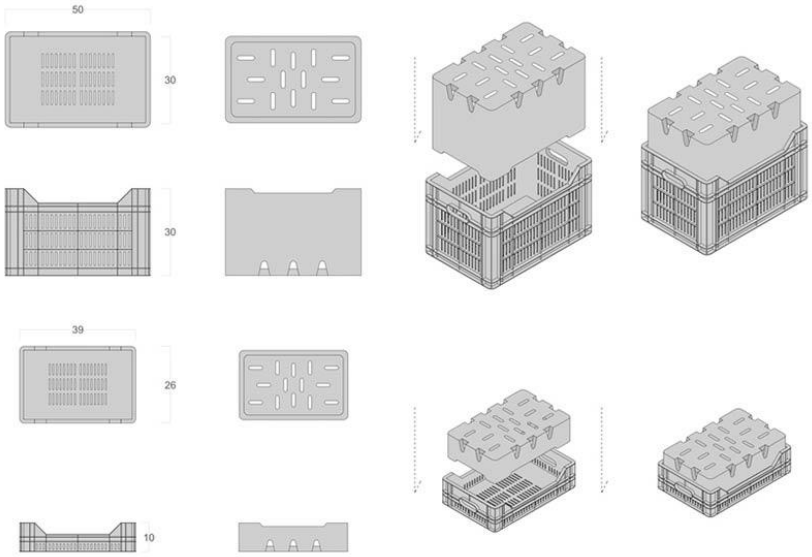
หนึ่งในการออกแบบที่ประสบความสำเร็จ คือที่พักพิงฉุกเฉินจากลังพลาสติก 416 ชิ้นถูกประกอบขึ้นเป็นต้นแบบขนาด 1:1 ขนาดพื้นที่ 14.4 ตารางเมตร ก่อสร้างได้ในระยะเวลาอันสั้นภายใน 5-7 ชั่วโมง ที่พักพิงที่กำหนดให้เป็น ECS-p1 ต้นแบบที่ 1 นักศึกษามองหาวัสดุที่จะบรรลุวัตถุประสงค์ที่ถูกตั้งไว้ และพบกับลังพลาสติก ข้อได้เปรียบคือสามารถวางซ้อนกันและเข้ากันได้อย่างแนบเนียน จึงทำการศึกษาคุณสมบัติเชิงพื้นที่และโครงสร้างของลังพลาสติกที่เป็นวัสดุก่อสร้าง

ภาพที่ 94 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon
ที่มา https://inhabitat.com/lebanese-students-build-an-emergency-shelter-out-of-plastic-crates/

โครงการนี้ใช้วัสดุเพียง 2 ชนิดเป็นวัสดุก่อสร้าง ได้แก่ ลังพลาสติกในภาคเกษตรกรรมและสายรัดพลาสติกทั่วไป ลังพลาสติกสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้หากไม่เสียหายมากนัก โดยในทางสถาปัตยกรรมทำหน้าที่เป็นพื้น หลังคา ผนังและเสา ภายในหนึ่งผนังประกอบด้วย 3 เสา บล็อกคอนกรีดถูกเสริมเข้ามาในงานเพื่อถ่วงน้ำหนักซึ่งสามารถปรับเปลี่ยนวัสดุได้ขึ้นอยู่กับสถานการณ์ นอกจากนี้ลังพลาสติกทุกใบจะใช้เป็นที่เก็บของในขณะที่ "ช่องประตูหน้าต่าง" ปรับเปลี่ยนตามความต้องการได้ จากมุมมองภายในที่ใกล้ชิดและรักษาความสัมพันธ์ทางสายตากับภายนอก

ภาพที่ 95 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon
ที่มา https://inhabitat.com/lebanese-students-build-an-emergency-shelter-out-of-plastic-crates/

ในสภาพอากาศที่ร้อนและแห้งซึ่งเป็นสภาวะปกติของพื้นที่ สิ่งนี้ใช้แทนเต็นท์ทั่วไปได้อย่างดี ให้แสงธรรมชาติ การระบายอากาศ และความเย็น ในขณะที่มีความทนทานมากกว่า และให้พื้นที่จัดเก็บ การออกแบบนี้ถูกพัฒนาขึ้นสำหรับพื้นที่ที่ร้อนชื้น การศึกษาการพัฒนาระบบฉนวนกันความร้อน การกันน้ำ และระบบรวบรวมน้ำที่เหมาะสม โดยกล่องพีวีซีขนาดมาตรฐานที่จะสอดเข้าไปในลังพลาสติกเป็นวัตถุประสงค์ของ ECS-p2 ต้นแบบที่สอง ซึ่งกำลังอยู่ระหว่างการศึกษา



ภาพที่ 96 แสดงภายนอกในโครงการ Emergency Shelter, Lebanon
ที่มา https://inhabitat.com/lebanese-students-build-an-emergency-shelter-out-of-plastic-crates/

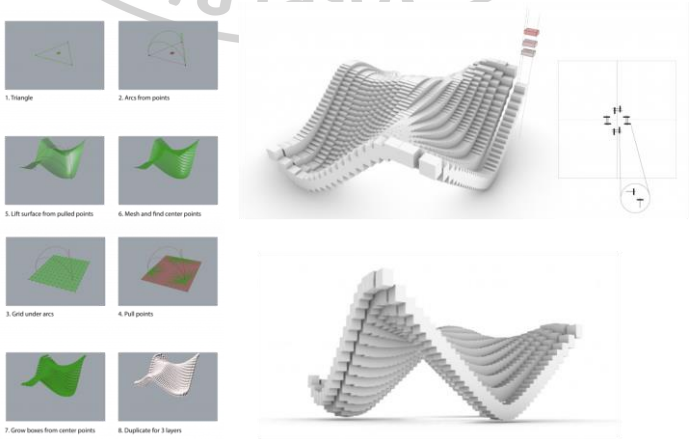
ลังพลาสติกซึ่งใช้กันทั่วไปในการเกษตรถูกใช้เป็นหน่วยการสร้างที่สามารถใช้เป็นทั้งโครงสร้างที่แข็งแรงและพื้นที่จัดเก็บ บานประตู หน้าต่าง ที่นั่ง มัลติฟังก์ชันที่ขยายไปยังองค์ประกอบอื่นๆ ของโครงสร้าง เมื่อเปรียบเทียบกับเต็นท์ทั่วไปในพื้นที่ที่มีสภาพอากาศใกล้เคียงกัน ที่พักพิงฉุกเฉินแบบลังพลาสติกมีการระบายอากาศและระบายความร้อนตามธรรมชาติ และให้แสงธรรมชาติ

กรณีศึกษาที่ 15 BOXEL Pavilion, Germany

ภาพที่ 97 แสดงภายนอกในโครงการ BOXEL Pavilion, Germany

ที่มา https://www.archdaily.com/73173/boxel-students-of-detmolder-schule

Boxel ออกแบบโดยนักศึกษาปริญญาตรีที่ Detmold’s University of Applied Sciences ภาควิชาสถาปัตยกรรมจากโจทย์ที่กำหนดให้ใช้วัสดุได้เพียงหนึ่งชนิดเท่านั้น อาคารจึงประกอบด้วยลังเบียร์ปี ค.ศ. 1950 ซึ่งผ่านการใช้งานมาแล้ว 10 ปี จัดหาโดยโรงเบียร์ท้องถิ่นกว่า 2,000 ลัง ที่จัดเรียงตามรูปทรงเรขาคณิตแบบอิสระ โดยไม่ใช้การซ้อนกล่องลังในแนวตั้งตามปกติ รูปทรงเรขาคณิตพัฒนามาจากจุดรองรับสามจุดและก่อตัวเป็นเส้นโค้งสามส่วนที่เปิดออกไปยังอาคารหลักของ Emilie Campus ซึ่งประสบความสำเร็จทำให้เกิดทัศนียภาพเชิงพื้นที่ที่กว้างขวางสำหรับคอนเสิร์ต กิจกรรม และการชุมนุมของวิทยาเขต



ภาพที่ 98 แสดงแบบจำลองโครงการ BOXEL Pavilion, Germany

ที่มา https://www.archdaily.com/73173/boxel-students-of-detmolder-schule

ลังเบียร์มากกว่า 2,000 ลังที่ผ่านการใช้งานมา 10 ปี ได้รับการจัดหาโดยโรงเบียร์ท้องถิ่น ถูกจัดเรียงตามรูปทรงเรขาคณิตอิสระเป็นการก่อสร้างชั่วคราวได้รับการออกแบบโดยใช้ซอฟต์แวร์พาราเมตริกเพื่อควบคุมตำแหน่งของกล่องที่สัมพันธ์กับรูปทรงเรขาคณิตโดยรวม และเพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพของโครงสร้าง

เพื่อกำหนดแนวคิดการก่อสร้างและรายละเอียดของการเชื่อมต่อ การทดสอบการรับน้ำหนักแบบคงที่หลายครั้งทำขึ้นเพื่อทำความเข้าใจลักษณะการทำงานของโครงสร้างของวัสดุก่อสร้างที่ไม่ได้ถูกใช้โดยทั่วไป โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อลังเบียร์เปล่าไม่ได้วางซ้อนกันแต่จัดเรียงอย่างอิสระควบคู่ไปกับการทดสอบแรงเฉือนและการดัดงอในห้องปฏิบัติการวิจัยวัสดุของมหาวิทยาลัย แนวคิดโครงสร้างได้รับการจำลองและปรับให้เหมาะสม

ภาพที่ 99 แสดงแบบจำลองโครงการ BOXEL Pavilion, Germany

การออกแบบการก่อสร้างเลือกระบบไม้และสกรูอย่างง่ายสำหรับการประกอบที่ช่วยให้มีการเชื่อมต่อที่ยืดหยุ่นและมองไม่เห็น มีการวางค้ำยันเพิ่มเติมที่ส่วนบนของกล่องเพื่อสร้างความแข็งที่จำเป็นของโมดูล การถ่ายโอนน้ำหนักของโครงสร้างทำได้โดยกล่องคอนกรีตที่ฐานสามจุดซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานราก BOXEL ถูกสร้างขึ้นภายในเวลาเพียงหนึ่งสัปดาห์โดยนักศึกษาและ ทำหน้าที่เป็นพื้นหลังที่สวยงามสำหรับงานเลี้ยงส่งท้ายภาคเรียนและในช่วงภาคฤดูร้อนของโรงเรียนนานาชาติ (www.a-d-a-d.com) ที่มหาวิทยาลัยใน Detmold

3.5 **สรุป**

กรณีศึกษาอธิบายวัตถุประสงค์โครงการ ความต้องการของผู้ออกแบบ กระบวนการโครงสร้าง วัสดุ การจัดการวัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมซึ่งมีรายละเอียดในการออกแบบ อย่างไรก็ตามกรณีศึกษาเหล่านี้ผู้ออกแบบอธิบายการออกแบบเชิงพรรณนาโดยไม่ลำดับเหตุการณ์และกระบวนการ ซึ่งเป็นการออกแบบเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน ถึงแม้จะมีรายละเอียดที่ชัดเจน แต่กระบวนการไม่ได้ถูกอธิบายอย่างเป็นแบบแผน

บทที่ 4
วิเคราะห์กรณีศึกษา

บทนี้วิเคราะห์กรณีศึกษาภายในกรอบขั้นตอนของกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำของ Addis (2012) กระบวนการออกแบบและรายละเอียดที่เพิ่มเติมจากกระบวนการตั้งต้น จัดลำดับขั้นตอน วิเคราะห์ จัดกลุ่มและยกตัวอย่างจากกรณีศึกษา เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ให้ได้มาซึ่งกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม

4.1 **กรณีศึกษาภายในกรอบขั้นตอนกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำ**

การออกแบบอธิบายโดยผู้ออกแบบเป็นการอธิบายเชิงพรรณนา จึงจำเป็นต้องการลำดับขั้นตอนโดยใช้ตารางเป็นเครื่องมือจัดระบบข้อมูลเพื่อวิเคราะห์กระบวนการที่เกิดขึ้นในการดำเนินงานโดยใช้ขั้นตอนของกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำเป็นกระบวนการตั้งต้น และเพิ่มลดขั้นตอนตามกรณีศึกษาเพื่อวิเคราะห์แยกย่อยกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

ตารางที่ 1 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษาวัสดุขวดแก้ว

ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนรอง

กระบวนการ	กรณีศึกษา		
	Bottle House, Indonesia	Li Rongjun office, China	Temple of a Million Bottles, Thailand
Outline design / Concept design	บ้านอุณหภูมิอยู่สบายในพื้นที่อากาศร้อนชื้น โดยไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ	สำนักงานสถาปนิกเรือนกระจกใช้งานง่ายในงบประมาณที่จำกัด	พระสงฆ์ในจังหวัดศรีสะเกษเริ่มเบื่อหน่ายกับขยะมูลฝอยในชุมชนและต้องการสร้างวัดความแตกต่าง
identify likely component / Material needs	สถาปนิกต้องการวัสดุเป็นฉนวนกันความร้อนใช้เป็นกรอบอาคารโดยเฉพาะส่วนที่ได้รับความร้อนโดยตรงและมีลางสังหรณ์ว่าขวดแก้วจะสามารถกันความร้อนได้	สถาปนิกต้องการเรือนกระจกในงบประมาณที่จำกัด ขวดแก้วมีวัสดุคล้ายกับกระจกและรับแรงได้เป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้าง	เริ่มต้นจากกำแพงวัด และได้รับความสนใจและสนับสนุนจากคนในชุมชน นำขวดแก้วเป็นทุกส่วนของวัดโดยเฉพาะอุโบสถ
Identify likely sources	50% จากคนเก็บขยะ 50% จากผู้รับเหมาจัดหาวัสดุ	ไม่มีการระบุแหล่งที่มา	ขวดแก้วที่ถูกทิ้งในพื้นที่ และการบริจาคในชุมชน
Revise design			

seek /purchase good	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา 30,000 ขวดในเวลา 6 เดือน	ไม่ระบุแหล่งที่มาและระยะเวลารวบรวมวัสดุ 8,500 ขวด	เริ่มจากการรวมวัสดุที่ถูกทิ้งและให้ความสนใจชุมชนร่วมบริจาค 1.5 ล้านขวดในเวลา 2 ปี เพื่อสร้างอุโบสถ
Find alternatives if necessary	-	-	เพิ่มเติมฝาขวดเป็นวัสดุเพื่อตกแต่งภายในอาคาร ซึ่งเป็นวัสดุที่ได้จากวัสดุเดิม
Refurbish / recondition if necessary	-	-	-
Detail design	ออกแบบรายละเอียดกรอบภายนอกผนังอาคาร พื้นที่ร้อยละ 60 ของพื้นผิวทั้งหมด 1) ปกคลุมทั้งผนัง 2) รูปแบบตารางหมากรุกสลับช่องว่างและขวดแก้ว 60 ซม. ซ้อนผนังด้านในด้วยกระจกเลื่อนเต็มบาน และทำแบบ	คิดวิธีการก่อสร้างโดยขวดถูกจัดเรียงเป็นแถวสลับฟันปลาเพื่อผูกยึดโยงเข้าด้วยกัน หันฐานตั้งของขวดเข้าด้านในช่องว่างถูกอุดด้วยดินซีเมนต์และใช้หินในพื้นที่เป็นส่วนประกอบของผนัง ซึ่งเป็นผนังรับน้ำหนัก	รายละเอียดทางสถาปัตยกรรมลอกเลียนตามรูปแบบวัดดั้งเดิม ลวดลายภายในบางส่วนลอกเลียนจากลายผนังวัดแบบเดิม
Construction	การก่อสร้างสถาปัตยกรรมแบบเดิม	วิธีการก่อสร้างแบบเดิมโดยใช้เฉพาะวัสดุขวดแก้ว	วิธีการก่อสร้างแบบเดิมโดยใช้เฉพาะวัสดุขวดแก้ว
กระบวนการเพิ่มเติม			
Study of Material	ศึกษาศักยภาพเดิมของวัสดุขวดแก้วสีชาสามา	ผู้ออกแบบสนใจวัสดุและศึกษาศักยภาพของวัสดุก่อนเริ่มโครงการ และมีการทดลองวิธีการก่อนการสร้าง	ผู้ดำเนินการมีประสบการณในการใช้วัสดุนี้กับกำแพงก่อนแล้ว จึงถูกใช้กับอาคารอุโบสถ
Material preparation	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ แต่ผ่านการทำความสะอาด	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ	ขวดแก้วบางส่วนถูกตัดดัดแปลงเพื่อให้ได้รูปทรงที่ต้องการ

กระบวนการ	กรณีศึกษา	
	Early BKK Café, Thailand	The Blatz, USA
Outline design / Concept design	ความตั้งใจและความมุ่งมั่นอย่างแรงกล้าที่จะสร้าง community café ด้วยแนวคิดรักษ์โลกและยั่งยืนในชุมชน	การออกแบบปรับปรุงอาคารด้วยงบประมาณที่จำกัดภายใต้ขอบเขตของโครงสร้างเดิมที่มีอยู่ ขวดแก้วสะท้อนการใช้งานเดิมของพื้นที่
identify likely component / Material needs	จากการศึกษาวิจัยพบว่ามีความเป็นไปได้มากที่สุดที่ภาชนะสามารถนำมาใช้เป็นวัดุในงานสถาปัตยกรรม ขวดแก้วและกล่องนมจึงถูก	ขวดแก้วจากที่เก็บไว้ในห้องใต้ดินของโรงเบียร์เก่าสามารถเป็นประตูขวดปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการ และสื่อถึงการใช้งานอาคารเดิม

	เลือกขึ้นมาใช้ในทุกส่วนของโครงการ ตั้งแต่ส่วนหน้าของสถาปัตยกรรมไปจนถึงการตกแต่งภายในและเฟอร์นิเจอร์	
Identify likely sources	ขวดแก้วภายในชุมชน	ขวดแก้วจากที่เก็บไว้ในห้องใต้ดินของโรงเบียร์เก่าแห่งนี้
Revise design		
seek /purchase good	ขวดแก้วภายในชุมชน กรอบอาคารใช้ขวดแก้วประมาณ 600 และองค์ประกอบอื่นๆไม่ระบุจำนวน	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มาบางส่วน บางส่วนได้จากแหล่งที่มาอื่น รวม 1,590 ขวด
Find alternatives if necessary	ขวดที่แตกแล้วนำมาเป็นส่วนหนึ่งของเฟอร์นิเจอร์	-
Refurbish / recondition if necessary	-	-
Detail design	ด้านหน้าอาคารมีขวดเบียร์ที่ใช้แล้วประมาณ 600 ขวดเป็นกรอบอาคารภายนอกประกอบกันจากโครงสร้างเหล็ก ขวดแก้วที่แตกเป็นชิ้นเล็กชิ้นน้อยถูกใช้เป็นส่วนประกอบหลักของเคาน์เตอร์และพื้นห้องน้ำลักษณะคล้าย Terrazzo	ประตูขวดน้ำตาลส่องสว่างทุกด้านให้ความรู้สึกอบอุ่น ประตูหมุนได้แต่ละบานกว้าง 9 ฟุต และสูง 9 ฟุต ประกอบด้วยโครงอลูมิเนียมและขวดเบียร์เปล่าที่วางซ้อนกันในแนวนอน ซึ่งบางขวดเป็นขวดของ Blatz ดั้งเดิม
Construction	การก่อสร้างเฉพาะโครงการ กรอบอาคารภายนอกห่อหุ้มด้วยขวดวางอยู่ในโครงสร้างวงแหวนโลหะของอาคารโครงสร้างเหล็กรับน้ำหนักกรอบอาคารทั้งหมด	การก่อสร้างเฉพาะโครงการ โครงการใช้เทคโนโลยี CNC ขวดจะถูกยึดด้วยใยบางของวงแหวนที่กลึงอย่างแม่นยำซึ่งแขวนอยู่ระหว่างชิ้นส่วนของโครงอลูมิเนียม อุปกรณ์บานประตูหมุนถูกออกแบบกำหนดเอง
กระบวนการเพิ่มเติม		
Study of Material	เริ่มต้นด้วยการทำการวิจัยเกี่ยวกับการอัพไซเคิลวัสดุ ขยะในชุมชน และความเป็นไปได้สำหรับวัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม	การทดลองวิธีการติดตั้งขวดแก้วกับโครงสร้างอลูมิเนียม ด้วยเทคโนโลยี CNC
Material preparation	แบ่งเป็น 2 กลุ่ม กรอบอาคารวัสดุไม่มีการดัดแปลงปรับสภาพ และเฟอร์นิเจอร์ภายในเลือกใช้วัสดุขวดแก้วที่แตกแล้ว	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ

ตารางที่ 2 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษาวัสดุขวดพลาสติก

ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนทางรอง

กระบวนการ	กรณีศึกษา		
	Bottle sail, Vietnam	Head in the Clouds, NYC	The PET pavilion, Netherlands
Outline design / Concept design	เรือนเพาะชำก่อสร้างง่าย มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมสื่อถึงที่ตั้ง	พื้นที่พักผ่อนจากการประกวดแบบจากแนวคิด 'The City of Dreams' look like to you?." และตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อม	พื้นที่แสดงงานมุ่งเน้นไปที่ประเด็นของการสร้างที่ยั่งยืน การรีไซเคิลและของเสียโดยวิธีการพัฒนาสร้างและใช้อาคารใหม่
identify likely component / Material needs	โดยต้องการวัสดุราคาต่ำและวิธีการก่อสร้างที่ยืดหยุ่นได้ ใช้สำหรับผนังและหลังคา	สถาปนิกตั้งใจออกแบบโดยใช้วัสดุอัพไซเคิลทั้งหมด	วัสดุเป็นเรื่องราวเดียวกันกับเนื้อหานิทรรศการ ใช้เป็นองค์ประกอบผนัง
Identify likely sources	บริจาคโดยผู้บริโภคในองกรณ์และชุมชนในพื้นที่	สำนักงาน องค์กร ที่เป็นผู้บริโภคในเมือง	วัสดุที่ผ่านการอัดในกระบวนการรีไซเคิลจากโรงงาน
Revise design			
seek /purchase good	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา 3,000 ขวด ไม่ระบุระยะเวลา	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มาแต่ไม่เพียงพอจึงคัดแยกจากวัสดุที่ถูกทิ้งเพิ่มเติม รวม 53,780 ขวด ใช้เวลา 4 เดือน	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา จำนวน 40,000 ขวด ไม่ระบุระยะเวลา
Find alternatives if necessary	-	-	เพิ่มเติมการใช้ใช้ฝาชวดและคอขวดยึดผนังลูกฟูกใสเข้าด้วยกัน
Refurbish / recondition if necessary	-	-	-
Detail design	ออกแบบโครงสร้างสถาปัตยกรรมแบบเพื่อให้ได้รูปแบบคล้ายเรือใบตามแนวคิดการออกแบบให้กลมกลืนกับที่ตั้งและทำแบบ	ออกแบบโครงสร้างเฉพาะโครงการให้เป็นรูปทรงเมฆ ออกแบบรายละเอียดวัสดุแยกวัสดุภายนอกและภายในซึ่งบรรจุน้ำ เชื่อมต่อวัสดุด้วยตาข่ายโดยใช้ฝาขวดเป็นตัวยึดและทำแบบ	โครงสร้างบ้านFarnsworth House ใช้เป็นโครงสร้างงานออกแบบรายละเอียดการยึดผนังลูกฟูกใสจากฝาและคอขวดเพื่อบรรจุขวดไว้ในผนังลูกฟูใสยึดเข้าด้วยกันจากฝาขวดและทำแบบ
Construction	การก่อสร้างโดยใช้แรงงานคนเป็นหลัก และการก่อสร้างสถาปัตยกรรมแบบเดิม	การก่อสร้างเน้นใช้แรงงานคนเป็นหลัก วิธีเฉพาะโครงการ	การก่อสร้างสถาปัตยกรรมแบบเดิม

กระบวนการเพิ่มเติม			
Study of Material	ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุและวิธีการ	ผู้ออกแบบศึกษาศักยภาพเดิมของวัสดุเพื่อให้ได้องค์ประกอบทั้งหมดจากวัสดุใช้ซ้ำ	ผู้ออกแบบศึกษา ทดลองและสร้างแบบจำลอง 1:1
Material preparation	วัสดุถูกตัดและซ้อนเพื่อร้อยเข้าด้วยกัน	วัสดุบรรจุน้ำภายในและเชื่อมต่อกันด้วยตาข่ายในสตูดิโอก่อนติดตั้งในพื้นที่	วัสดุอัดหยาบในศูนย์รีไซเคิลไม่ได้ถูกเตรียมการโดยผู้ออกแบบ
Mock-up	-	ผู้ออกแบบทดลองสร้างแบบจำลอง 1:1 เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ในการออกแบบ	ผู้ออกแบบทดลองสร้างแบบจำลอง 1:1 เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ในการออกแบบ
Re - Material	-	หลังการรื้อถอนอาคารนำไปสร้างใหม่ในสถานที่อื่น	หลังการรื้อถอนอาคารนำไปสร้างใหม่ในสถานที่อื่น

กระบวนการ	กรณีศึกษา	
	Transitable plastic, Singapore	Rising Moon, China (Hong Kong)
Outline design / Concept design	พื้นที่นำเสนอประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ปลุกจิตสำนึกเกี่ยวกับการคุกคามของขยะพลาสติกผ่านการมองเห็นและความรู้สึก	อาคารชั่วคราวเพื่อเฉลิมฉลองเทศกาลไหว้พระจันทร์ของจีน ดวงจันทร์จึงเป็นจุดสนใจหลัก จากแนวคิดนี้นักออกแบบจึงสร้างดวงจันทร์สังเคราะห์ขนาดใหญ่ โคมกระดาษแบบดั้งเดิมในเทศกาลถูกตีความใหม่
identify likely component / Material needs	วัสดุสื่อถึงเนื้อหาด้านสิ่งแวดล้อมใช้เป็นองค์ประกอบผนัง	ปริมาณขวดน้ำโพลีคาร์บอเนตหลายพันขวดและปริมาณการบริโภคที่เพิ่มขึ้น จุดประกายแนวคิด ในฐานะที่เป็นศาลาชั่วคราว นักออกแบบจึงเสนอให้ใช้วัสดุที่ยั่งยืน
Identify likely sources	รวมจากชุมชน ธุรกิจในท้องถิ่น โรงแรม ร้านอาหารและห้างสรรพสินค้า	ไม่ระบุแหล่งที่มา
Revise design		
seek /purchase good	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา จำนวน 20,000 ขวด ในช่วงเวลา 1 เดือน	ขวดพลาสติกขนาด 5 ลิตรจำนวน 4,800 ขวด และขวดพลาสติกขนาด 1.5 ลิตร จำนวน 2,300 ขวด ไม่ระบุแหล่งที่มา
Find alternatives if necessary	-	
Refurbish / recondition if necessary	-	
Detail design	ออกแบบรายละเอียดโครงสร้างโลหะชั่วคราวและรายละเอียดวัสดุที่บรรจุในถุงพลาสติกทำให้เป็นสุญญากาศ ร้อยเข้าด้วยกันแขวนกับ	ภายในทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 เมตร สูง 10 เมตร โดยออกแบบให้ความหมายของขวดพลาสติกเป็นตัวแทนของโคมกระดาษ

	โครงสร้าง การวางผนังให้ซ้อนกันสร้างเป็นทางเดินและออกแบบให้การเข้าชมของผู้คนต้องเดินผ่านทางที่คับแคบและชวนอึดอัดก่อนจะพบทางออกและได้สูดอากาศบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นคำตอบให้รู้ว่าโลกที่ไร้มลพิษซึ่งดีกว่า	จีนแบบดั้งเดิม ด้านนอกหุ้มด้วยขวดเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ให้แสงสว่าง ที่ตั้งกลางน้ำแสงจะรวมเข้ากับแสงสะท้อน แสดงให้เห็นพระจันทร์เต็มดวง และยังมีช่องเปิดบนหลังคาเพื่อให้แสงจันทร์ส่องผ่านทำให้เกิดแสงภายในเพื่อกระตุ้นให้ตระหนักถึงความเสียหายจากขวดพลาสติก
Construction	การก่อสร้างเฉพาะโครงการ โครงสร้างโลหะอย่างง่าย	การก่อสร้างเฉพาะโครงการ ผู้ออกแบบกำหนดมาตรฐานการออกแบบด้วยโมดูลสามเหลี่ยมเหล็ก 148 โมดูลที่แตกต่างกัน 6 ประเภท
กระบวนการเพิ่มเติม		
Study of Material	ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุ แต่ศึกษาวิธีการเตรียมใหม่	ผู้ออกแบบศึกษาวิธีการที่มีศักยภาพและการก่อสร้างที่รวดเร็วได้คุณภาพภายใต้วัสดุอัพไซเคิล
Material preparation	วัสดุดัดแปลงโดยบีบอัดเป็นสุญญากาศ ก่อนการติดตั้งในพื้นที่	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ
Re - Material	หลังการรื้อถอนวัสดุเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล	หลังการรื้อถอนวัสดุเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล

ตารางที่ 3 แสดงกระบวนการของกรณีศึกษากล่องพลาสติก / ลังพลาสติก

☐ ขั้นตอนหลัก ☐ ขั้นตอนรอง

กระบวนการ	กรณีศึกษา		
	Micro library, Indonesia	Living pavilion, Island	Kotakrat pavilion, Indonesia
Outline design / Concept design	ห้องสมุดชุมชนที่เข้าถึงง่าย กระตุ้นให้สนใจหนังสือ โดยคนในชุมชนบำรุงรักษาเองได้	พื้นที่รวมและชุมนุมกลางชั่วคราวสำหรับกิจกรรมศิลปะในช่วยฤดูร้อน	พื้นที่อเนกประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการทางสังคมของชุมชน
identify likely component / Material needs	ต้องการวัสดุที่มีอยู่ในพื้นที่ประหยัด สามารถกรองแสงที่เข้าสู่ภายในในปริมาณที่เมาะสม และมีอาการถ่ายเทเพื่อใช้เป็นผนังภายนอก	ต้องการวัสดุที่ธรรมชาติจะนำกลับมาใช้ในเมือง จะช่วยลดผลกระทบจากความร้อนและการไหลของน้ำจากพายุเพิ่มมิติใหม่ให้กับประสบการณ์ใช้เป็นผนังและหลังคา	ต้องการใช้พื้นที่สาธารณะเป็นเครื่องมือในการใช้สิ่งของที่ถูกทิ้งและแข็งแรงง่ายต่อการนำมาใช้ในทุกส่วนของโครงการ
Identify likely sources	จัดซื้อจากผู้รวบรวม	ได้รับการสนับสนุนจากเกษตรในพื้นที่และจัดซื้อจาก Admar Plastics ซึ่งเป็นลังเก่าที่ซื้อคืนจากลูกค้าเดิม	ลังพลาสติกที่ถูกทิ้งในพื้นที่
Revise design			

seek /purchase good	วัสดุเดิม (กล่องพลาสติกเจลลี่) ที่ต้องการมีจำนวนไม่เพียงพอ	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา	จัดหาตามที่ระบุแหล่งที่มา
Find alternatives if necessary	เปลี่ยนวัสดุ จากกล่องเจลลี่เป็นกล่องไอศกรีม 2,000 ชิ้น	-	-
Refurbish / recondition if necessary	วัสดุมีความเสถียรมากขึ้น ปรับแบบเจาะวัสดุ เพิ่มข้อความและระบายอากาศ	-	-
Detail design	ออกแบบรายละเอียดโครงสร้างเหล็กคานแผ่นคอนกรีตพื้นและหลังคา รายละเอียดวัสดุกล่องบางส่วนเจาะสื่อสาร และเพิ่มแสง ติดตั้งเอียงเพื่อระบายน้ำฝนและทำแบบ	ออกแบบรายละเอียดโครงสร้างใช้แผ่นไม้ วิธีการยึดกับลังออกแบบรายละเอียดชนิดต้นไม้ที่บรรจุลงในลังและทำแบบ	ออกแบบรายละเอียดการยึดลังเข้าด้วยกันและติดตั้งร่วมกับโครงสร้าง และทำแบบ
Construction	การก่อสร้างสถาปัตยกรรมแบบเดิม	การก่อสร้างเน้นใช้แรงงานคนเป็นหลัก วิธีเฉพาะโครงการ	การก่อสร้างเฉพาะโครงการโครงสร้างโลหะอย่างง่าย
กระบวนการเพิ่มเติม			
Study of Material	วัสดุให้แสงผ่านได้พอเหมาะ	การออกแบบคิดไปถึงการส่งต่อวัสดุลังมีความคงทน	ลังพลาสติกสีแดงมีจำนวนมากคงทนต่อสภาพแวดล้อม
Material preparation	กล่องบางส่วนเจาะเพื่อสื่อสารโดยเครื่องมือช่างท้องถิ่น	ต้นไม้ถูกปลูกลงในลังก่อนการติดตั้ง	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ
Mock-up	สร้างตัวอย่างขนาด 1:1 เนื่องจากช่างท้องถิ่นมีส่วนร่วมในการก่อสร้างต้นแบบจึงเป็นส่วนสำคัญเพื่อทำความเข้าใจ	-	-
Re - Material	-	ลังที่บรรจุต้นไม่น้ำไปใช้ประโยชน์สวนสาธารณะในเมือง	-

มหาวิทยาลัยศิลปากร

กระบวนการ	กรณีศึกษา	
	Emergency Shelter, Lebanon	BOXEL Pavilion, Germany
Outline design / Concept design	ที่พักพิงชั่วคราวผู้ลี้ภัยโดยใช้สิ่งของทั่วไปในชีวิตประจำวันที่ผู้บริโภคทั่วโลกเข้าถึงได้ง่าย	พื้นที่ที่กว้างขวางสำหรับคอนเสิร์ต กิจกรรม และการชุมนุมของวิทยาเขต
identify likely component / Material needs	วัสดุที่พบได้ทั่วไป ปรับเปลี่ยนง่ายยืดหยุ่น ก่อสร้างและรื้อถอนง่าย ผู้ลี้ภัยสามารถทำได้ในระยะเวลาอันสั้นเพื่อใช้ในทุกองค์ประกอบ	แนวคิดการเลือกวัสดุคือ ใช้วัสดุหลักเพียงชนิดเดียวที่เป็นทุกส่วนของโครงการ
Identify likely sources	ไม่มีการระบุแหล่งที่มา	เบื้องต้นยังไม่ระบุแหล่งที่มา
Revise design		
seek /purchase good	ไม่มีการระบุแหล่งที่มา จำนวน 416 ชิ้น	กล่องเบียร์ซึ่งผ่านการใช้งานมา 10 ปี ได้รับการจัดหาโดยโรงเบียร์ท้องถิ่น
Find alternatives if necessary	-	
Refurbish / recondition if necessary	-	
Detail design	ออกกแบบการเปิดช่องประตู หน้าต่าง การซ้อนทับกันซึ่งเป็นศักยภาพเดิมของวัสดุมัดด้วยเคเบิลไทร์ และระบุจุดถ่วงน้ำหนัก	รูปทรงเรขาคณิตพัฒนามาจากจุดรองรับสามจุดและก่อตัวเป็นเส้นโค้งสามส่วนที่เปิดออกไปยังอาคารหลักของ Emilie Campus
Construction	การก่อสร้างที่ทุกคนสามารถทำได้	การก่อสร้างเฉพาะโครงการ ระบบไม้และสกรูช่วยให้มีการเชื่อมต่อที่ยืดหยุ่นและมองไม่
กระบวนการเพิ่มเติม		
Study of Material	วัสดุเอื้อต่อการก่อสร้างคงทนใช้ซ้ำได้และยืดหยุ่น	การทดสอบแรงเฉือนและการดัดงอในห้องปฏิบัติการวิจัยวัสดุของมหาวิทยาลัย แนวคิดโครงสร้างได้รับการจำลองและปรับให้เหมาะสม
Material preparation	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ	วัสดุไม่มีการดัดแปลง ปรับสภาพ
Mock-up	-	แบบจำลองคอมพิวเตอร์โดยใช้ซอฟต์แวร์พาราเมตริก
Re - Material	หลังรื้อถอนวัสดุนำมาก่อสร้างซ้ำในรูปแบบเดิม	หลังการรื้อถอนวัสดุเข้าสู่กระบวนการรีไซเคิล

มหาวิทยาลัยศิลปากร

4.2 **วิเคราะห์กระบวนการออกในกรณีศึกษา**

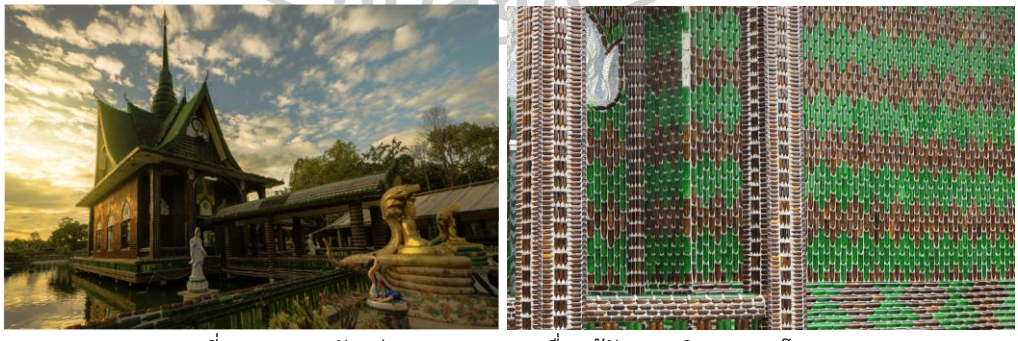
การออกแบบเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน มักไม่ตรงไปตรงมาซึ่งถือเป็นจุดเด่นของงานออกแบบ ถึงแม้จะมีรายละเอียดที่ชัดเจน แต่กระบวนการจะเป็นเช่นไรเป็นเรื่องยากที่จะคาดเดา การจัดระบบข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ส่งผลให้เห็นลำดับกระบวนการที่ชัดเจนยิ่งขึ้น

4.2.1 Outline design / Concept design

ขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะจัดการกับปัญหา รูปแบบ ปริมาณ บรรยากาศ และลักษณะทั่วไปของอาคารภายใต้บริบทของที่ตั้ง มีประเด็นสำคัญบางส่วนเพื่อหารือเกี่ยวกับโครงการ ได้แก่ ขอบเขต คุณลักษณะ วัตถุประสงค์ และพื้นที่การใช้งาน การออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลเช่นกัน แม้จะถูกเข้าใจไปในเชิงอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม แต่หลายโครงการใช้วัสดุอัพไซเคิลเพราะวัสดุเหล่านี้ตอบโจทย์ความต้องการที่ผู้ออกแบบตั้งเป้าหมายไว้ ในขั้นตอนการออกแบบร่างจะมีรายละเอียดในการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูล สิ่งสำคัญคือกรอบการออกแบบหรือวัตถุประสงค์หลักของโครงการเพื่อใช้กำหนดแนวทางการออกแบบ

1) การออกแบบสนองแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อม โครงการมีวัตถุประสงค์เกี่ยวข้องกับการอนุรักษณ์สิ่งแวดล้อม และใช้วัสดุอัพไซเคิลเป็นองค์ประกอบของงานเพื่อให้สื่อความหมายเป็นเรื่องราวเดียวกัน ด้วยเหตุผลเหล่านี้การเลือกใช้วัสดุผ่านกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมจึงเป็นเรื่องที่สอดคล้องและส่งเสริมให้ผู้เข้าใช้เห็นเป็นรูปธรรมยิ่งขึ้น

- แก้ปัญหาปริมาณของเสียโดยตรง เกิดได้จากปริมาณขยะสะสมในพื้นที่ ซึ่งผู้ออกแบบเล็งเห็นและต้องการแก้ปัญหาดังกล่าวโดยส่งต่อวัสดุสู่งานสถาปัตยกรรม เช่น กรณีศึกษาวัดป่ามหาเจดีย์แก้ว เกิดจากความเบื่อหน่ายของปริมารขยะขวดแก้วจำนวนมากภายในพื้นที่จึงนำมาเป็นวัสดุในงานสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 100 แสดงตัวอย่างการออกแบบเพื่อแก้ปัญหาปริมาณขยะโดยตรง

- กระตุ้นความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม ผู้ออกแบบต้องการสร้างงานสถาปัตยกรรมที่ให้ผู้เข้าใช้งานตระหนักถึงปัญหาขยะ มลพิษ หรือสิ่งแวดล้อม ตัวอย่างเช่น กรณีศึกษา Transitable

plastic, Singapore พื้นที่นำเสนอประเด็นปัญหาสิ่งแวดล้อม ปลุกจิตสำนึกเกี่ยวกับการคุกคามของขยะพลาสติกผ่านการมองเห็นและความรู้สึกระหว่างเข้าใช้งาน

ภาพที่ 101 แสดงตัวอย่างการออกแบบกระตุ้นความตระหนักรู้ด้านสิ่งแวดล้อม

2) การออกแบบสนองวัตถุประสงค์อื่น คือวัตถุประสงค์ของโครงการไม่ได้มุ่งเน้นเพื่อการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมตั้งแต่ต้น แต่คุณสมบัติของวัสดุอัพไซเคิลตอบความต้องการของการออกแบบงานสถาปัตยกรรมนั้น เช่น กรณีศึกษา Boxel จากโจทย์ที่กำหนดให้ใช้วัสดุได้เพียงหนึ่งชนิดเท่านั้น อาคารจึงประกอบด้วยลังเบียร์กว่า 2,000 ลังที่จัดเรียงตามรูปทรงเรขาคณิตแบบอิสระ โดยไม่ใช้การซ้อนกล่องลังในแนวตั้งตามปกติ จากที่กล่าวมาโครงการไม่ได้กล่าวถึงด้านสิ่งแวดล้อมเพียงแต่วัสดุสามารถสนองความต้องการตั้งต้นได้

ภาพที 102 แสดงตัวอย่างการออกแบบสนองวัตถุประสงค์อื่น

กรอบการออกแบบหรือวัตถุประสงค์ที่สนองแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมส่งผลให้เกิดโอกาสในการเลือกใช้วัสดุอัพไซเคิลมากกว่า และวัสดุอัพไซเคิลมักไม่เป็นเพียงตัวเลือกในขั้นตอนหลังแต่ถูกนำมาพิจารณาลำดับต้น อย่างไรก็ตามในงานสถาปัตยกรรมผู้ออกแบบมีโอกาสที่จะกำหนดแนวความคิดหรือวัตถุประสงค์มากกว่าอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น Head in the Clouds Pavilion

ผู้ออกแบบต้องการสร้างพื้นที่ฝันกลางเมือง ในขณะเดียวกันยังต้องการใช้วัสดุอัพไซเคิลทั้งหมดเพื่อสร้างความตระหนักถึงปริมาณขยะที่เกิดขึ้นจริงในปัจจุบัน

ภาพที่ 103 แสดงตัวอย่างการออกแบบสนองและไม่สอนงแนวคิดด้านสิ่งแวดล้อมในงานเดียวกัน

แนวความคิดการออกแบบและการออกแบบโครงร่างเป็นส่วนสำคัญในการสร้างขอบเขตการออกแบบทั้งหมดรวมถึงการเลือกใช้วัสดุ เมื่อออกแบบโครงร่างแล้วขั้นตอนโครงร่างจะกำหนดส่วนประกอบที่เกิดขึ้นในงานสถาปัตยกรรมและวางกรอบลักษณะวัสดุพอสังเขปเพื่อระบุความต้องการในขั้นตอนต่อไป

4.2.2 identify likely component / Material need

การเลือกใช้วัสดุในงานสถาปัตยกรรมไม่ใช่แค่การเลือกวัสดุที่แข็งแรงที่สุด วัสดุที่ถูกที่สุด หรือจัดหาง่ายที่สุด กระบวนการคัดเลือกวัสดุเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนซึ่งได้รับอิทธิพลและกำหนดโดยคนจำนวนมาก เงื่อนไขเบื้องต้น การตัดสินใจ และการพิจารณาการเลือกวัสดุจะส่งต่อกรอบการกำหนดวัสดุจากการออกแบบร่าง อย่างไรก็ตามผู้ออกแบบจะเน้นที่ลักษณะวัสดุที่กำหนดเบื้องต้นในขั้นตอนแนวความคิด เพื่อที่เลือกใช้วัสดุที่อยู่ภายในขอบเขตที่กำหนดซึ่งผ่านการพิจารณามาอย่างดีและสมเหตุสมผล

การออกแบบสถาปัตยกรรมคือการแก้ปัญหา หลายครั้งพบว่าการตีความในการออกแบบเป็นจุดเริ่มต้นในการวางแนวทางของทุกสิ่ง เพราะหากตีความว่าสิ่งใดคือปัญหาหรือสิ่งใดคือความต้องการผิดไปมักจะเกิดความผิดพลาด ซึ่งปัญหานำมาสู่สิ่งที่ต้องการและวัสดุอัพไซเคิลเป็นส่วนหนึ่งที่สนองความต้องการของผู้ออกแบบและแก้ปัญหา

1) วัสดุอัพไซเคิลการสื่อความหมายในงานสถาปัตยกรรม

การออกแบบในงานสถาปัตยกรรมล้วนแล้วแต่มีความหมายที่ต้องการสื่อสารจากผู้ออกแบบสู่ผู้ใช้งาน วัสดุเป็นปัจจัยสำคัญในการสร้างหรือปรับเปลี่ยนความต้องการในการสื่อสารหรือสื่อ

ความหมายนั้น ซึ่งการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเป็นกระบวนการที่ให้ความสำคัญกับวัสดุ การใช้วัสดุเป็นตัวกลางสื่อสารจึงไม่ใช่เรื่องใหม่

- การสื่อความหมายเดิมของวัสดุ คือการสื่อความเป็นวัสดุอัพไซเคิล วัสดุใช้ซ้ำ มักถูกใช้เพื่อวัตถุประสงค์กระตุ้นการตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมโดยมีวิธีการออกแบบเพื่อสื่อสารที่หลากหลาย

สภาวะ บรรยากาศ และการมองเห็น ในงานสถาปัตยกรรมสื่อความหมายเดิมของวัสดุ สภาวะน่าสบายถูกสร้างขึ้นได้ด้วยการออกแบบสถาปัตยกรรม เช่นเดียวกันบรรยากาศที่ไม่พึงประสงค์ก็สามารถสร้างได้ ตัวอย่างในงาน Transitable plastic ผู้ออกแบบวางวัตถุประสงค์การออกแบบเพื่อให้ผู้คนที่เข้าใช้งานตระหนักถึงสาเหตุของสภาพอากาศที่ย่ำแย่จากการคุกคามของขยะพลาสติก สถาปัตยกรรมอัพไซเคิลดังกล่าว ผู้ออกแบบไม่เพียงสื่อสารผ่านการมองเห็นเท่านั้น แต่การออกแบบที่ใช้กำแพงวัสดุอัพไซเคิลจำนวนมากปิดบังพื้นที่โดยรอบส่งผลให้พื้นที่ด้านในมีสภาวะไม่น่าสบาย อึดอัด และผู้เข้าใช้พื้นที่รับรู้ถึงผลกระทบเมื่อมีปริมาณขยะพลาสติกจำนวนมากอย่างเลี่ยงไม่ได้ และเพื่อให้ผู้เข้าใช้พื้นที่เคลื่อนกำแพงออกไปยังสถานที่ที่มีบรรยากาศที่ดีกว่า การกระทำนี้เปรียบกับการปฏิเสธขยะพลาสติกเพื่อเพิ่มอากาศบริสุทธิ์

ภาพที่ 104 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมวัสดุโดยการมองเห็น สภาวะและบรรยากาศ

ปริมาณวัสดุในงานสถาปัตยกรรมสื่อสารความหมายเดิมของวัสดุ กรณีศึกษา Head in the Clouds, NYC เป็นสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลที่สื่อความหมายในหลายมิติ ปริมาณวัสดุเป็นหนึ่งในสิ่งที่ผู้ออกแบบใช้สื่อสาร จำนวนขวดพลาสติกมากมายที่ใช้ในโครงการชั่วคราวให้ผู้คนเข้าใช้พื้นที่พักผ่อนหย่อนใจ ปริมาณขวดพลาสติกเหล่านี้เทียบเท่ากับปริมาณขวดพลาสติกที่ถูกทิ้งภายในเมืองเพียง 1 ชั่วโมง ผู้ออกแบบสะท้อนสถิติตัวเลขขยะขวดพลาสติกให้เห็นเป็นรูปธรรมมากขึ้นผ่านจำนวนวัสดุและความยิ่งใหญ่ของงานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

ภาพที่ 105 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมวัสดุโดยปริมาณ

วัสดุสื่อความหมายเดิมสอดคล้องกับการใช้งานอาคาร เนื้อหาภายในสื่อสารผ่านวัสดุสู่ภายนอก The PET pavilion, NYC อาคารชั่วคราวเพื่อการจัดนิทรรศการมุ่งเน้นไปที่ประเด็นของการสร้างที่ยั่งยืน การรีไซเคิลและของเสียโดยการทบทวนวิธีการพัฒนา การสร้าง และใช้อาคาร ผนังอาคารเป็นผนังขวดพลาสติกโดยใช้โครงสร้างสถาปัตยกรรมเดิมวัสดุสื่อสารเนื้อหาพื้นที่ใช้งานภายในอาคาร เนื้อหาที่จัดแสดงภายในโครงการเป็นการศึกษาการใช้ขยะพลาสติกเป็นวัสดุก่อสร้าง

ภาพที่ 106 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายเดิมของวัสดุสอดคล้องกับใช้งานอาคาร

- การสื่อความหมายสิ่งอื่น วัสดุสะท้อนให้ผู้พบเห็นหรือใช้งานนึกถึงสิ่งอื่น ตามวัตถุประสงค์ที่ผู้ออกแบบกำหนดขึ้น โดยวิธีการออกแบบที่แตกต่างกัน

ตัวอย่างเช่นการสื่อความหมายสิ่งอื่นด้วยสี รูปทรง และการจัดวางองค์ประกอบในงานสถาปัตยกรรม วัสดุถูกประกอบเข้าด้วยกันเป็นองค์ประกอบในงานสถาปัตยกรรม การเลือกตำแหน่งการจัดวางวัสดุที่แตกต่างกันสื่อความหมายหรือลวดลายให้ผู้พบเห็นหรือใช้งานนึกถึงสิ่งที่ผู้ออกแบบต้อการสื่อสาร กรณีศึกษา Rising Moon สร้างเพื่อเฉลิมฉลองเทศกาลไหว้พระจันทร์ ดวงจันทร์จึงเป็นจุดสนใจหลัก จากแนวคิดนี้นักออกแบบจึงสร้างดวงจันทร์สังเคราะห์ขนาดใหญ่ การสะท้อนของทะเลสาบทำให้เกิดภาพลวงตาทรงกลมจากครึ่งโดมจึงเรืองแสงสมบูรณ์

ภาพที่ 107 แสดงตัวอย่างการสื่อความหมายของวัสดุถึงสิ่งอื่น

2) วัสดุอัพไซเคิลแก้ปัญหาด้านสภาพอากาศในงานสถาปัตยกรรม สภาพอากาศเป็นปัจจัยหนึ่งที่ผู้ออกแบบสถาปัตยกรรมนำมาวิเคราะห์เป็นปัจจัยเป็นลำดับต้นที่ส่งผลต่อการออกแบบ ในบางกรณีถือเป็นปัญหาข้อจำกัดที่สำคัญ นอกจากวิธีการวางผังที่ผู้ออกแบบใช้แก้ปัญหาแล้ว วัสดุจึงเป็นอีกตัวเลือกหนึ่งที่ถูกนำมาศึกษา วิเคราะห์ พิจารณาและเลือกใช้เพื่อแก้ปัญหาด้านสภาพอากาศเช่นเดียวกัน

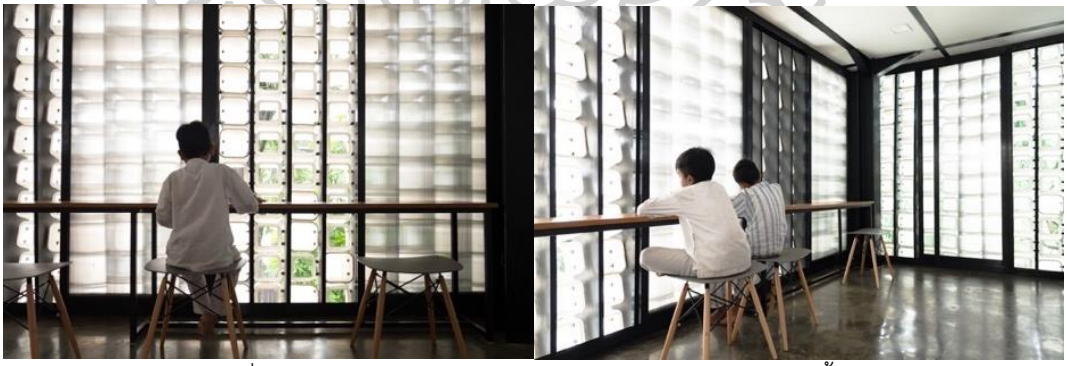
- ลดปริมาณแสงธรรมชาติ แสงธรรมชาติมีคุณประโยชน์ต่อมนุษย์โดยช่วยสร้างบรรยากาศที่อบอุ่น ปลอดภัย และผ่อนคลาย การมีแสงธรรมชาติในงานสถาปัตยกรรมช่วยส่งเสริมคุณภาพของที่ว่างสร้างภาพลักษณ์ที่ดี แต่แสงที่มากเกินไปซึ่งอาจก่อให้กระทบกับการใช้งานอาคารหรือมีแสงบาดตา วัสดุอัพไซเคิลถูกใช้งานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าวโดยการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของวัสดุ

ทิศทางตำแหน่งวัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเพื่อลดปริมาณแสง หลังจากการวิเคราะห์ทิศและสภาพอากาศในพื้นที่ วัสดุอัพไซเคิลถูกใช้แก้ปัญหาเรื่องความร้อนและแสงสว่างที่รุนแรง โดยระบุตำแหน่งการใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม The pet pavilion แสดงให้เห็นว่าอาคารชั่วคราวสามารถตอบสนองวัตถุประสงค์ได้เป็นอย่างดี ผู้ออกแบบกำหนดทิศทางติดตั้งขวดพลาสติกสีน้ำเงินซึ่งสามารถกรองแสงได้มากกว่าขวดสีใส เพื่อทำหน้าที่เป็นม่านติดตั้งทางทิศที่มีแสงมาก เพื่อให้อาคารใช้งานได้ดีในช่วงเวลากลางวัน นอกจากนี้ขวดยังทำหน้าที่เป็นพื้นหลังเพื่อจัดแสดงข้อมูลการศึกษาการใช้ขยะพลาสติกเป็นวัสดุก่อสร้าง

ภาพที่ 108 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การลดปริมาณแสงเข้าสู่ตัวอาคาร

- ปัญหาจากน้ำฝน ฝนไม่เพียงแค่นำสายลมและความชุ่มฉ่ำมาให้เย็นสบายได้เท่านั้น แต่อาจนำพาปัญหามากมายหากการออกแบบไม่ได้คำนึงถึงปัจจัยนี้มาก่อน

การปรับสภาพและจัดวางวัสดุเพื่อแก้ปัญหาจากน้ำฝน ผู้ออกแบบจะแสวงหาทางเลือกที่ดีกว่าเพื่อวัตถุประสงค์ที่ต้องการ นอกจากการเลือกใช้วัสดุเพื่อแก้ปัญหาสภาพอากาศ การปรับเปลี่ยนเพียงเล็กน้อยอาจให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าแม้ในวัสดุเดียวกัน กรณีศึกษา Bima Micro-library เลือกใช้กล่องพลาสติกเป็นวัสดุซึ่งซึ่งกล่องมีลักษณะเป็นกล่องที่สามารถจัดวางติดตั้งเรียงตัวกันได้โดยง่าย แต่ที่ตั้งอาคารมีภูมิอากาศลักษณะผสมผสาน ทั่วไปมีอากาศร้อนชื้น คือทั้งอากาศร้อนและมีฝน ผู้ออกแบบจึงต้องการแก้ปัญหาภายในอาคารระบายอากาศได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องปรับอากาศในฤดูร้อนและการระบายน้ำฝนในกรณีมีพายุในฤดูฝน ผู้ออกแบบตัดสินใจเจาะช่องเปิดเพื่อให้อากาศถ่ายเทในอาคาร ในขณะเดียวกันวัสดุถูกจัดวางโดยการเอียงกล่องพลาสติกเพื่อป้องกันน้ำฝนสาดเขาในตัวอาคาร แม้ไม่ใช่วิธีการติดตั้งที่ง่ายที่สุดแต่เป็นวิธีการที่สามารถแก้ปัญหาสภาพอากาศได้ดีที่สุด



ภาพที่ 109 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การระบายน้ำฝน

- ลดความร้อน แสงธรรมชาติในอาคารส่งผลให้อาคารน่าสนใจ เชื้อเชิญ และส่งเสริมการมีสุขภาวะที่ดีแก่อาคาร แต่ถ้ามากเกินไปอาจส่งผลให้อาคารรับความร้อนและถ่ายเทสู่ภายใน วัสดุอัพไซเคิลถูกใช้งานเพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว

ศักยภาพเดิมวัสดุเพื่อลดความร้อน วัสดุที่ส่งต่อผ่านงานสถาปัตยกรรมโดยกระบวนการอัพไซเคิลล้วนแล้วแต่คงสภาพเดิมหรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย เหตุนี้วัสดุจึงยังคงคุณสมบัติเดิม กรณีศึกษา Bottle house, Indonesia จุดมุ่งหมายของการออกแบบคือการสร้างสภาวะน่าสบายซึ่งเป็นสิ่งสำคัญสำหรับที่พักอาศัยโดยไม่ใช้เครื่องปรับอากาศ ซึ่งหลังจากผู้ออกแบบศึกษาศักยภาพของขวดแก้วสีชา พบว่าสามารถกรองแสงไม่ให้เข้าไปทำปฏิกิริยากับผลิตภัณฑ์ที่บรรจุอยู่ภายใน ดังนั้นขวดแก้วสีชาลดความเข้มของแสงจากภายนอก พื้นผิวของอาคารร้อยละ 60 ปกคลุมด้วยขวดแก้วลักษณะโค้งมนของขวดอนุญาติให้ลมสามารถผ่านได้ ผนังขวดจึงเป็นตัวช่วยให้ลมธรรมชาติไหลเวียนภายในอาคาร ประกอบกับขวดกักเก็บความร้อนไว้ภายในขวดส่งผลให้ความร้อนถ่ายเทสู่ภายในอาคารลดลง

ภาพที่ 110 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาสภาพอากาศ การลดความร้อน

3) วัสดุอัพไซเคิลแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ปัญหาความพร้อมของทรัพยากร งบประมาณ ความรู้ที่มีอยู่อย่างจำกัดโดยใช้วัสดุอัพไซเคิลเพื่อแก้ปัญหาสิ่งเหล่านี้

- ต้นทุนต่ำ งบประมาณที่จำกัดส่งผลต่อการก่อสร้าง และการพิจารณาเลือกใช้วัสดุ ถือเป็นข้อจำกัดหนึ่งที่เจ้าของโครงการมีส่วนร่วมในการกำหนดและตัดสินใจ โครงการ Li Rongjun office, China สถาปนิกต้องการเรือนกระจกในงบประมาณที่จำกัดเพื่อใช้เป็นสำนักงานบริษัทสถาปนิกของเขาเอง ผู้ออกแบบศึกษาเพื่อหาตัวเลือกวัสดุที่ราคาต่ำกว่ากระจกแต่มีคุณสมบัติใกล้เคียงซึ่งขวดแก้วถูกใช้แทนวัสดุก่อสร้างอย่างกระจกที่มีราคาแพง ขวดแก้วถูกนำมาพิจารณาซึ่งใช้งบประมาณไปเพียง 70,000 หยวน ผนังชั้นสองของอาคารหลังนี้ซ้อนชั้นขวดแก้วสีเขียวอย่างน้อย 40 ชั้นผูกยึดเข้าด้วยกัน ด้านในเป็นดินทับด้วยซีเมนต์และชั้นนอกผนึกด้วยหินที่มีอยู่ในพื้นที่

ภาพที่ 111 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ต้นทุนต่ำ

- ก่อสร้างและรื้อถอนง่าย ผู้ออกแบบต้องการวัสดุที่ง่ายต่อการก่อสร้าง อาจอยู่ในระดับที่ผู้ดำเนินการไม่มีความรู้พื้นฐานด้านการก่อสร้าง สามารถดำเนินการได้ ประเทศเลบานอล (Lebanon) มีอัตราส่วนผู้ลี้ภัยต่อหัวสูงที่สุดในโลก (จากการศึกษาของ UN) ที่พักพิงเป็นส่วนหนึ่งของปัญหาดังกล่าว Emergency Shelter ECS-p1, Lebanon คิดการออกแบบโดยใช้สิ่งของทั่วไปในชีวิตประจำวันที่ผู้บริโภคทั่วโลกเข้าถึงได้ง่ายสิ่งสำคัญคือต้องเป็นวิธีที่ผู้ลี้ภัยสร้างหรือปรับแต่งที่พักพิงของตนเองได้ในระยะเวลาอันสั้น

ภาพที่ 112 แสดงตัวอย่างวัสดุแก้ปัญหาด้านเศรษฐกิจ ก่อสร้างรื้อถอนง่าย

4) วัสดุอัพไซเคิลสนองความต้องการเชิงนิเวศในงานสถาปัตยกรรม การออกแบบอย่างมีความรับผิดชอบสภาพแวดล้อมที่มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่น ท้องถิ่นมีส่วนร่วม และคำนึงถึงผลกระทบ

- กลมกลืนกับสภาพแวดล้อม มีเอกลักษณ์เฉพาะถิ่นแสดงถึงที่ตั้งพร้อมกับให้ชุมชนท้องถิ่นเข้ามามีส่วนร่วม ตัวอย่างเช่นเรือนเพาะชำก่อสร้างง่าย มีประสิทธิภาพ และยั่งยืน กลมกลืนกับสภาพแวดล้อมสื่อถึงที่ตั้ง Bottle sail, Vietnam สถานที่ตั้งก่อกำเนิดแนวคิดรูปทรงอาคารเกี่ยวกับการแล่นเรือใบ ภาพลักษณ์ที่คุ้นเคยของบ้านที่ประกอบอาชีพชาวประมงและเกษตรกร สีเขียวของ

ขวดกลมกลืนกับต้นไม้โดยรอบ และเส้นโค้งที่รวมกันจากขวดพลาสติกที่เปล่งประกายราวกับเรือที่กำลังเคลื่อนไหวได้ นอกจากนี้การก่อสร้างเน้นไปที่แรงงานความร่วมมือของคนในชุมชนท้องถิ่น

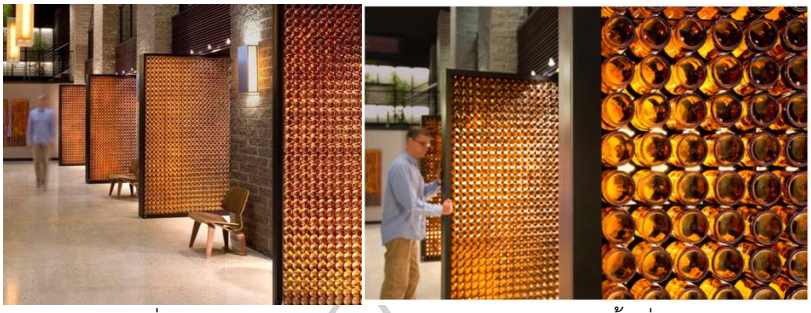
ภาพที่ 113 แสดงตัวอย่างความต้องการความต้องการเชิงนิเวศกลมกลืนกับสภาพแวดล้อม

- วงจรวัสดุ ผู้ออกแบบคำนึงถึงผลกระทบในการออกแบบ ก่อสร้าง รื้อถอน อย่างมีความรับผิดชอบและมีการจัดการอย่างยั่งยืนต่อวัสดุ ผู้ออกแบบจินตนาการถึงอนาคตที่ธรรมชาติจะถูกนำกลับเข้ามาในเมือง กรณีศึกษา Living pavilion, Island อาคารชั่วคราวถูกสร้างขึ้นเพื่อใช้ในฤดูร้อน ไม่เพียงแต่ใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานเท่านั้น ผู้ออกแบบมีแนวคิดเพิ่มเติมเมื่อสิ้นสุดการใช้งานเดิมวัสดุสามารถแยกส่วนถอดและกระจายลังนมพลาสติกที่ปลูกต้นไม้แล้วไปยังพื้นที่ในเมืองเพื่อใช้ในบ้านสถานที่สาธารณะ และสวนในชุมชน

ภาพที่ 114 แสดงตัวอย่างความต้องการความต้องการเชิงนิเวศวงจรวัสดุ

5) วัสดุอัพไซเคิลเพื่อปิดล้อมให้เกิดพื้นที่ส่วนตัว และการใช้งานที่ยืดหยุ่น พื้นที่อเนกประสงค์เพื่อตอบสนองความต้องการที่หลากหลาย เช่น โครงการ The Blatz, USA อาคารที่มีความหลากหลายด้านการใช้งานในพื้นที่ที่จำกัด พื้นที่นั่งกั้นด้วยประตูขวดขนาดใหญ่หลายบานซึ่งเป็นส่วน

หลักที่สำคัญด้านประโยชน์ใช้สอย ประตูขวดปรับเปลี่ยนได้ตามต้องการสามารถใช้เป็นพื้นที่เปิดโล่งขนาดใหญ่หนึ่งแห่งหรือแบ่งเป็นพื้นที่ส่วนตัวขนาดเล็ก



ภาพที่ 115 แสดงตัวอย่างความต้องการปิดล้อม และพื้นที่ใช้งาน

4.2.3 Study of Material

การศึกษาศักยภาพของวัสดุ เป็นขั้นตอนที่อาจเกิดขึ้นหรือไม่เกิดขึ้นในกระบวนการขึ้นอยู่กับประสบการณ์ของผู้ออกแบบที่มีต่อวัสดุ

1) การศึกษาความพร้อมและปริมาณวัสดุ ผู้ออกแบบศึกษาวัสดุที่มีอยู่ หรือสามารถหาได้ภายในพื้นที่ ซึ่งวัสดุอัพไซเคิลมีขั้นตอนการจัดหาที่ซับซ้อนกว่าวัสดุทั่วไป ประกอบกับงานสถาปัตยกรรมต้องใช้วัสดุในปริมาณมาก การศึกษาความพร้อมของวัสดุสามารถลดความเสี่ยงในการเปลี่ยนวัสดุระหว่างการออกแบบหรือก่อสร้างได้

2) การศึกษาศักยภาพเดิมของวัสดุ ผู้ออกแบบที่ต้องดำเนินการในขั้นตอนนี้มักไม่มีประสบการณ์กับวัสดุอาจค้นพบวัสดุและสันนิฐานเบื้องต้นถึงความเป็นไปได้ของการใช้วัสดุดังกล่าว ส่งผลให้ผู้ออกแบบมีความสนใจในวัสดุนั้นเป็นพิเศษ และเลือกวัสดุเพื่อศึกษาศักยภาพ ประเมินความเป็นไปได้ในการใช้วัสดุดังกล่าว และกำหนดองค์ประกอบในโครงการ เช่น Bottle house, Indonesia ผู้ออกแบบพบเจอขวดเครื่องดื่มชูกำลังบ่อยครั้ง และสันนิฐานว่าขวดแก้วสีชาอาจสามารถกรองแสงได้คล้ายกับการใส่แว่นกันแดด เมื่อมีโอกาสในการใช้งานวัสดุเพื่อเป็นกรอบอาคารจึงเกิดการศึกษาศักยภาพและพบว่าข้อสันนิฐานนั้นเป็นจริง

ในกรณีที่ไม่เกิดการไม่ศึกษาศักยภาพของวัสดุ ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุดังกล่าวก่อนหน้าการเกิดโครงการ เช่นการจัดการวัสดุชนิดเดียวกันด้วยวิธีการเดียวกัน กรณีศึกษา Bottle sail ผู้ออกแบบมีประสบการในการใช้วัสดุกับโครงการ Vegetable Nursery House ในปี 2013 ก่อนใช้วิธีการเดียวกันกับ Bottle sail ในปี 2014

ภาพที่ 116 แสดงโครงการ Vegetable Nursery House และ Bottle sail

3) การศึกษาความเป็นไปได้ของวัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม การศึกษาศักยภาพทำให้ทราบจุดแข็งและจุดด้อยของวัสดุอย่างละเอียด ผู้ออกแบบเลือกใช้จุดแข็งของวัสดุที่ตรงกับความต้องการในงานสถาปัตยกรรม จากกรณีศึกษามีเหตุผลที่เลือกใช้จากศักยภาพเดิมของวัสดุ

- ขวดแก้ว มีความแข็งแรง รับน้ำหนักได้มากถึง 50 กิโลกรัม โปร่งแสงและมันวาวคล้ายกระจก สีของขวดลดความเข้มของแสงจากภายนอก ขวดกักเก็บอุณหภูมิความร้อนไว้ด้านใน รูปทรงโค้งที่เรียงเชื่อมต่อกันมีช่องว่าที่ทำให้อากาศถ่ายเทได้ ทำความสะอาดง่ายและราคาถูก

- ขวดพลาสติก ใสมองเห็นทะลุผ่านได้ดี โปร่งแสง น้ำหนักเบา ไม่เปราะแตกง่าย ปรับเปลี่ยนสภาพได้ง่าย ขวดสีช่วยลดความเข้มของแสง ขวดมีลักษณะเฉพาะที่สามารถใช้ร่วมกับฝาขวดเพื่อยึดโยงบางสิ่งเข้าด้วยกัน

- กล่อง / ลังพลาสติก แข็งแรง มีความคงทนสามารถใช้ซ้ำได้หลายครั้ง ง่ายต่อการประกอบเข้าด้วยกัน กรองแสงจากภายนอก รับน้ำหนักได้มาก มีศักยภาพที่จะบรรจุสิ่งของไว้ด้านใน

4.2.4 Revise design

การออกแบบสถาปัตยกรรมจากวัสดุอัพไซเคิลในกรณีไม่มีการอธิบายการปรับแก้ไขแบบที่ชัดเจนในกรณีศึกษา อย่างไรก็ตามแม้ไม่มีการอธิบายที่ชัดเจนแต่สามารถรับรู้โดยสัญชาตญาณ ในทุกการออกแบบมีการแก้ไข แต่ผู้ออกแบบมักไม่อธิบายถึงความผิดพลาดและให้ความสนใจกับความสำเร็จ ซึ่งในทางปฏิบัติผู้ออกแบบสร้างกฎเกณฑ์บางประการสำหรับการแก้ไขสถาปัตยกรรม สิ่งแรกที่ผู้ออกแบบกระทำคือกำหนดประเภทของการเปลี่ยนแปลงสถาปัตยกรรมที่สามารถทำได้ โดยจัดหมวดหมู่การเปลี่ยนแปลงเป็นการเปลี่ยนแปลง "เล็กน้อย" และ "สำคัญ" การเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยคือการแก้ไขการออกแบบ การปรับปรุงอย่างง่ายและการเปลี่ยนแปลงสำคัญที่นำไปใช้ในทั่วทั้งกระบวนการ

จากกรณีศึกการการปรับแก้ไขแบบที่เกิดขึ้นเป็นการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย การวางกรอบแนวคิด วัตถุประสงค์คงเดิม แต่ปรับแก้เพื่อให้ได้งานสถาปัตยกรรมที่ดีกว่า เช่น การเพิ่มองค์ประกอบ

เพื่อความแข็งแรง การเปลี่ยนวัสดุด้วยเหตุผลด้านทรัพยากร การเปลี่ยนแปลงวิธีจัดการหรือเตรียมวัสดุเพื่อให้มีความเสถียรมากยิ่งขึ้น เป็นต้น

4.2.5 identify likely sources / seek /purchase good

การอัพไซเคิลปรับมุมมองการเลือกใช้วัสดุแทนที่จะมองว่าวัสดุในช่วงสุดท้ายของชีวิตแรกเป็นปัญหา กลับมองว่าคือโอกาสที่ดีในการยืดอายุวัฏจักรของวัสดุอีกทางหนึ่ง แม้ว่าเป็นของเสียในบริบทหนึ่งแต่เป็นวัตถุดิบในบริบทใหม่ ซึ่งเป็นการใช้ซ้ำของวัสดุตามข้อกำหนดของผู้ออกแบบภายใต้กรอบการอัพไซเคิล ขั้นตอนการระบุแหล่งที่มาเพื่อเตรียมความพร้อมของทรัพยากรหรือวัสดุ จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ผู้ออกแบบคำนึงถึงหลังจากการกำหนดวัสดุและต่อเนื่องกับขั้นตอนการจัดหา ซึ่งวัสดุอัพไซเคิลมักใช้เวลาในการจัดหามากกว่าวัสดุทั่วไป การระบุขอบเขต ผู้รับผิดชอบ หรือแหล่งที่มาที่เป็นไปได้ จึงเป็นขั้นตอนที่สำคัญและเพิ่มโอกาสประสบความสำเร็จในงานสถาปัตยกรรม

1) แหล่งที่มาวัสดุจากผู้บริโภคโดยตรง ผู้ออกแบบติดต่อผู้บริโภคแสดงความต้องการวัสดุและได้รับความร่วมมือ เช่น ขวดน้ำพลาสติกจากองค์กรที่เป็นผู้บริโภค กล่องนมจากโรงเรียน การบริจาคขวดแก้วจากนักดื่ม เป็นต้น โครงการ Bottle sail ระบุแหล่งที่มาและจัดหาวัสดุด้วยวิธีการนี้ขวดพลาสติกถูกรวบรวมโดยได้รับความร่วมมือจากศูนย์วิจัยและการพัฒนาด้านสาธารณสุข COHED รวบรวมจากการบริโภคภายในองค์กรและชุมชนในท้องถิ่น วิธีการเชื่อมต่อวัสดุต้องใช้ขวดขนาดเดียวกันการรวมวัสดุจากผู้บริโภคโดยตรงส่งผลให้ขนาดวัสดุที่ได้มาเสถียรมากขึ้น ร่นระยะเวลาการจัดหาและเพิ่มโอกาสความสำเร็จให้โครงการ

ภาพที่ 117 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากผู้บริโภคโดยตรง

2) แหล่งที่มาวัสดุจากถังขยะ วัสดุหลุดพ้นจากมือผู้บริโภคสู่ถังขยะ และผู้ออกแบบดำเนินการการคัดแยก รวบรวมวัสดุที่กลายเป็นขยะหรือถูกทิ้งแล้ว ตัวอย่างโครงการวัดป่ามหาเจดีย์แก้ว เกิดความเบื่อหน่ายขยะที่ถูกทิ้งในพื้นที่ซึ่งเป็นขวดแก้วจำนวนมากจึงเริ่มคัดแยกขวดแก้วที่ถูกทิ้ง

ออกจากของเสียประเภทอื่น และรวบรวมขวดแก้วที่ใช้งานได้เพื่อสร้างงานสถาปัตยกรรมจนได้รับการยอมรับจากชุมชน

3) แหล่งที่มาวัสดุจากผู้รวบรวม เป็นการรวมวัสดุที่มีคนกลางรับผิดชอบการรวบรวม จัดหาวัสดุ ผู้ออกแบบมอบหมายให้คนกลงรวบรวมจัดหาให้ เช่น จ้างคนเก็บขยะรวมวัสดุที่ต้องการ มอบหมายให้เป็นหน้าที่ผู้รับเหมา หรือซื้อจากศูนย์รีไซเคิล เป็นต้น โครงการ Bottle House, Indonesia จัดหาวัสดุจากผู้รวบรวม 2 ทาง ได้แก่ ผู้รับเหมาที่รวบรวมขวดแก้วครึ่งหนึ่งจากถังขยะในเมืองบันดุงและเมืองใกล้เคียงอย่างจาการ์ตา ตาสิกมาลายา ซิเรบอน และอีกครึ่งหนึ่งมาจากคนเก็บขยะ รวมทั้งหมด 30,000 ขวดใช้เวลา 6 เดือน หรือโครงการ The PET pavilion ผู้ออกแบบจัดซื้อขวดพลาสติกที่รวบรวมและปรับสภาพด้วยการบีบอัดจากศูนย์การรีไซเคิล อย่างไรก็ตามการจัดหาวัสดุจากศูนย์รีไซเคิลยังต้องยึดหลักการอัพไซเคิล คือวัสดุไม่ผ่านกระบวนการหลอมหรือใช้สารเคมี และยังรับรู้ถึงการใช้งานเดิมได้

ภาพที่ 118 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากผู้รวบรวม

การระบุแหล่งที่มาของวัสดุ การจัดหาวัสดุไม่จำเป็นต้องได้มาซึ่งทางใดทางหนึ่งหรือวิธีการใดวิธีการหนึ่งเท่านั้น โครงการ Head in the Clouds, NYC ระบุแหล่งที่มาของวัสดุว่าเป็นการรวบรวมจากโรงเรียน ธุรกิจ สำนักงาน องค์กรที่ให้ความร่วมมือแต่ในขั้นตอนการจัดหาวัสดุกลับไม่เพียงพอในระยะเวลาที่กำหนด ผู้ออกแบบจึงแก้ปัญหาโดยการเพิ่มแหล่งที่มาของวัสดุ จึงสามารถรวบรวมขวดพลาสติกที่ใช้เป็นวัสดุ 53,780 ขวดได้ทัน ผู้ออกแบบแสดงความคิดเห็นว่าการจัดหาวัสดุภายใต้ระยะเวลาที่กำหนดถือเป็นความท้าทายหนึ่งของการดำเนินงาน

ภาพที่ 119 แสดงตัวอย่างแหล่งที่มาวัสดุจากหลากหลายทาง

4.2.6 revise design, seek / purchase goods, find alternatives if necessary

ขั้นตอนการหาตัวเลือกวัสดุใหม่ไปจนถึงการปรับปรุงปรับสภาพวัสดุใหม่ จะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อวัสดุที่กำหนดไว้ไม่สามารถใช้ได้จริงหรือไม่มีความพร้อม เช่น การกำหนดวัสดุและแหล่งที่มาที่ชัดเจน แต่เมื่อถึงขั้นตอนการจัดหาวัสดุ วัสดุไม่มาสามารถจัดหาได้ในปริมาณที่ต้องการ หรือมีปัจจัยบางประการในรายละเอียดที่ไม่เป็นไปตามที่ผู้ออกแบบกำหนด ในกรณีศึกษา Micro library, Indonesia อธิบายการเปลี่ยนวัสดุโดยให้เหตุผลถึงปริมาณวัสดุที่ไม่เพียงพอเมื่อต้องจัดการเตรียมการก่อนการก่อสร้าง ซึ่งผู้ออกแบบตัดสินใจเลือกใช้วัสดุใหม่เพื่อแก้ปัญหา

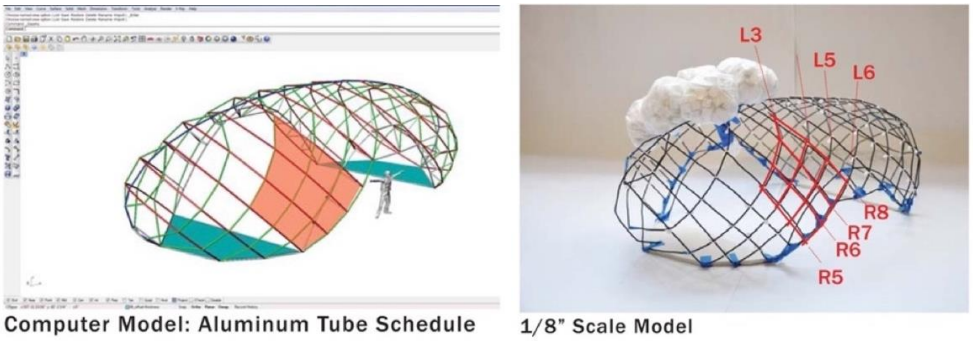
ภาพที่ 120 แสดงตัวอย่าง revise design, seek / purchase goods, find alternatives if necessary

อย่างไรก็ตามถึงแม้จะมีการเลือกวัสดุใหม่แต่ไม่ส่งผลต่อทั้งกระบวนการ วัสดุใหม่ที่ถูกเลือกมักมีลักษณะทางกายภาพที่คลายคลึงกับวัสดุเดิม เช่น วัสดุเดิมมีลักษณะเป็นกล่องวัสดุใหม่ที่ถูกเลือกมักเป็นกล่องเช่นกัน การปรับแก้การออกแบบจึงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย

4.2.7 Detail design

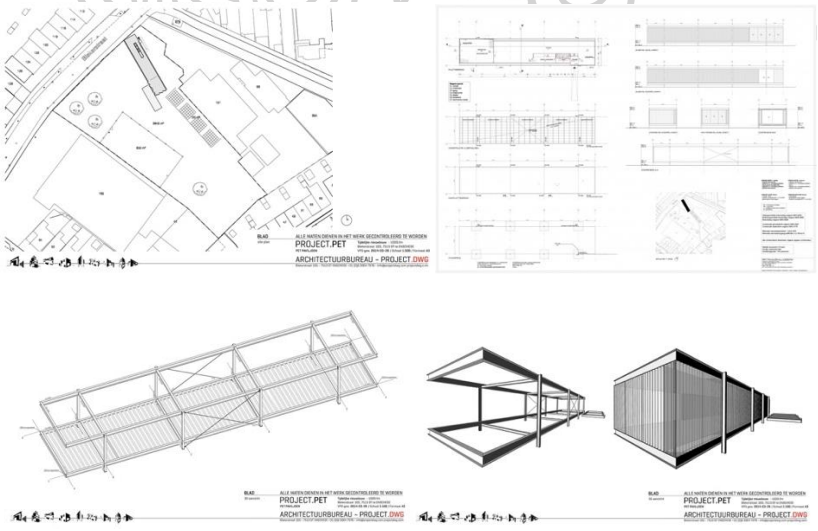
การออกแบบรายละเอียดการออกแบบแนวความคิด เค้าร่างจะถูกลงรายละเอียด ไปจนถึงรายละเอียดด้านวัสดุ การจัดการ การเชื่อมต่อวัสดุและการทำแบบเพื่อเป็นแนวทางปฏิบัติในโครงการ ซึ่งในแต่ละโครงการให้รายละเอียดที่แตกต่างกัน

1) ออกแบบรายละเอียดโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม โครงการ Head in the Clouds, NYC พยายามสร้างรูปทรงที่คล้ายกับเมฆซึ่งไม่ใช่สิ่งที่เกิดขึ้นบ่อยงานสถาปัตยกรรม การออกแบบโครงสร้างถูกลงรายละเอียดในขั้นตอนนี้



ภาพที่ 121 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดโครงสร้าง

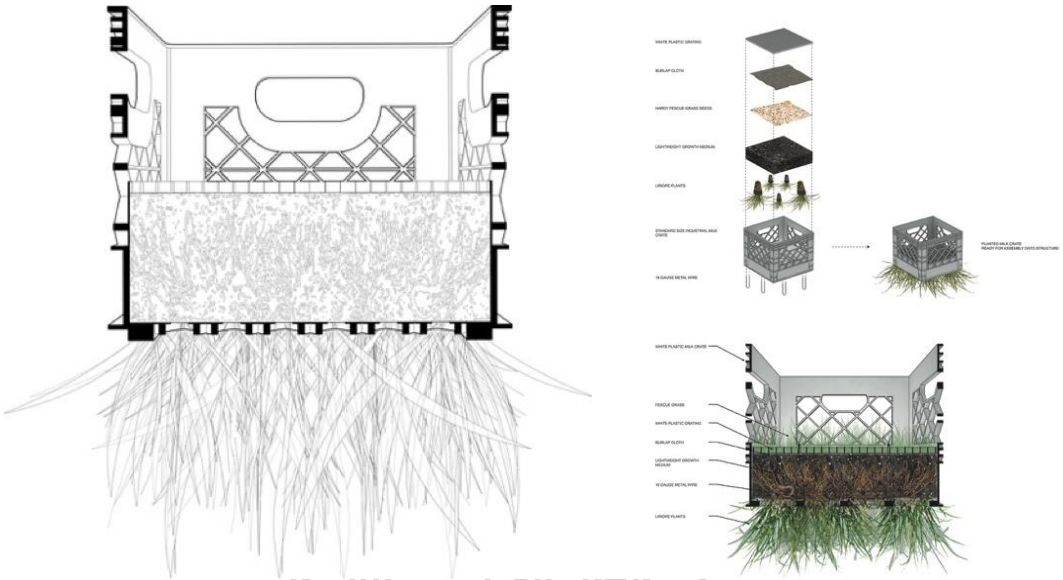
2) การออกแบบรายละเอียดการวางผัง โครงการ The PET pavilion, NYC ใช้โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมบ้าน Farnsworth House ของ Ludwig Mies van der Rohe โดยมีการเปลี่ยนแปลงที่ตั้งและการใช้งาน ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบทำการออกแบบรายละเอียดการวางผังอาคารเพื่อให้เหมาะสมกับที่ตั้งและการใช้งานใหม่ ผสานกับตำแหน่งของการใช้วัสดุอัพไซเคิลในอาคาร



ภาพที่ 122 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการวางผัง

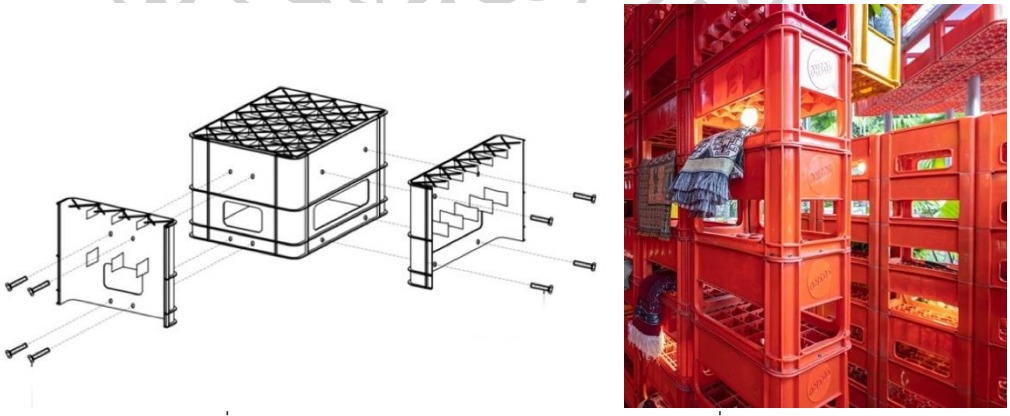
3) การออกแบบรายละเอียดการปรับสภาพวัสดุ โครงการ Living pavilion, Island เน้นการออกแบบรายละเอียดไปที่การปรับวัสดุให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยโครงการนี้ต้องการใช้งานในฤดู

ร้อน การปลูกต้นไม้ภายในลังที่เป็นวัสดุอัพไซเคิลตอบสนองได้เป็นอย่างดี ผู้ออกแบบลงรายละเอียดชนิดต้นไม้ ดิน และการลำดับชั้นที่จะสามารถทำให้ต้นไม้ดำรงอยู่ได้



ภาพที่ 123 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการปรับสภาพวัสดุ

4) การออกแบบรายละเอียดการเชื่อมต่อ โครงการ Kotakrat pavilion, Island ออกแบบรายละเอียดการเชื่อมต่อลังพลาสติกที่อยู่ในทุกองค์ประกอบของงาน การกำหนดจุดยึดวัสดุเพื่อให้มีความแข็งแรงทนต่อสภาพแวดล้อมทางสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 124 แสดงตัวอย่างการออกแบบรายละเอียดการเชื่อมต่อวัสดุ

4.2.8 Mock-up

แบบจำลองถือเป็นการสื่อสารอย่างหนึ่งจากผู้ออกแบบสู่ผู้ปฏิบัติงานก่อสร้าง แต่การสร้างแบบจำลองไม่เกิดขึ้นในทุกงานสถาปัตยกรรมอาจขึ้นอยู่กับประสบการณ์ผู้ออกแบบและผู้ดำเนินการ

ก่อสร้าง ในกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีวัตถุประสงค์ของการสร้างแบบจำลองมากกว่าการสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบกับผู้ดำเนินการก่อสร้าง

1) การสร้างแบบจำลองเพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ของโครงการ ผู้ออกแบบสร้างแบบจำลองเพื่อทดลอง ตรวจสอบแนวความคิด รายละเอียดการออกแบบว่าสามารถเป็นไปได้จริง ก่อนการก่อสร้าง ตัวอย่างโครงการ The PET pavilion, NYC และโครงการ Head in the Clouds, NYC การทำแบบจำลองมักเกิดในโครงการที่มีรายละเอียดโครงสร้างทางสถาปัตยกรรม หรือการจัดการวัสดุในวิธีการใหม่

ภาพที่ 125 แสดงตัวอย่างการทำแบบจำลอง 1:1 โครงการ The PET pavilion และโครงการ Head in the Clouds

2) สร้างแบบจำลองเพื่อเป็นตัวอย่างผู้ปฏิบัติงาน การออกแบบอัพไซเคิลเป็นการออกแบบเลือกใช้วัสดุที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้งานด้านสถาปัตยกรรม ผู้ออกแบบจะออกแบบรายละเอียดการเชื่อมต่อระว่างวัสดุกับวัสดุหรือวัสดุกับโครงสร้างซึ่งมีความเฉพาะในแต่ละโครงการ ตัวอย่างโครงการ Micro library, Indonesia ผู้ออกแบบทำงานร่วมกับช่างท้องถิ่นซึ่งการสื่อสารผ่านแบบเพียงอย่างเดียวอาจไม่เพียงพอ การสร้างแบบจำลองเพื่อให้ผู้ดำเนินการก่อสร้างมีต้นแบบลดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนระหว่างผู้ออกแบบและผู้ปฏิบัติงานได้

ภาพที่ 126 แสดงตัวอย่างการทำแบบจำลอง 1:1 Micro library, Indonesia

4.2.9 Material preparation

วัสดุอัพไซเคิลเป็นวัสดุที่ถูกใช้ซ้ำหมดอายุการใช้งานในหน้าที่เดิมและเปลี่ยนบริบทเพื่อใช้งานในหน้าที่ใหม่ ดังนั้นวัสดุจะต้องเตรียมการเพื่อความพร้อมในการติดตั้งหรือก่อสร้าง

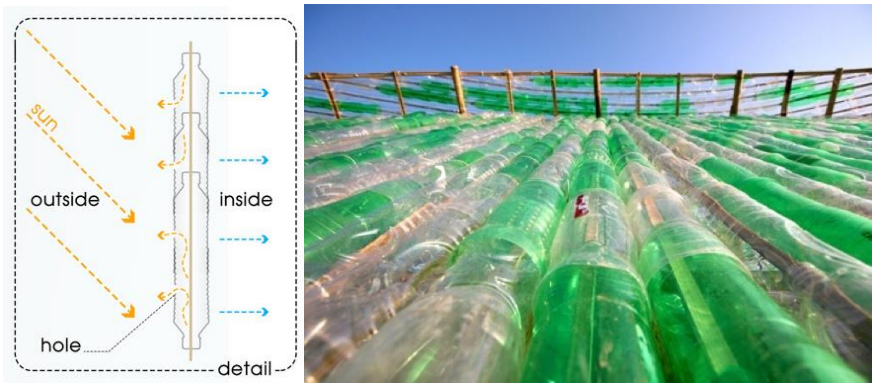
1) การทำความสะอาด แม้จะไม่ถูกอธิบายถึงมากนักแต่การทำความสะอาดวัสดุสามารถรับรู้ได้โดยสัญชาติญาณเนื่องจากเป็นการใช้วัสดุอัพไซเคิลซึ่งเคยผ่านการใช้งานมาแล้ว การทำความสะอาดหลังจากการจัดหารวมรวมจึงเป็นสิ่งสำคัญ

2) การปรับสภาพและจัดการวัสดุ วัสดุอัพไซเคิลจะถูกปรับเปลี่ยนเล็กน้อยเพื่อสนองความต้องการหรือบรรลุวัตถุประสงค์ในการออกแบบ

- การบรรจุ เนื่องจากคุณสมบัติเดิมของบรรณจุภัณฑ์ที่ภายในมีความกลวงโปร่ง การปรับสภาพโดยการบรรจุบางสิ่งเพื่อบรรลุเป้าหมายทางสถาปัตยกรรมจึงทำได้โดยง่ายและถือเป็นความสามารถเฉพาะตัวของวัสดุดังกล่าว เช่น โครงการ Living pavilion, Island เลือกวิธีการปลูกต้นไม้ในลังพลาสติกก่อนการติดตั้งก่อสร้างเพื่อเป็นส่วนช่วยเรื่องอุณหภูมิ หรือโครงการ Head in the Clouds บรรจุน้ำผสมสีลงในขวดเพื่อสร้างบรรยากาศให้ผู้เข้าใช้ตีความหมายถึงสิ่งที่ผู้ออกแบบต้องการสื่อสาร

ภาพที่ 127 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบรรจุ

- การตัด บรรจุภัณฑ์เป็นวัสดุที่ไม่ได้ถูกออกแบบเพื่อใช้เป็นวัสดุเพื่องานสถาปัตยกรรมโดยตรง การดัดแปลงโดยการตัด หรือลดทอนบางส่วนทำให้เกิดการก่อตัวในรูปแบบใหม่ วิธีการใหม่หรือสนองความต้องการของผู้ออกแบบ เช่น โครงการ Bottle sail, Vietnam ขวดพลาสติกถูกตัดส่วนท้ายออกเพื่อให้สามารถซ้อนทับกันได้



ภาพที 128 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการตัด

- การเจาะ วัสดุที่ไม่ได้ถูกออกแบบเพื่องานสถาปัตยกรรมจำเป็นต้องมีโครงสร้างที่แข็งแรง วิธีการเจาะจึงถูกใช้เพื่อยึดโยงกับโครงสร้าง นอกจากนี้ด้านการออกแบบการเจาะถูกใช้เพื่อบรรจุเป้าหมายอื่น เช่น โครงการ Micro library, Indonesia เจาะส่วนล่างของกล่องเพื่อให้เป็นช่องระบายอากาศและการสื่อสารข้อความกระตุ้นความสนใจที่สอดคล้องกับการใช้งาน

ภาพที่ 129 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการเจาะ

- การบีบอัด บรรจุภัณฑ์มีหลากหลายประเภทโดยมีคุณสมบัติที่แตกต่างกัน ประเภทที่มีความแข็งแรงจะมีความยืดหยุ่นต่ำ ในทางตรงกันข้ามบางประเภทมีความแข็งแรงต่ำมีความยืดหยุ่นสูง ประเภทที่มีความยืดหยุนสูงจะสามารถบีบอัดให้มีลักษณะตามที่ผู้ออกแบบต้องการ เช่น โครงการ Transitable plastic, Singapore ขวดพลาสติกถูกบีบอัด และทำให้เป็นสุญญากาศภายในถุงพลาสติกเรียงต่อกันมีลักษณะเป็นผนังอาคาร

ภาพที่ 130 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบีบอัด

- การบด หรือย่อยให้เล็ก วิธีนี้ถูกใช้แพร่หลายในอุตสาหกรรมออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งผ่านกระบวนการด้านอุตสาหกรรม แต่ในทางสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลการบดหรือย่อยวัสดุพบได้น้อย เนื่องจากการบดวัสดุจะมีขนาดเล็กลงส่งผลให้ต้องใช้วัสดุเพิ่มมากขึ้น และอาจใช้แรงงานเพิ่มขึ้น เช่น โครงการ Early BKK Café, Thailand ขวดเบียร์ที่แตกเป็นชิ้นเล็กถูกใช้โดยผนึกเข้าด้วยกันเป็นส่วนประกอบหลักของเคาน์เตอร์และพื้นห้องน้ำ ซึ่งมีลักษณะคล้ายพื้นหินขัดทรายล้าง ซึ่งเป็นองค์ประกอบย่อยในโครงการ

ภาพที่ 131 แสดงตัวอย่างการปรับสภาพและจัดการวัสดุโดยการบด

3) การเชื่อมต่อระหว่างวัสดุอัพไซเคิลกับวัสดุอัพไซเคิล วัสดุอัพไซเคิลบางอย่างไม่สามารถยึดกับโครงสร้างทางสถาปัตยกรรมได้โดยตรงหรือการยึดโดยตรงมีผลกระทบต่อรูปแบบของงานสถาปัตยกรรม ผู้ออกแบบจะเตรียมวัสดุโดยการรวมวัสดุเข้าด้วยกันกันก่อนติดตั้งกับโครงสร้างหรือเข้าสู่ขั้นตอนการก่อสร้าง เช่น โครงการ Head in the Clouds, NYC ที่ใช้ตาข่ายเชื่อมต่อเข้าด้วยกันและใช้ฝาขวดเป็นตัวล๊อคขวดพลาสติกกับตาข่ายหรือโครงการ Bottle sail เชื่อมต่อวัสดุโดยการใช้ไม้ไผ่ในการรอยขวดเข้าด้วยกัน

ภาพที่ 132 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุอัพไซเคิลกับวัสดุอัพไซเคิล

การเตรียมวัสดุเป็นขั้นตอนหลักที่ทุกโครงการต้องดำเนินการ การทำความสะอาด การปรับสภาพและจัดการวัสดุตลอดจนการเชื่อมต่อระหว่างวัสดุอัพไซเคิลกับวัสดุอัพไซเคิล กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมอาจทำการเตรียมวัสดุมากกว่าหนึ่งขั้นตอน

4.2.10 Construction

1) การก่อสร้างสถาปัตยกรรมเดิม การดำเนินงาน วิธีการดำเนินการก่อสร้าง ขั้นตอนการก่อสร้างเป็นขั้นตอนเดียวกันกับการก่อสร้างสถาปัตยกรรมที่ดำเนินการกันทั่วไป ในการก่อสร้างลักษณะนี้ส่วนมากวัสดุอัพไซเคิลมักทำหน้าที่เป็นวัสดุกรุผิวอาคารหรือเป็นส่วนตกแต่ง ตัวอย่างกรณีศึกษาวัดป่ามหาเจดีแก้ว ขวดแก้วใช้เป็นวัสดุผิวของอาคาร องค์ประกอบด้านโครงสร้างและวิธีการเป็นไปตามงานสถาปัตยกรรมที่เคยดำเนินการกันทั่วไปอย่างแพร่หลายแพร่หลาย

ภาพที 133 แสดงโครงการวัดป่ามหาเจดีแก้ว ตัวอย่างการก่อสร้างสถาปัตยกรรมเดิม

2) การก่อสร้างสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลเดิม การดำเนินการก่อสร้างโดยใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมที่ดำเนินการกันอย่างแพร่หลายจนกลายเป็นแนวทางปฏิบัติ ตัวอย่างโครงการ Li Rongjun office, China แม้จะมีการถกเถียงกันในเรื่องของความแข็งแรงและการรับน้ำหนักของวัสดุขวดแก้วที่ใช้ในโครงการ แต่การก่อสร้างที่ผู้ออกแบบใช้เป็นวิธีการที่ถูกใช้ในหลายโครงการก่อนหน้า เช่น โครงการบ้านเอิร์ทชิป (Earthships) ในปี 1971 หรือ Tom Kelly's Bottle และมีการก่อสร้างในลักษณะเดียวกันอย่างต่อเนื่องซึ่งใช้วัสดุอัพไซเคิลชนิดเดียวกัน

ภาพที่ 134 แสดงโครงการ บ้านเอิร์ทชิป (ซ้าย) และโครงการ Li Rongjun office (ขวา) ตัวอย่างการก่อสร้างสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลเดิม

3) การก่อสร้างเฉพาะโครงการ โครงการมีการออกแบบที่ซับซ้อน หรือถูกออกแบบโครงสร้างหรือรายละเอียดมาสำหรับโครงการโดยเฉพาะซึ่งไม่เคยเกิดขึ้นมาก่อน ตัวอย่างกรณีศึกษา Head in the Clouds, NYC อาคารชั่วคราวที่โครงสร้างถูกออกแบบมาเพื่อโครงการนี้โดยเฉพาะ เป็นอาคารที่ไม่มีฐานราก องค์ประกอบถ่วงน้ำหนักสมดุลซึ่งกันและกัน ดังนั้นการเตรียมวัสดุที่บรรจุน้ำด้านใน การติดตั้งโครงสร้าง ตลอดจนการประกอบรวมเข้าด้วยกันล้วนแต่มีผลกับการก่อสร้างจึงต้องดำเนินการโดยผู้ที่มีองค์ความรู้เพื่อการก่อสร้างที่ถูกต้อง

ภาพที่ 135 แสดงโครงการ Head in the Clouds ตัวอย่างการก่อสร้างเฉพาะโครงการ

4) การก่อสร้างแบบง่าย การก่อสร้างที่ทุกคนสามารถดำเนินงานได้แม้ไม่มีความรู้ด้านการก่อสร้าง หรืองานออกแบบ เช่น โครงการ Emergency Shelter ECS-p1, Lebanon การออกแบบเพื่อผู้ลี้ภัยซึ่งโครงการนี้ต้องการให้ผู้ลี้ภัยมาสารถสร้างหรือปรับเปลี่ยนที่พักอาศัยชั่วคราวของตนเองได้ นอกจากวัสดุเอื้อการก่อสร้างแล้ววิธีการเชื่อมต่อด้วยการมัดทำให้การก่อสร้างเป็นสามารถดำเนินการได้ในบุคคลทั่วไป

ภาพที่ 136 แสดงโครงการ Emergency Shelter ECS-p1ตัวอย่างการก่อสร้างแบบง่าย

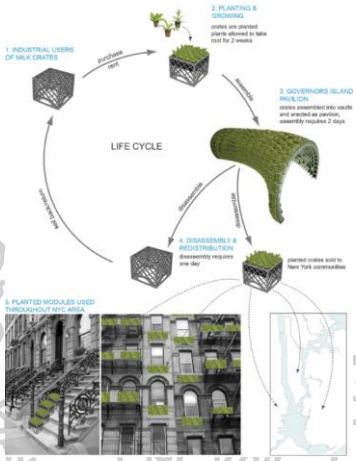
4.2.11 Re-Material

อัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นทั้งกับอาคารถาวรและอาคารชั่วคราว ซึ่งในอาคารชั่วคราวหลังการรื้อถอนบางโครงการกำหนดเส้นทางและการกระจายวัสดุ

1) รื้อถอนและก่อสร้างใหม่ในรูปแบบเดิม โครงการ Emergency Shelter ECS-p1, Lebanon เป็นที่พักอาศัยชั่วคราวของผู้ลี้ภัย ดังนั้นเมื่อสิ้นสุดการใช้งานของผู้อยู่อาศัยในครั้งแรก

วัสดุจะถูกนำกลับมาสร้างใหม่ในรูปแบบเดิมเพื่อให้ผู้พักอาศัยใหม่ใช้งานต่อจนกว่าวัสดุจะชำรุดจนไม่สามารถใช้งานได้

2) วัสดุใช้งานในบริบทอื่น โครงการ Living pavilion, Island ผู้ออกแบบมีแนวคิดเมื่อสิ้นสุดการใช้งานเดิม วัสดุสามารถแยกส่วนถอดและกระจายลังนมพลาสติกที่ปลูกต้นไม้แล้วไปยังพื้นที่ในเมืองเพื่อใช้ในบ้าน สถานที่สาธารณะ และสวนในชุมชน



ภาพที่ 137 แสดงโครงการ Living pavilion, Island ตัวอย่างวัสดุใช้งานในบริบทอื่น

3) กลับสู่กระบวนการรีไซเคิล โครงการ Transitable plastic, Singapore ขวดพลาสติกถูกบีบอัด และทำให้เป็นสุญญากาศภายในถุงพลาสติกเมื่อโครงการสิ้นสุดลงผู้ออกแบบส่งต่อวัสดุไปยังการรีไซเคิล

4.3 **สรุป**

การอัพไซเคิลแต่ละโครงการมีการดำเนินงานที่หลากหลายสามารถแบ่งกลุ่มได้ 2 ขั้นตอน ได้แก่ 1) ขั้นตอนหลักคือขั้นตอนที่โครงการอัพไซเคิลทุกโครงการต้องผ่านขั้นตอนเหล่านี้ และ 2) ขั้นตอนรองคือขั้นตอนที่มีเพียงบางโครงการเท่านั้นที่เข้าสู่ขั้นตอนเหล่านี้

การอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีกระบวนการที่ซับซ้อนกว่ากระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำที่ใช้ตั้งต้น โดยมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นคือ Study of Material, Material preparation, Mock-up และ Re-material ซึ่งบางขั้นตอนของกระบวนการที่ใช้ตั้งต้นไม่มีการอธิบายในกรณีศึกษาแต่เกิดขึ้นในทางปฏิบัติ

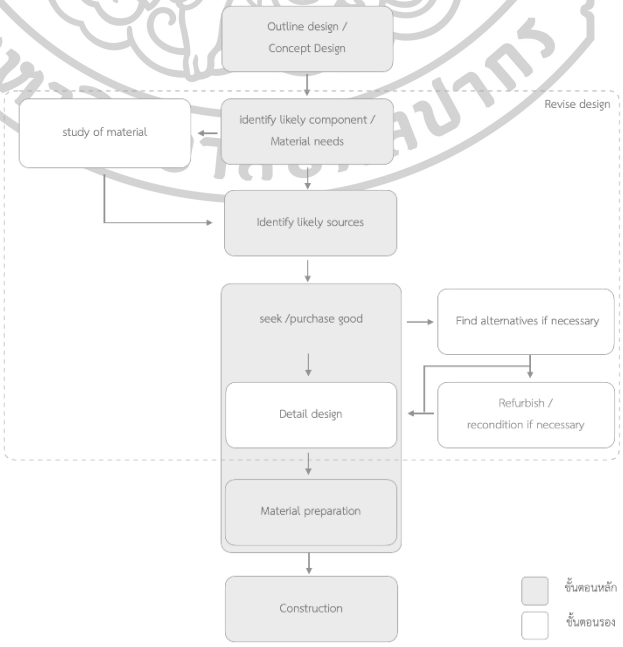
บทที่ 5
บทสรุป

กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเกิดขึ้นได้ในหลายรูปแบบจากบริบทที่ต่างกัน บทนี้สรุปรูปแบบกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลที่มีปัจจัยด้านวัสดุและผู้ออกแบบที่แตกต่างกัน อธิบายรายละเอียดความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำและกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

5.1 **กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมวัสดุตั้งต้นจากบรรจุภัณฑ์อาหาร**

ปัจจัยที่ส่งผลต่อการออกแบบคือ กระบวนการ วัสดุ และผู้ออกแบบ โดยปัจจัยเหล่านี้มีความสัมพันธ์กันเมื่อมีสิ่งใดสิ่งหนึ่งแตกต่างมักส่งผลต่องานสถาปัตยกรรม สถาปัตยกรรมจากกระบวนการอัพไซเคิลจึงเกิดขึ้นในหลายรูปแบบ

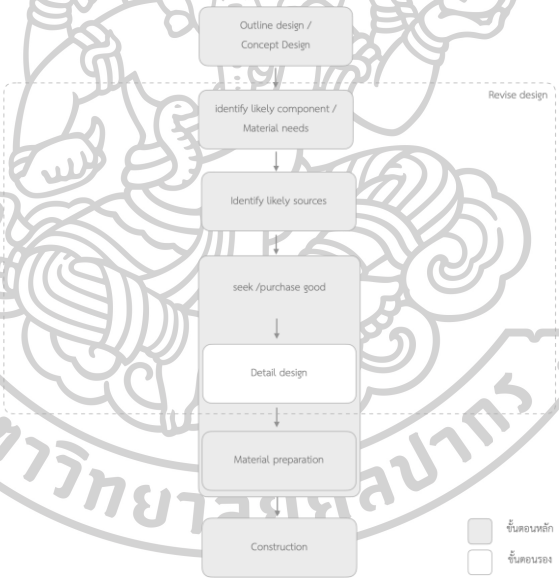
5.1.1 กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลตามแนวปฏิบัติเป็นกระบวนการที่มีขั้นตอนที่ซับซ้อนน้อยที่สุด ผู้ออกแบบศึกษาวัสดุจากกรณีศึกษาที่ทำซ้ำจนมีความคงที่หรือมีผู้ออกแบบอื่นเคยทำการออกแบบและก่อสร้างสำเร็จแล้วในบริบทที่แตกต่าง การออกแบบนี้อาจมีรูปแบบของสถาปัตยกรรมที่แตกต่างกันแต่การจัดการกับวัสดุมักคล้ายกันหรือเหมือนกัน ซึ่งยังมีความเสี่ยงในการปรับเปลี่ยนวัสดุระหว่างการออกแบบเนื่องจากกรณีศึกษามีบริบทที่แตกต่างผู้ออกแบบอาจต้องประเมินความพร้อมของวัสดุเพื่อเลี่ยงความผิดพลาดหรือเปลี่ยนวัสดุระหว่างการออกแบบ



ภาพที่ 138 แสดงกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลตามแนวปฏิบัติ

5.1.2 กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลแบบเฉพาะเป็นกระบวนการที่ผู้ออกแบบศึกษาวัสดุและออกแบบใหม่เกิดขึ้นเฉพาะโครงการนั้นโดยมีปฏิสัมพันธ์กับวัสดุในรูปแบบใหม่ หรือผู้ออกแบบที่มีความเชี่ยวชาญ วัสดุ กระบวนการและเคยดำเนินการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลสำเร็จในรูปแบบใหม่และทำซ้ำในงานปัจจุบัน

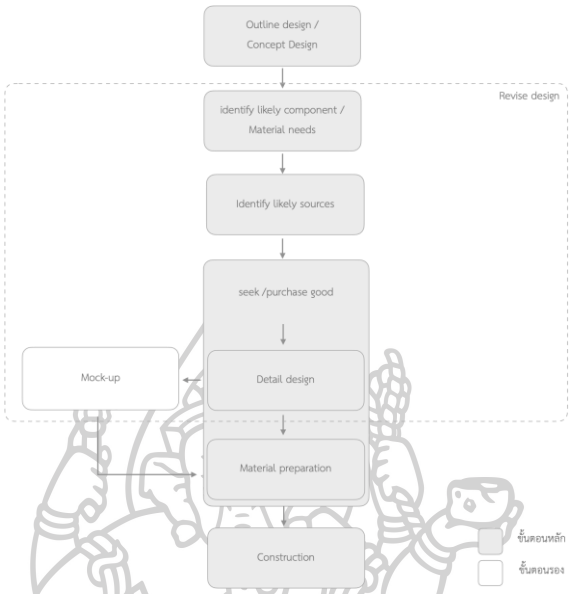
1) ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุอัพไซเคิลชนิดเดียวกันในวิธีการเดียวกันโดยเคยศึกษาหรือเชี่ยวชาญในวัสดุอัพไซเคิลและออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลที่ประสบความสำเร็จ โดยดำเนินการทำซ้ำในวิธีการเดียวกันหรือแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย กระบวนการนี้เป็นกระบวนการที่ใกล้เคียงกับการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำมากที่สุดแตกต่างกันที่ขั้นตอนการจัดการกับวัสดุ เนื่องจากผู้ออกแบบมีความชำนาญในการจัดการกับวัสดุและมีความรู้ในการอัพไซเคิลเป็นอย่างดี ในกรณีนี้ผู้ออกแบบจะทราบศักยภาพของวัสดุอัพไซเคิลและวิธีการจัดการเสมือนเป็นวัสดุในงานสถาปัตยกรรมที่ใช้โดยทั่วไป



ภาพที่ 139 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุอัพไซเคิลชนิดเดียวกันในวิธีการเดียวกัน

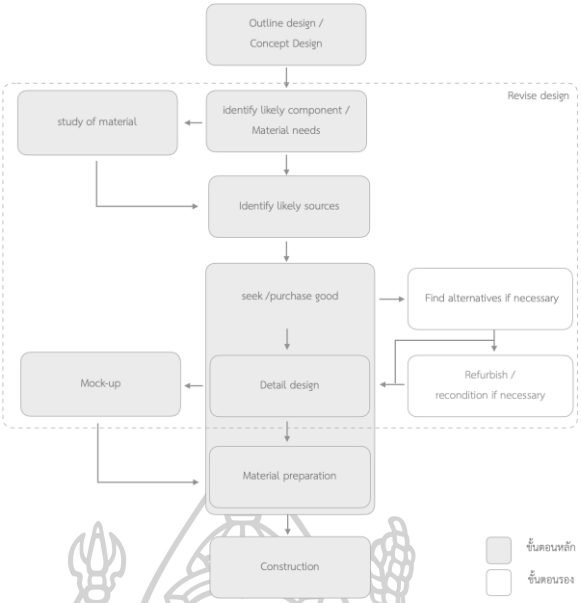
2) ผู้ออกแบบมีประสบการณ์ใช้วัสดุเดียวกันในวิธีการที่แตกต่างกันโดยผู้ออกแบบเคยมีประสบการณ์อัพไซเคิลในวัสดุชนิดเดิม อาจมีปัจจัยบางประการที่ไม่สามารถจัดการกับวัสดุในแบบเดิมได้ หรือการตัดสินใจของผู้ออกแบบที่ต้องการสร้างประสบการณ์ใหม่ วิธีการใหม่กับวัสดุเดิม กรณีนี้ผู้ออกแบบมีความรู้เกี่ยวกับศักยภาพของวัสดุเป็นอย่างดีจากประสบการณ์ที่มีต่อวัสดุในโครงการที่ผ่านมาและตัดสินใจเลือกใช้วัสดุเนื่องจากความรู้ด้านศักยภาพของวัสดุแต่ด้วยวิธีการที่

เปลี่ยนแปลงไปการออกแบบรายละเอียดจึงเป็นขั้นตอนหลักที่เกิดขึ้นอาจมีการสร้างแบบจำลองเพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ของวัสดุกับวิธีการแบบใหม่



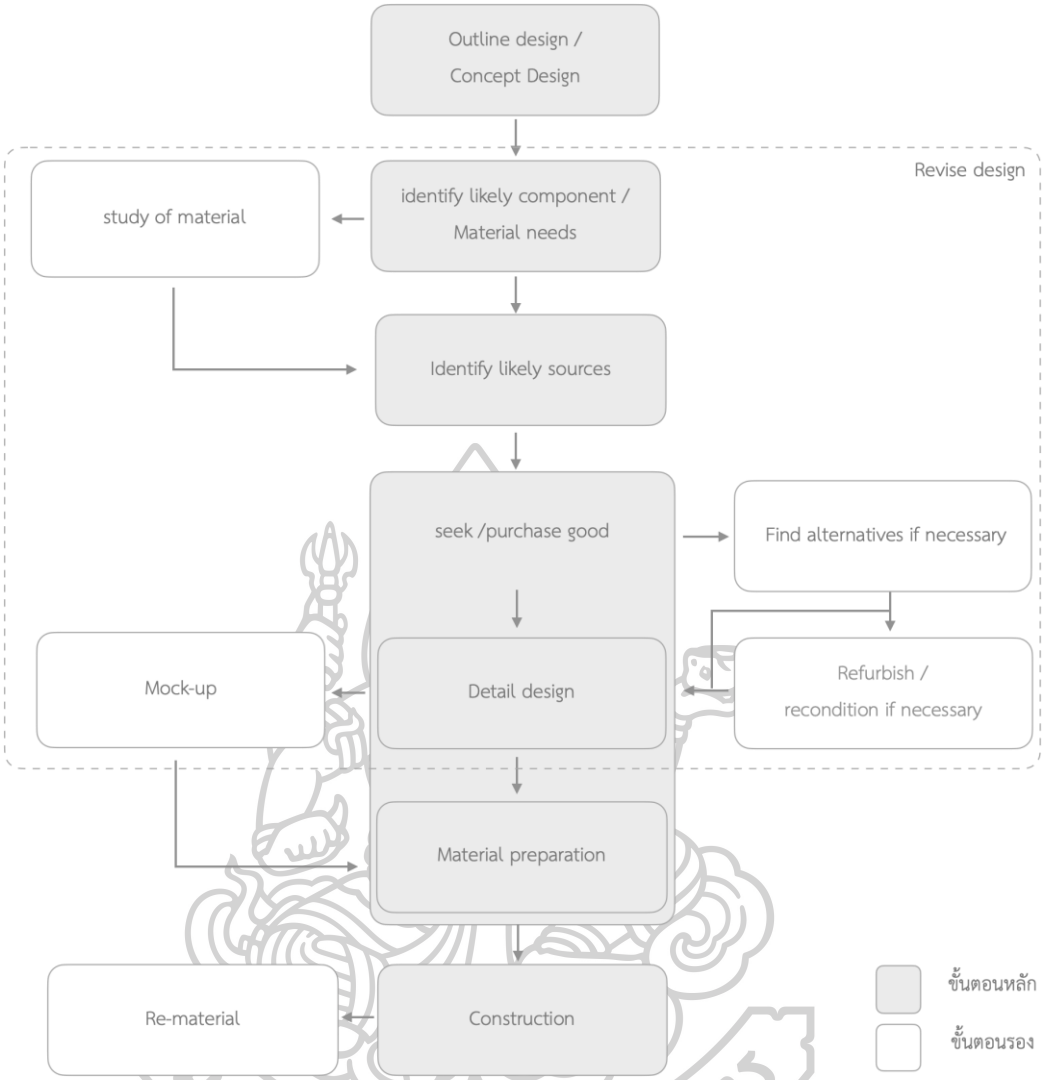
ภาพที่ 140 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบมีประสบการณ์ใช้วัสดุเดียวกันในวิธีการที่แตกต่างกัน

3) ผู้ออกแบบไม่มีประสบการณ์ในการอัพไซเคิลโดยผู้ออกแบบมีประสบการณ์ในการออกแบบทั่วไปแต่ไม่เคยใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม ในกรณีนี้กระบวนการออกแบบจะมีขั้นตอนที่ซับซ้อนมากที่สุดและมีขั้นตอนที่จำเป็นต้องเกิดขึ้นในกระบวนการมากกว่ากระบวนการแบบอื่น ขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเป็นขั้นตอนหลักที่ต้องเกิดขึ้นเนื่องจากวัสดุนับเป็นประสบการณ์ใหม่ของผู้ออกแบบ และการจัดทำแบบจำลองเป็นหนึ่งในขั้นตอนหลักนอกจากนี้ยังลดความเสี่ยงในการการเปลี่ยนวัสดุระหว่างการออกแบบและความลมเหลวในงานสถาปัตยกรรม



ภาพที่ 141 แสดงกระบวนการของผู้ออกแบบไม่มีประสบการณ์ในการอัพไซเคิล

จากกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้น กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมแบ่งกลุ่มขั้นตอนในกระบวนการได้ 2 กลุ่มขั้นตอน คือ 1) ขั้นตอนหลักเป็นขั้นตอนที่โครงการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมทุกโครงการต้องดำเนินงาน 2) ขั้นตอนรองเป็นกระบวนการที่บางโครงการเท่านั้นที่ดำเนินงาน



ภาพที่ 142 แสดงแบบจำลองกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม

กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเริ่มต้นจากแนวความคิดการออกแบบ (Outline design / Concept Design) ผู้ออกแบบทำการออกแบบเค้าร่างโครงการ กำหนดวัตถุประสงค์ ขอบเขต และส่วนประกอบ จากขั้นตอนนี้ลักษณะวัสดุจะถูกกำหนดไว้พอสังเขปซึ่งส่งผลให้ขอบเขตวัสดุแคบลง จากนั้นระบุส่วนประกอบที่เป็นไปได้และความต้องการวัสดุ (identify likely component / Material needs) ในขั้นตอนนี้สำหรับผู้ออกแบบที่มีความรู้เกี่ยวกับวัสดุไม่เพียงพอหรือไม่มีประสบการณ์กับวัสดุจะศึกษาศักยภาพของวัสดุก่อนจึงระบุชนิดวัสดุที่ต้องการได้ แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบมีประสบกรณ์ร่วมกับวัสดุอยู่ก่อนแล้ว ผู้ออกแบบสามารถระบุแหล่งที่มาของวัสดุ (Identify likely sources) ได้ทันที การระบุแหล่งที่มาที่ชัดจะร่นระยะเวลาการจัดหาวัสดุ (seek /purchase good) ซึ่งเป็นขั้นตอนถัดไปที่ต่อเนื่องกัน การจัดหารวบรวมวัสดุเป็นกระบวนการที่

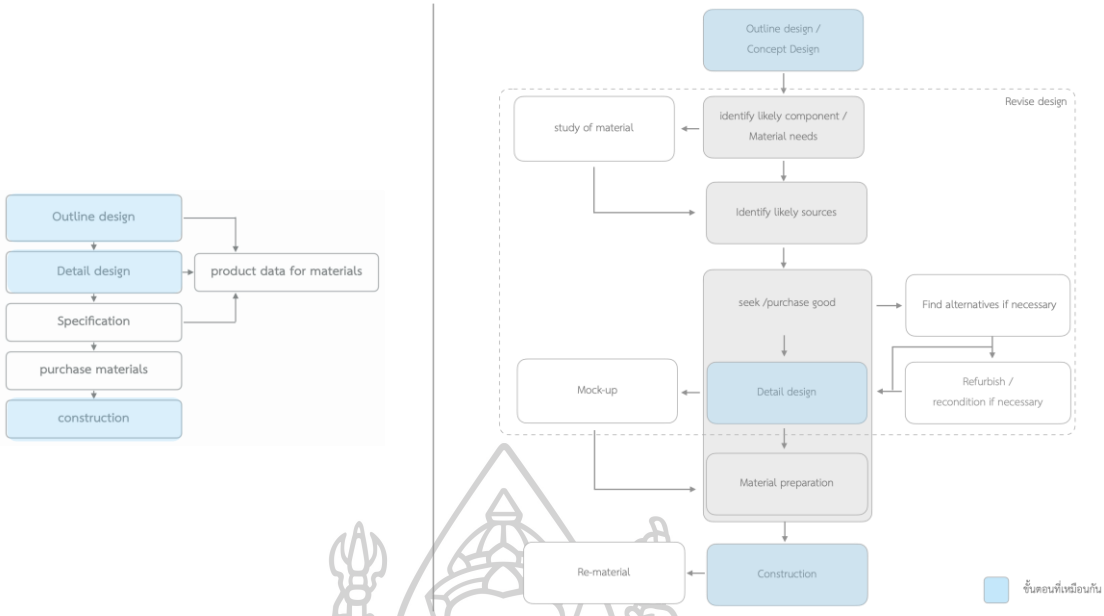
ดำเนินการคู่ขนาดไปพร้อมกับขั้นตอนอื่นที่เกิดหลังจากนี้จนกว่าจะมีการก่อสร้างจริง ถ้าการรวบรวมวัสดุไม่สำเร็จหรือไม่เป็นไปตามที่ต้องการต้องดำเนินการหาทางเลือกอื่นหากจำเป็น (Find alternatives if necessary) โดยผู้ออกแบบมักเลือกวัสดุที่มีลักษณะทางกายภาพที่คล้ายกันเพื่อให้เกิดการปรับปรุงแก้ไข (Revise design) เพียงเล็กน้อย โดยอาจมีการปรับปรุงหรือปรับสภาพใหม่ (Refurbish / recondition if necessary) ก่อนเข้าสู่ขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบจัดหารวบรวมวัสดุสำเร็จสามารถดำเนินการในขั้นตอนการออกแบบรายละเอียด (Detail design) เป็นขั้นตอนต่อไปได้ทันที การออกแบบรายละเอียดดำเนินการในหลายมิติ ทั้งมิติทางโครงสร้าง ผังโครงการและมิติของวัสดุ ในโครงการที่มีความซับซ้อนหรือมีการคิดรายละเอียดแบบใหม่จะดำเนินงานโดยการสร้างแบบจำลอง (Mock-up) เพื่อพิสูจน์ความเป็นไปได้ของโครงการจากการออกแบบก่อน แต่ในกรณีที่ผู้ออกแบบมีประสบการณ์กับวัสดุเดียวกันในวิธีการเดียวกัน หรือการออกแบบรายละเอียดเป็นไปตามแนวทางปฏิบัติการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเดิม ผู้ออกแบบสามารถดำเนินการเตรียมวัสดุ (Material preparation) และดำเนินการก่อสร้าง (Construction) ซึ่งการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเกิดทั้งกับอาคารถาวรและอาคารชั่วคราว ในอาคารชั่วคราวบางกรณีผู้ออกแบบจะระบุวิธีการรื้อถอนและใช้งานในชีวิตต่อไป (Re-material) วัสดุไปสู่วัฏจักรวัสดุหรือเปลี่ยนบริบทวัสดุ

กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมที่กล่าวมาข้างต้นมีความซับซ้อน อย่างไรก็ตามกระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมจะดำเนินการไปในทิศทางใดขึ้นอยู่กับองค์ความรู้เกี่ยวกับวัสดุ และความรู้ในกระบวนการวิธีการของผู้ออกแบบ

5.2 **ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมและกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล**

การมองหาความแตกต่างได้แก่ ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล และกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำของ **Addis (2012)** ซึ่งเป็นกระบวนการตั้งต้นกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล

5.2.1 ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล



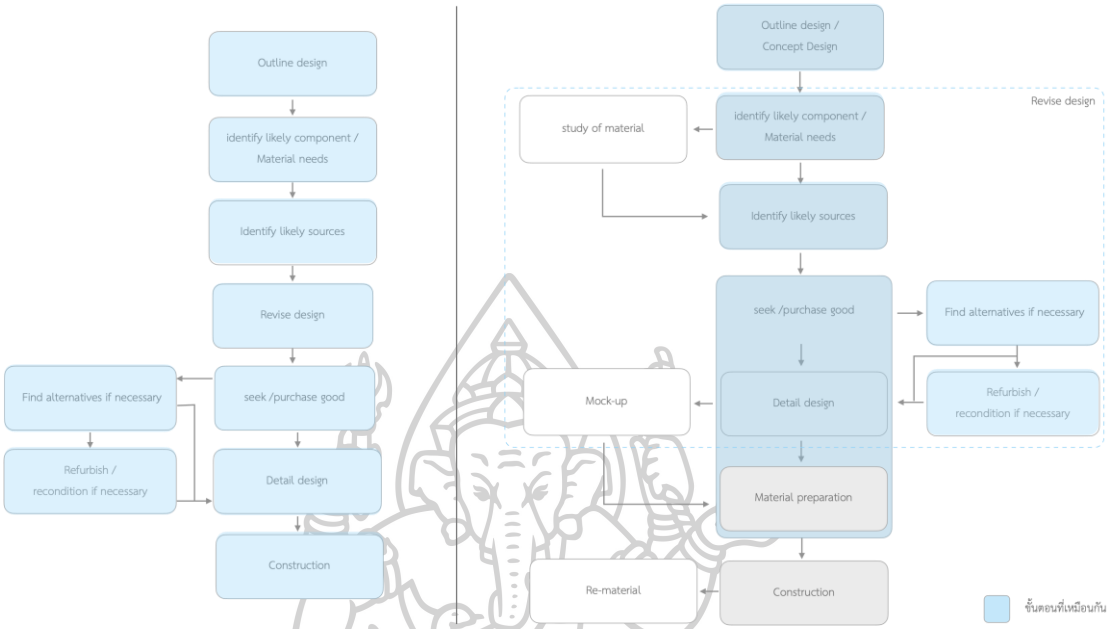
ภาพที่ 143 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิม (ซ้าย)
และกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล (ขวา)

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมมีความเรียบง่าย เริ่มต้นกระบวนการในขั้นตอนโครงร่างการออกแบบและดำเนินการต่อเนื่องสู่การออกแบบรายละเอียด โดยการออกแบบรายละเอียดจะกำหนดลักษณะวัสดุที่ต้องการ ซึ่งระหว่างขั้นตอนข้างต้นจะมีข้อมูลผลิตภัณฑ์สำหรับวัสดุเพื่อรองรับให้ผู้ออกแบบสามารถเลือกใช้ในการออกแบบได้ทันทีแตกต่างจากการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมการได้มาซึ่งวัสดุต้องผ่านการศึกษาข้อมูลและศักยภาพของวัสดุ หลังจากการระบุวัสดุที่ต้องการสามารถจัดซื้อและก่อสร้างได้ทันที ในขณะที่การออกแบบอัพไซเคิลต้องผ่านขั้นตอนการระบุแหล่งที่มาการจัดหารวบรวมวัสดุ นอกจากนี้วัสดุที่ได้มาไม่สามารถใช้งานหรือเข้าสู่กระบวนการก่อสร้างได้ทันทีเนื่องจากวัสดุต้องมีการเตรียมหรือปรับสภาพวัสดุเพื่อเปลี่ยนบริของวัสดุให้กลายเป็นวัสดุก่อสร้างก่อนจึงสามารถเข้าสู่ขั้นตอนการก่อสร้างต่อไปได้

ลำดับแรกเริ่มคือขั้นตอนแนวความคิดการออกแบบหรือโครงร่างการออกแบบ ขั้นตอนลำดับกลางของกระบวนการคือการออกแบบรายละเอียด และลำดับขั้นตอนการก่อสร้างมีขั้นตอนเหมือนกัน สิ่งที่ส่งผลให้กระบวนการดังกล่าวมีความซับซ้อนแตกต่างกันคือความพร้อมของทรัพยากรหรือวัสดุซึ่งการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีความพร้อมของวัสดุน้อยกว่าและขั้นตอนที่เกี่ยวกับวัสดุจะเริ่มในลำดับต้นของกระบวนการ

อย่างไรก็ตามแม้กระบวนการอัพไซเคิลจะซับซ้อนมากกว่าการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมและมีความเสี่ยงแต่ผู้ออกแบบที่มีความสนใจในการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลมองว่าเป็นว่าท้าทายในการเลือกใช้วัสดุ

5.2.2 ความแตกต่างระหว่างกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำกับกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล



ภาพที่ 144 แสดงการเปรียบเทียบกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำ (ซ้าย) และกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล (ขวา)

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำซึ่งเป็นกระบวนการที่ใช้ตั้งต้นและพัฒนาสู่กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลในการวิจัย มีความคล้ายคลึงกันแต่การออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลมีขั้นตอนที่เพิ่มขึ้นจากกระบวนการนี้ ได้แก่ การศึกษาศักยภาพเดิมของวัสดุ (Study of Material) ในการอัพไซเคิลขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของผู้ออกแบบ, การเตรียมวัสดุ (Material preparation), การสร้างแบบจำลอง (Mock-up) การรื้อถอนและใช้งานในชีวิตต่อไป (Re-material)

กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีขั้นตอนหลักที่เหมือนกับกระบวนการออกแบบวัสดุใช้ซ้ำ แต่ลำดับมีความซับซ้อนกว่าในขั้นตอนการรวมวัสดุที่มักเกิดคู่ขนานกันกับขั้นตอนการออกแบบรายละเอียดไปจนถึงการเตรียมวัสดุเนื่องจากการจัดหารวบรวมวัสดุต้องใช้เวลานาน ส่งผลให้เสียเวลาและอาจจะล้มเหลว ซึ่งกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำไม่เกิดขั้นตอนคู่ขนานกันในแบบจำลอง

5.3 **สรุป**

อย่างไรก็ตามในทางทฤษฎี การออกแบบอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมี 2 กลุ่มจากวัสดุ ได้แก่ (ก) วัสดุออกแบบมาเพื่อการอัพไซเคิล วัสดุจะได้รับการออกแบบเพื่อเอื้อต่อการใช้งานในชีวิตที่สอง และ (ข) แอดฮอคอัพไซเคิล (ad-hoc upcycle) เป็นวัสดุที่ไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อการอัพไซเคิลแต่ผู้ออกแบบเล็งเห็นศักยภาพและความเป็นไปได้ที่จะถูกส่งต่อสู่งานสถาปัตยกรรม ซึ่งกระบวนการซับซ้อนกว่าโดยมีปัจจัยด้านวัสดุและความรู้ประสบการณ์ของผู้ออกแบบเป็นปัจจัยสำคัญที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบ

กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมวัสดุตั้งต้นจากบรรจุภัณฑ์อาหาร แบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม คือ (ก) กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลตามแนวปฏิบัติ ผู้ออกแบบจะดำเนินการตามกระบวนการที่ถูกใช้อย่างแพร่หลายจนเป็นแนวทางการอัพไซเคิลในสถาปัตยกรรม และ (ข) กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลแบบเฉพาะ ในกลุ่มนี้จะมีกระบวนการที่แตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับความรู้และประสบการณ์ของผู้ออกแบบที่มีต่อวัสดุ ซึ่งในกระบวนการที่กล่าวมาข้างต้นประกอบด้วยหลายขั้นตอนโดยแบ่งได้ 2 กลุ่มขั้นตอน ได้แก่ (ก) ขั้นตอนหลัก จะเกิดขึ้นในกระบวนการทุกรูปแบบกระบวนการ และ (ข) ขั้นตอนรองเป็นขั้นตอนที่เกิดขึ้นในบางกระบวนการเท่านั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยและวัตถุประสงค์ของขั้นตอนนั้นๆที่แตกต่างกัน

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมดั้งเดิมและกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิล มีหลักการออกแบบสถาปัตยกรรมการคิดเป็นเหตุผล การวางโครงร่างการออกแบบ และความต้องการแก้ปัญหาเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์สิ่งเหล่านี้เหมือนกัน แต่ขั้นตอนและการเลือกวิธีการแก้ปัญหาแตกต่างกัน การออกแบบอัพไซเคิลมีปัจจัยด้านวัสดุที่ต้องถูกจัดการหรือไม่พร้อมใช้งานส่งผลให้มีขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเพิ่มมากขึ้น กระบวนการโดยรวมจึงมีความแตกต่างกันและการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีกระบวนการที่ซับซ้อนมากกว่า

กระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลเป็นกลุ่มย่อยของกระบวนการออกแบบสถาปัตยกรรมวัสดุใช้ซ้ำ เมื่อเปรียบเทียบขั้นตอนในกระบวนการพบว่าขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับวัสดุคล้ายคลึงกันแต่ยังคงมีความแตกต่างกันอยู่บางประการขึ้นอยู่กับความรู้ประสบการณ์ของผู้ออกแบบและความพร้อมของวัสดุ โดยเฉพาะขั้นตอนที่เกี่ยวข้องกับการแสวงหา การพิสูจน์ความเป็นไปได้ การจัดการกับวัสดุ ตลอดจนการทำความเข้าใจกับผู้ปฏิบัติงานก่อสร้าง นอกจากนี้ในบางขั้นตอนต้องเกิดคู่ขนานกันเพื่อให้งานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลสำเร็จได้ตามกรอบเวลาที่กำหนด

ข้อเสนอแนะ

1. งานวิจัยนี้มีข้อจำกัดในการศึกษากระบวนการออกแบบอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม ซึ่งเป็นการศึกษากระบวนการจากการอธิบายเชิงพรรณนา โดยผู้ออกแบบมักกล่าวถึงจุดเด่นของโครงการ ขาดการอธิบายกระบวนการตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นจนโครงการสำเร็จ เลี่ยงการกล่าวถึงความผิดพลาดหรือปัญหาที่เกิดขึ้น
2. งานวิจัยนี้มีกรอบการวิจัยเฉพาะผู้ออกแบบที่มีความรู้ด้านการออกแบบงานสถาปัตยกรรมเป็นอย่างดี ในกรณีที่ผู้ออกแบบไม่มีความรู้ด้านการออกแบบ กระบวนการอัพไซเคิลอาจมีความแตกต่างออกไป
3. งานวิจัยนี้มีกรอบการศึกษามุ่งเน้นไปที่กระบวนการอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม ขั้นตอนการออกแบบ และวิธีการ อย่างไรก็ตามยังขาดการวิเคราะห์เชิงลึกสำหรับเหตุผลที่ผู้ออกแบบเลือกใช้วัสดุอัพไซเคิล
4. การอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมเป็นสิ่งใหม่ที่ยังไม่เกณฑ์การวัด หรือแบ่งแยกสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลอย่างชัดเจน ดังนั้นอาจส่งผลให้เข้าใจผิดระหว่างการใช้ซ้ำ การรีไซเคิลและการอัพไซเคิล
5. การเลือกใช้วัสดุในงานสถาปัตยกรรมมีปัจจัยด้านทัศนคติต่อวัสดุโดยผู้ออกแบบและเจ้าของโครงการจำเป็นต้องมีความพึงพอใจร่วมกัน ในที่นี้วัสดุในงานสถาปัตยกรรมคือวัสดุอัพไซเคิลซึ่งถือเป็นวัสดุที่ผ่านการใช้งานแล้ว ด้วยเหตุนี้อาจส่งผลให้วัสดุดังกล่าวนิยมใช้หรือได้รับการยอมรับในสถาปัตยกรรมบางประเภท เช่น อาคารสาธารณะ อาคารชั่วคราว เป็นต้น
6. การอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรมมีปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับผู้ออกแบบซึ่งจำเป็นต้องมีความรู้ด้านวัสดุอัพไซเคิล เนื่องจากวัสดุไม่ได้ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานสถาปัตยกรรมโดยตรง ดังนั้นการศึกษาศักยภาพและขีดจำกัดของวัสดุอย่างถ่องแท้จะช่วยลดความล้มเหลวในงานสถาปัตยกรรมอัพไซเคิลได้
7. สถาปัตยกรรมอัพไซเคิลถือได้เป็นสิ่งใหม่ สำหรับผู้ออกแบบที่มีโอกาสใช้วัสดุอัพไซเคิลในงานสถาปัตยกรรม การอธิบายเหตุผลในการเลือกใช้วัสดุอัพไซเคิล กระบวนการตั้งแต่ขั้นตอนเริ่มต้นจนโครงการสำเร็จ หรือแม้แต่อุปสรรคข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้น อาจมีส่วนช่วยให้ผู้ที่กำลังศึกษาเข้าใจและสามารถพัฒนาต่อได้

รายการอ้างอิง

1+1>2 International Architecture JSC. (2014). Bottle Sail Retrieved from https://www.archdaily.com/560040/bottle-sail-1-1-2-international-architecture-jsc

2014, I. A. J. (2014). Bottle Sail Retrieved from https://www.archdaily.com/560040/bottle-sail-1-1-2-international-architecture-jsc

Addis, B. (2012). *Building with reclaimed components and materials: a design handbook for reuse and recycling*: Routledge.

Ahn, S. H., & Lee, J. Y. (2018). Re-envisioning material circulation and designing process in upcycling design product life cycle. *Archives of Design Research,* 31(4), 5-20.

Arunthanavut, R. (2022). Early BKK คาเฟ่รักโลกที่เข้าถึงคนทุกเพศทุกวัย และเข้าใจสัตว์เลี้ยง. Retrieved from https://dsignsomething.com/2022/12/02/early-bkk/

Ashby, M. F., & Johnson, K. (2010). *Materials and design: the art and science of material selection in product design* (2nd ed.). Oxford Butterworth-Heinemann.

Atkinson, P. (2006). Do it yourself: Democracy and design. *Journal of design history,* 19(1), 1-10.

Azzarello, N. (2013). Retrieved from https://www.designboom.com/architecture/rising-moon-lantern-pavilion-made-from-recycled-water-bottles-10-03-2013/

Barbara Porada. (2013). STUDIOKCA's 'Head in the Clouds' Pavilion Opens in NYC. Retrieved from https://www.archdaily.com/415655/head-in-the-clouds-pavilion-opens-in-nyc

Bomfim, G. A., Nagel, K.-D., & Rossi, L. M. (1977). Fundamentos de uma metodologia para desenvolvimento de produtos. *Rio de Janeiro: Coppe/UFRJ*.

Cambridge Dictionary. (Ed.) (2016). Cambridge University Press.

Chick, A., & Micklethwaite, P. (2004). Specifying recycled: understanding UK architects' and designers' practices and experience. *Design studies,* 25(3), 251-273.

Chino, M. (2010). Green-Walled Living Pavilion Garden Sprouts on Governors Island.

Darke, J. (1979). The primary generator and the design process. *Design studies,* 1(1), 36-44.

Das, V. (2012). Poverty and the imagination of a future: the story of urban slums in Delhi, India.

de Castro Pereira, N. (2017). *Rematerial-Oriented Design: A Framework for Architectural*

Upcycling. Curtin University,

Franz, J. M. (1994). A critical framework for methodological research in architecture. *Design studies,* 15(4), 433-447.

Gross, M., & Fleisher, A. (1984). Design as the Exploration of Constraints. *Design studies,* 5(3), 137-138.

Hill, T. (2010). *The Everything Green Classroom Book*. USA: Adams Media Corporation.

Johnsen Schmaling Architects. (2009). The Blatz

Kavakli, M., & Gero, J. S. (2003). Strategic knowledge differences between an expert and a novice designer. In *Human behaviour in design: Individuals, teams, tools* (pp. 42-52): Springer.

Knecht, L. M. (2011). *Strange Beauty: Re-imagining Scraps as Architecture.* University of Cincinnati,

Kramer, A. (2012). Urban Objects. Retrieved from http://www.urban-objects.com/

Lawson, B. R. (1972). *Problem solving in architectural design.* Aston University,

López, A. (2014). Upcycle It Yourself: Design for Do-It-Yourself with industrial waste as a base.

Luzinterruptus. (2019). TOWARD A VEGETARIAN ARCHITECTURE. Retrieved from https://www.floornature.com/design-trends/toward-vegetarian-architecture-14370/

Markus, T. (1969). Design and research. In: Conrad.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. New York: North point press.

McDonough, W., & Braungart, M. (2013). *The upcycle: Beyond sustainability--designing for abundance*: Macmillan.

Pereira, N. d. C. (2008). *Análise das condições político institucionais para Inovação Tecnológica na Construção Civil: Adobe produzido com macrófitas aquáticas em Palmas-TO.* (Master's). Universidade de Brasília, Brazil.

Pintos, P. (2019). Kotakrat Pavilion / PSA Studio. Retrieved from https://www.archdaily.com/930751/kotakrat-pavilion-parisauli-arsitek-studio

Richardson, M. (2011). *Design for reuse: Integrating upcycling into industrial design practice.* Paper presented at the International Conference on Remanufacturing.

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2012). *Convivial toolbox: Generative research for the*

front end of design: Bis.

Santos, S. (2017). From Recycled Plastic Waste to Building Material. . Retrieved from https://www.archdaily.com/870029/from-recycled-plastic-waste-to-building-material

Schön, D. (1988). Designing: rules, types and words. Des Stud 9 (3): 181–190. In.

Schön, D. A. (1992). Designing as reflective conversation with the materials of a design situation. *Knowledge-based systems,* 5(1), 3-14. doi:http://dx.doi.org/10.1016/0950-7051(92)90020-G

Strasser, S. (1999). *Waste and want: A social history of trash* (1 st ed.). New York: Metropolitan Books.

Sung, K. (2015). *A review on upcycling: Current body of literature, knowledge gaps and a way forward*. Paper presented at the The 17th International Conference on Environmental, Venice, Italy.

Sunkara, L. (2018). This Thai Temple Was Built Using 1.5 Million Beer Bottles. Retrieved from https://www.architecturaldigest.com/story/this-thai-temple-built-using-millions-beer-bottles

Szaky, T. (2014). *Outsmart waste: The modern idea of garbage and how to think our way out of it*: Berrett-Koehler Publishers.

Temple, S. (2011). *Making thinking: beginning architectural design education*: Kendall Hunt Publishing Company.

Tevera, D., Masocha, M., & Velma, I. (2004). Solid waste management: a case study of harare, Zimbabwe. *Journal of Sustainable waste management,* 91, 8-10.

Thomas, K. L. (2006). *Material matters: Architecture and material practice*: Routledge.

Van Hinte, E., Peeren, C., & Jongert, J. (2007). *Superuse: constructing new architecture by shortcutting material flows*: 010 Publishers.

Virtualexpo Group. (2015). Aspiring Chinese architect built his office out of 8,500 recycled beer bottles. Retrieved from https://projects.archiexpo.com/project-27406.html

Wiggins, G. E. (1989). *Methodology in Architectural Design.* (Master's thesis). Cambridge.

Witkowski, T. H. (2003). World War II Poster Campaigns--Preaching Frugality to American Consumers. *Journal of advertising,* 32(1), 69-82.

กรมควบคุมมลพิษ. (2561). รายงานสถานการมลพิษ. สืบค้นจาก https://www.pcd.go.th/pub_type/.17 ตุลาคม2565.

จุฬาลักษณ์ จารุจุฑารัตน์. (2564). บรรจุภัณฑ์แก้ว. มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม

ณัฏฐนิช ตัณมานะศิริ. (2557). “เรื่องกินเรื่องใหญ่.” คิด (*CREATIVE THAILAND)(*10 (กรกฎาคม)), 13.

ดวงสมร ฟักสังข์. (2555). หลักปรัชญาเศรษฐกิจพอเพียงกับการจัดการขยะมูลฝอยของครัวเรือนในชุมชนเขตดุสิตของกรุงเทพมหานคร,ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

วรสุดา ขวัญสุวรรณและสาทินี วัฒนกิจ. (2563). การสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับวัสดุเหลือทิ้งสู่ผลิตภัณฑ์ออกแบบตกแต่งและแฟชั่น: ชุมชนต้นแบบเทศบาลเมืองเขารูปช้าง. สืบค้นจาก ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย.

สิงห์ อินทรชูโต. (2556). *Upcycling* พัฒนาเศษวัสดุอย่างสร้างสรรค์: สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.).

สุพิศ เสียงก้อง. (2562). ชีวิตที่สองของบรรจุภัณฑ์. วารสารศิลปกรรมบูรพา, 22(1), 68.

มหาวิทยาลัยศิลปากร

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล นางสาวกมลภรณ์ รุ่งแสง

วุฒิการศึกษา วิทยาลัยสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา