การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

Utilization of waste EVA in the shoe industry to The design and development of eco-products.

อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล
ธานี สุคนธะชาติ
เอกพงศ์ อินเกื้อ

รายงานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนงบประมาณรายจ่าย
ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. ๒๕๕๙
สาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
๒๕๕๙

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล

ธานี สุคนธะชาติ

เอกพงศ์ อินเกื้อ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ

พ.ศ. ๒๕๕๙

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

Utilization of waste EVA in the shoe industry to The design and development of eco-products.

MR. THANEE SUKONTACHART

MR. ARNUT SIRIPITHAKUL

MR. AKAPONG INKUER

This Report is Funded by Faculty of Architecture and Design

Rajamangala University of Technology PhraNakhon,

Fiscal Year 2016

ชื่อเรื่อง : การใช้ประโยชน์ EVA เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

ผู้วิจัย : อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล, ธานี สุคนธะชาติ, เอกพงศ์ อินเกื้อ

พ.ศ. : ๒๕๕๙

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษากระบวนการนำเศษ อีวีเอ ที่เหลือทิ้งจากกระบวนการผลิตรองเท้าในอุตสาหกรรมรองเท้าซึ่งมีการเหลือทิ้งวันจำนวนต่อวันในปริมาณที่มาก ผู้วิจัยจึงนำเศษ อีวีเอ ไปทำการรีไซเคิลเพื่อนำกลับมาใช้ในด้านการออกแบบ โดยนำอีวีเอ ผ่านกระบวนการรีไซเคิล ตามกระบวนการและขั้นตอนเช่นการสับ การโม่ เศษให้ละเอียด และกระบวนการขึ้นรูปวัสดุ ซึ่งผลสามารถขึ้นรูปได้แต่ไม่สามารถทำเฉดสีอื่นได้นอกจากสีดำและสีกรมท่า เนื่องจาก เศษที่เหลือทิ้งมีหลากหลายสี ผู้วิจัย จึงต้องทำการย้อมสี ในการนำไปใช้ประโยชน์ด้านการออกแบบผู้วิจัยได้นำไปออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยนำวัสดุอื่นมาร่วมออกแบบในการออกแบบนี้ผู้วิจัยได้นำไม้ยางพารามามาใช้ร่วมในการออกแบบเพื่อสร้างความเป็นเอกลักษณ์ให้กับผลิตภัณฑ์ในเรื่องของการประเมินผลิตภัณฑ์พบว่า ระดับความพึงพอใจในด้านความสวยงามอยู่ในระดับทีมากที่สุด ด้านการใช้งานอยู่ในระดับมากที่สุดและ ด้านประโยชน์ใช้สอยอยู่ในระดับมากที่สุด

Title : Utilization of waste EVA in the shoe industry to The design and development of eco-products.

Researcher : Arnut Siripithakul, Thenee Sukonthachart, Akapong Inkuer

Year : 2016

Abstract

This research studies the waste EVA waste from the manufacture of shoes in the shoe industry, which has left day-to-day in large quantities. The research led to the EVA scrap recycling to reuse in the design by EVA through a recycling process. Processes and procedures such as chopped finely milled debris. Materials and Processes Which can be molded, but can not do other than shades of black and navy, as debris left by a variety of colors were so stained. products in terms of product evaluation found. Satisfaction levels for its beauty in the extreme. The applications are at the highest level and. The utility is in the highest level.

กิตติกรรมประกาศ

รายงานวิจัยนี้ได้รับรับทุนสนับสนุนจากงบประมาณรายจ่ายประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2559 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ซึ่งให้ความสำคัญเกี่ยวกับการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์

ขอขอบคุณคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร ที่ได้การสนับสนุนและให้กำลังใจในการทำวิจัยในครั้งนี้ ขอขอบคุณ บริษัทแอ๊ดด้าไทยแลนด์ จำกัด ในการให้ข้อมูลในการวิจัย ขอขอบคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบทุกคน ที่สละเวลาในการสัมภาษณ์เพื่อหาแนวทางในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน และขอขอบคุณผู้ร่วมวิจัยทุกท่านที่ช่วยกันทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยหวังงานวิจัยเรื่องการศึกษาการใช้ประโยชน์ EVA เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ จากเป็นประโยชน์ในด้านการศึกษา และเชิงพาณิชย์ อนึ่งถ้างานวิจัยนี้มีข้อตกบกพร่องประการใดผู้วิจัยต้องขออภัยใน ณ ที่นี้ แต่หวังว่าจะสร้างประโยชน์แก่ผู้อ่านและผู้ศึกษาด้านวัสดุและการพัฒนาผลิตภัณฑ์

อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล

สารบัญ

หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.. ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.. ข
กิตติกรรมประกาศ.. ค
สารบัญ...ฉ
สารบัญตาราง..ซ
สารบัญภาพ...ฌ

บทที่ 1 บทนำ.. 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.. 2
1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย... 3
1.3 กรอบแนวคิดงานวิจัย..2
1.4 ขอบเขตการวิจัย.. 6
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ... 7
บทที่2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 8
2.1 พลาสติกประเภท EVA 9
2.2 กระบวนการผลิตพลาสติก..13
2.3 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ...16
2.4 ทฤษฎีการออกแบบและการตลาด... 26
2.5 กระบวนการและแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์.. 29
2.6 กระบวนการศึกษาการเหลือเศษ EVA .ในอุตสาหกรรมรองเท้า................................ 50
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.. 54
บทที่3 วิธีดำเนินการวิจัย.. 56
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง... 57
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย... 58
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.. 58
3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ... 59

สารบัญ(ต่อ)

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล........ 60

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล........ 61

3.7 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล........ 62

3.8 การผสมและขึ้นรูปวัสดุ 62

บทที่4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล........75

4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรงเพื่อใช้ในการออกแบบ........76

4.2 แบบวิเคราะห์การออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุอีวีเอ........ 76

4.3 การประเมินจากผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง........78

4.4 การทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน........ 80

บทที่5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ........ 82

5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบวิเคราะห์........ 83

5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบ........ 83

5.3 สรุปผลแบบประเมินความพึงพอใจ........ 84

5.4 จากการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์........ 84

5.5 ข้อเสนอแนะ........ 84

บรรณานุกรม........ 85

ภาคผนวก........ 86

บทที่1
บทนำ

บทที่1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกในปัจจุบันเป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากเหตุผลทางการตลาดและการผลิตซึ่งพลาสติกสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้เป็นจำนวนมากๆเพื่อตอบสนองการตลาดในผลิตภัณฑ์นั้นๆพลาสติกที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมมีหลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับประเภทของผลิตภัณฑ์ว่ามีความเหมาะสมกับพลาสติกชนิดใด พลาสติกประเภท EVA (Ethylene vinyl acetate) และ PVC (Polyvinyl chloride) เป็นพลาสติกที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมต่าง ๆ หลากหลายด้าน อาทิ อุตสาหกรรมรองเท้า อุตสาหกรรมบรรจุภัณฑ์ อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมยานยนต์ ฯลฯ ทำให้วัสดุทั้งสองประเภทมีการเหลือจากการผลิตต่อวันเป็นจำนวนมากซึ่งบางส่วนสามารถรีไซเคิลกลับไปใช้ใหม่ได้แต่บางส่วนไม่สามารถกลับไปใช้ใหม่ได้ทำให้เกิดเศษเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก กรณีอุตสาหกรรมรองเท้าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งในอุตสาหกรรมที่เป็นตลาดที่ใหญ่ในประเทศ ปัจจุบันอุตสาหกรรมรองเท้ามีการแข่งขันกันในประเทศจำนวนมากในปี 2556 มีโรงงานรองเท้าที่จดทะเบียนทั้งหมด 470 โรงงาน (กนกวรรณ บัวผุด, 2556.2) ซึ่งมีการผลิตรองเท้าจำนวนมาก หลากหลายประเภทตามแฟชั่นและการใช้งานในผลิตภัณฑ์ อาทิ เช่น รองเท้ากีฬา รองเท้าหนัง รองเท้าลำลองต่างๆ ซึ่งโรงงานผลิตรองเท้าก็จะใช้วัสดุและวัตถุดิบที่แตกต่างกัน อย่างเช่นรองเท้ากีฬาก็จะใช้วัสดุที่มีราคาสูงเหมาะสมกับประเภทของกีฬา ทำให้ต้นทุนในการผลิตสูง เศษวัสดุที่ได้จากกระบวนการผลิตรองเท้าโดยมากจะได้จากโรงงานที่ผลิตรองเท้าลำลอง เนื่องจากรองเท้าลำลองมีจำนวนการผลิตที่มากและมีราคาถูกและไม่ต้องใช้ชิ้นส่วนเยอะในการผลิตเหมือนกับรองเท้ากีฬาทำให้ต้นทุนในการผลิตมีราคาต่ำ รวมถึงสภาพอากาศภายในประเทศที่เหมาะสมกับรองเท้าลำลอง ทำให้รองเท้าลำลองมีการผลิตมากที่สุดเนื่องจากเหตุผลข้างต้น วัสดุในการผลิตรองเท้าลำลองมีหลากหลายชนิด ได้แก่ PVC (Polyvinyl chloride), และ EVA (Ethylene vinyl acetate) เนื่องจากราคาถูกและสามารถผลิตได้จำนวนมากขั้นตอนการผลิตไม่ซับซ้อน จึงทำให้โรงงานรองเท้าลำลองมีจำนวนมาก และมีการเหลือทิ้งวัสดุจากกระบวนการผลิตรองเท้าเป็นจำนวนมาก จากการสำรวจพบว่าต่อหนึ่งโรงงานมีการเหลือเศษวัสดุต่อวันประมาณ 3-4 ตันต่อวัน (adda Thailand) ทำให้เกิดขยะในโรงงานอุตสาหกรรมเป็นจำนวนมากเนื่องจากวัสดุที่เหลือทิ้งเป็นวัสดุประเภทพลาสติกจึงก่อให้เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม วัสดุบางประเภทสามารถนำกลับไปใช้ใหม่ได้แต่คุณสมบัติทางกายภาพจะไม่ดีเท่าเดิม ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นความสำคัญด้านสิ่งแวดล้อม เนื่องจากวัสดุที่เหลือจากกระบวนการผลิตรองเท้าเหล่านี้ถ้าแปรสภาพเป็นขยะจะไปทำลายสิ่งแวดล้อมเป็นอย่างมาก ทำให้ผู้วิจัยเล็งเห็นการทิ้งของ EVA ในอุตสาหกรรมรองเท้า ที่มีจำนวนมาก ส่วนพลาสติก PVC ผู้วิจัยไม่นำมาวิจัยในครั้งนี้เนื่องจาก PVC มีกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ค่อนข้างซับซ้อนต่างกลับ EVA

ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำวัสดุที่เหลือทิ้งจากการผลิตรองเท้าพัฒนาบูรณาการในด้านการออกแบบเพื่อเป็นการลดปริมาณขยะที่ทำลายสิ่งแวดล้อมอีกทั้งยังเป็นออกแบบซึ่งเข้ากับหลักการออกแบบ Eco Design ซึ่งใช้หลัก การลด(Reduce), การใช้ซ้ำ(Reuse), การนำกลับมาใช้ใหม่(Recycle) และการซ่อมบำรุง (Repair) (เข้าถึงได้จาก http://www.mtec.or.th/ecodesign2010/index.php?option= com_content&view =article&id =5:eco design -&catid=1:-ecodesign&Itemid=23) ซึ่งเป็นผลดีต่อ ธุรกิจและชุมชน และลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมและระบบนิเวศน์ สอดคล้องกับแผนพัฒนาเศรษฐกิจฉบับที่ 10 ในยุทธศาสตร์การพัฒนาบนฐานความหลากหลายทางชีวภาพและการสร้างความมั่นคงของฐานทรัพยากรสิ่งแวดล้อม การออกแบบและพัฒนาวัสดุเหลือทิ้งเป็นผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจร่วมกับการนำแนวคิด “เศรษฐกิจสร้างสรรค์”(เจริญชัย ไชยไพบูลย์วงศ์. 2553. www.creativethailand.org.th) เป็นแนวคิดการ

ขับเคลื่อนเศรษฐกิจบนพื้นฐานของการใช้องค์ความรู้ (Knowledge) การศึกษาการสร้างสรรค์งาน (Creativity) และการใช้ทรัพย์สินทางปัญญา (Intellectual property) ที่เชื่อมโยงกับรากฐานทางวัฒนธรรม การสั่งสมความรู้ของสังคม และเทคโนโลยี/นวัตกรรมสมัยใหม่ เพื่อประโยชน์ในการสร้างสรรค์อุตสาหกรรมของไทย และสะท้อนถึงความสำคัญในการเตรียมพร้อมให้ทันต่อการเปลี่ยนแปลงในอนาคต รวมถึงการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสมมาผสมผสานร่วมกับจุดแข็งในสังคมไทย โดยนำเทคโนโลยีที่มีอยู่มาพัฒนาต่อยอดด้านการออกแบบ

1.2 วัตถุประสงค์งานวิจัย

1. เพื่อศึกษาและพัฒนากระบวนการแปรรูปและการนำไปใช้ใหม่ของเศษวัสดุEVAเหลือใช้จากอุตสาหกรรม
2. เพื่อทดสอบการนำเศษวัสดุ EVA มาขึ้นรูปวัสดุเพื่อนำไปพัฒนาผลิตภัณฑ์
3. เพื่อการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่จากเศษวัสดุEVAเหลือใช้จากอุตสาหกรรม
4. เพื่อหาความพึงพอใจของผลิตภัณฑ์ใหม่ที่ได้จากเศษ EVA เหลือใช้จากอุตสาหกรรมด้าน
   - ด้านประโยชน์ใช้สอย
   - ด้านความสวยงาม
   - ด้านการใช้งาน
   - ด้านความปลอดภัย

1.3 กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

- ในงานวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษวัสดุ อีวีเอ ในอุตสาหกรรมรองเท้า ดังต่อไปนี้

1.ทฤษฎีแนวคิดการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่(อุดมศักดิ์ สาริบุตร,2548:181)

1.1 รูปทรง (from)

1.2 ประโยชน์ใช้สอย (function)

1.3 ยืดหยุ่น (flexibility)

1.4 ความคุ้มค่า (finance)

2. ทฤษฎีด้านการใช้งานใช้แนวคิดคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ที่ดี (สาคร คันธโชติ, 2528: 36) ใช้หลักคุณสมบัติผลิตภัณฑ์ 5 ข้อ ดังต่อไปนี้

2.1 ใช้งานได้ดี

2.2 ใช้ง่าย

2.3 สะดวกสบายในการใช้

2.4 ปลอดภัยในการใช้

2.5 มีความแข็งแรง

3. ด้านความงามใช้แนวคิดการออกแบบที่มีคุณค่าทางความงาม (นิรัช สุดสังข์, 2548:12)

เพื่อให้ออกแบบตระหนักถึงความงามที่เด่นชัดร่วมสมัย และมีแนวความคิดสร้างสรรค์แฝงอยู่ในการออกแบบแต่ละชิ้น และความประณีตบรรจงในการออกแบบหรือในผลิตภัณฑ์ยังเป็นคุณค่าส่วนหนึ่งของความงาม

4. กระบวนการคิดสร้างสรรค์ในการออกแบบของทอแรนซ์และไมเออร์(วรรณิภัค สหสมโชค. 2549.135)

4.1 การพบความจริง(Fact finding)

4.2 การค้นพบปัญหา(Problem finding)

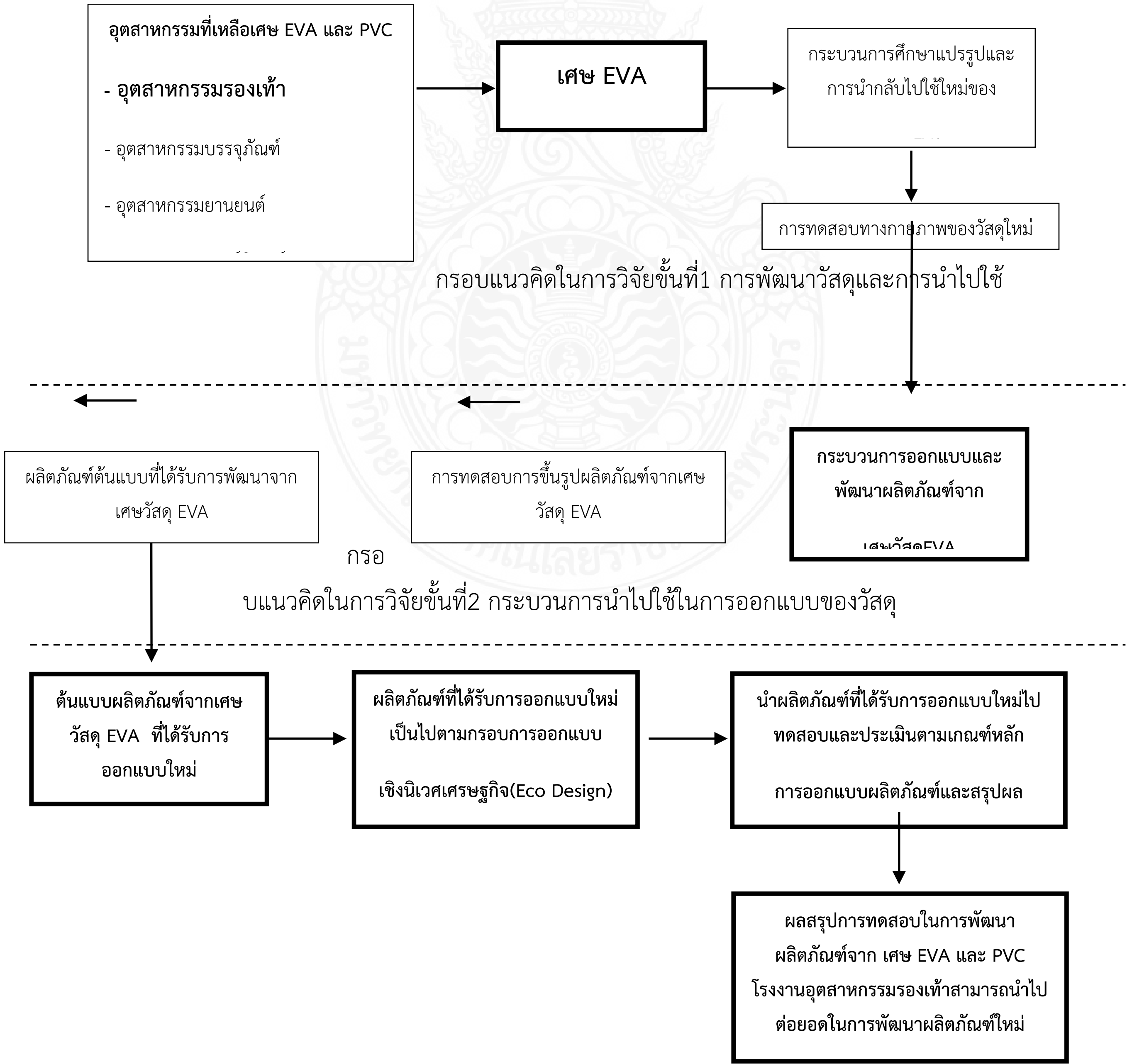
4.3 การตั้งสมมติฐาน (Idea finding)

4.4 การค้นพบคำตอบ (Solution finding)

4.5 ยอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding)

กรอบแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย

การศึกษา EVA และ PVC เหลือใช้ในอุตสาหกรรมกับกระบวนการออกแบบใหม่ มีกรอบแนวคิดในการวิจัยในการศึกษาครั้งนี้ดังต่อไปนี้



กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4 ขอบเขตงานวิจัย

1. ตัวแปรที่ทำการศึกษา

1) ตัวแปรต้นได้แก่

- กระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ของเศษ อีวีเอ เหลือทิ้ง
- รูปแบบวัสดุ อีวีเอ เหลือทิ้งที่ได้จากการศึกษา
- รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการศึกษากระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่

2) ตัวแปรตาม ได้แก่

- วิธีกระบวนการนำกลับมาใช้ใหม่ของเศษ อีวีเอ เหลือทิ้ง
- ลักษณะรูปแบบวัสดุ อีวีเอ เหลือทิ้ง
- ความพึงพอใจต่อรูปแบบผลิตภัณฑ์จาก อีวีเอ เหลือทิ้ง

2. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

จากการศึกษาข้อมูลผู้วิจัยได้แบ่งขอบเขตการศึกษาไว้เป็น 3 ช่วง ซึ่งประชากรและกลุ่มตัวอย่าง มี 3 กลุ่มตามการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

1) การศึกษากระบวนนำกลับไปใช้ใหม่ของอีวีเอเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้า ประชากรและกลุ่มตัวอย่างได้แก่

- ประชากรได้แก่ จำนวนอีวีเอเหลือทิ้งจากโรงงานผลิตรองเท้าในจังหวัดกรุงเทพมหานคร
- กลุ่มตัวอย่างได้แก่ จำนวนอีวีเอเหลือทิ้งในโรงงานผลิตรองเท้า1 โรงงานได้แก่ บริษัท adda (thailand) จำกัด (มหาชน)

2) การศึกษารูปแบบผลิตภัณฑ์จากวัสดุเอวีเอที่ได้การกระบวนการนำกลับไปใช้ใหม่

- ประชากร ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์
- กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 3 คน

3) การศึกษาความพึงพอใจต่อรูปแบบเฟอร์นิเจอร์และของตกแต่งบ้านที่ได้รับการพัฒนา

- ประชากรได้แก่ จำนวนของประชาชนผู้สนใจผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ และผู้สนใจด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์
- กลุ่มตัวอย่างได้แก่ จำนวนของประชาชนผู้สนใจผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ และผู้สนใจด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ จำนวน 100 คน (สุ่มแบบเจาะจง)

3. ขอบเขตขั้นตอนการศึกษาโครงการวิจัย

1) ศึกษากระบวนการนำมาใช้ใหม่ของอีวีเอเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองท้า

2) ออกแบบผลิตภัณฑ์จากอีวีเอเหลือทิ้งในอุตสหกรรมรองเท้า

2.1 ออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้แก่ เฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้าน

3) ประเมินผลงานออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบและการผลิต

4) สร้างต้นแบบ เฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน

5) ศึกษาความพึงพอใจของรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านและผลิตภัณฑ์ประเภทแฟชั่นที่ได้รับการพัฒนาจากอีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้า

6) เก็บข้อมูลและวิเคราะห์ผล

7) สรุปผลงานวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. กระบวนการศึกษาการแปรรูปและกระบวนการนำกลับไปใช้ใหม่ของ EVA เหลือใช้จากอุตสาหกรรมสามารถเป็นแนวทางในการนำวัสดุเหลือใช้ในการพัฒนาวัสดุใหม่

2. ผลทดสอบวัสดุ EVA เหลือใช้จากอุตสาหกรรมสามารถนำไปต่อยอดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่

3. วัสดุ EVA เหลือใช้จากอุตสาหกรรมนำมาสร้างต้นแบบผลิตภัณฑ์ใหม่

4. ผลของความพึงพอใจเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อยอดเชิงพาณิชย์

บทที่2
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทที่2

การศึกษาด้านการผลิต การออกแบบและ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการศึกษาและวิจัยเศษ EVA และ PVC เหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ มีทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำวิจัยดังนี้

2.1 พลาสติกประเภท EVA

2.2 กระบวนการผลิตพลาสติก

2.3 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

2.4 ทฤษฎีการออกแบบและการตลาด

2.5 กระบวนการและแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.6 กระบวนการศึกษาการเหลือเศษEVA และPVC ในอุตสาหกรรมรองเท้า

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 พลาสติกและพลาสติกประเภท EVA

2.1.1. พลาสติก (Plastics) คือ วัสดุที่ประกอบด้วยสารหลายอย่าง มีน้ำหนักโมเลกุลสูงคงรูปเมื่อผ่านกรรมวิธีการผลิตและมีลักษณะอ่อนตัวขณะทำการผลิต

2.1.2. ประเภทของพลาสติก แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1 เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) คือ พลาสติกที่สามารถหลอมเมื่อให้ความร้อนแล้วแข็งตัวเมื่อทำให้เย็นลง การหลอมตัวและการทำให้เย็นตัวลงจะทำให้หลายๆครั้ง โดยที่โครงสร้างของพลาสติกประเภทนี้ จะไม่มีการเปลี่ยนแปลง กล่าวคือสามารถนำหมุนเวียนกลับมาใช้ได้อีก (recycle) ตัวอย่างของเทอร์โมพลาสติกได้แก่ PE, PP, PVC, PS, ABS, Nylon 6

2 เทอร์โมเซตติ้ง (Thermosettings) คือ พลาสติกที่สามารถหลอมตัวได้เฉพาะครั้งแรกเท่านั้น เพราะเมื่อหลอมตัวแล้วก็จะเกิดการเชื่อมโยงระหว่างโมเลกุลของพลาสติกนั้น เป็นผลให้พลาสติกนั้นมีโครงสร้างแบบเชื่อมโยง (crosslinked) หรือแบบร่างแห (network) โครงสร้างของพลาสติกจะคงตัวหรือไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อีก เมื่อได้ความร้อนกับเทอร์โมเซตจะไม่หลอมตัว พันธะระหว่างโมเลกุลในเทอร์โมเซตจะแตกสลายลงได้วัตถุดิบที่มีสมบัติเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ตัวอย่างของพลาสติกประเภทนี้ได้แก่ เมลามีน ฟีนอลิค อีพอกซี

2.1.3 พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Plsatics)

1 พลาสติกวิศวกรรม (Engineering Resins) หรือเรียกว่าเทอร์โมพลาสติกวิศวกรรม (Engineering Thermoplastic Resins) หมายถึง เทอร์โมพลาสติกที่มีโครงสร้างอยู่ในกลุ่ม heterochain (ลำตัว มี C และ O, Si, N, S) เป็นส่วนใหญ่ สามารถใช้ทดแทนโลหะบางอย่างจำพวกสังกะสี, อะลูมิเนียมและแมกนิเซียมได้ พลาสติกวิศวกรรมนี้จะใช้ในงานฉีดเป็นส่วนใหญ่ ดังนี้

- ชิ้นส่วนรถยนต์
- ไฟฟ้า-อิเล็กทรอนิกส์
- เครื่องใช้สำนักงาน
- การแพทย์ และสาธารสุข
- การบรรจุหีบห่อ ฯลฯ

2 เทอร์โมพลาสติกวิศวกรรมตัวหลักๆ

2.1 ไนลอน (Nylons) หรือ อะคริโลไนไตรล์ บิวตะไดอิน สไตรีน (Acrylonitrile Butadiene Styrene, ABS)

2.2 โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate, PC) การใช้เม็ดพลาสติกวิศวกรรมนั้นอาจใช้เม็ดพลาสติกล้วนๆหรือใช้ร่วมกับวัสดุเสริมแต่งจำพวกช่วยเสริมแรงอย่างใยแก้ว (Glass Fiber) หรือสารเสริมแรงจากแร่ธาตุต่างๆซึ่งทำให้มีเสถียรภาพทางรูปทรงมั่นคงขึ้น ใช้อุณหภูมิทำงานสูงๆ ได้

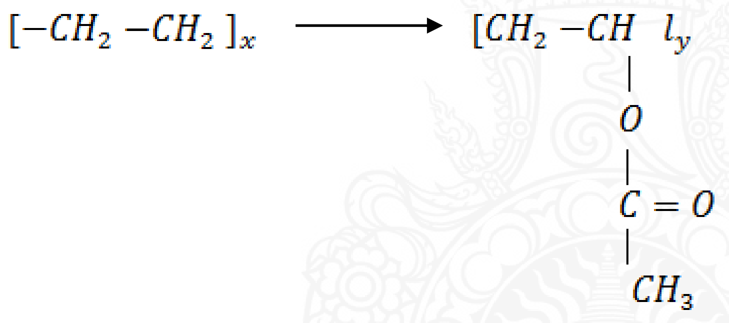
2.1.4. เกณฑ์พิจารณาการพิจารณาการเข้ากลุ่มพลาสติกวิศวกรรม

1. เป็นเทอร์โมพลาสติกที่เข้าไปใช้แทนที่ชิ้นส่วนเดิมที่เป็นโลหะ
2. เป็นเทอร์โมพลาสติกที่เป็นส่วนประกอบสำคัญ ทำหน้าที่งานโครงสร้าง (Structural Components)
3. เป็นเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ในงานวิศวกรรม (Engineering Application)

2.1.5. เทอร์โมพลาสติกวิศวกรรมแบ่งเป็นกลุ่มใหญ่ๆ 3 กลุ่มดังนี้

1. กลุ่มคริสตัลไลน์ (Crystalline) มีการจัดตัวโมเลกุลเป็นระเบียบ
2. กลุ่มอะมอร์ฟัส (Amorphous) มีการจัดตัวโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ หารูปแบบแน่นอนไม่ได้
3. กลุ่มปรับแต่งเพิ่มเติมคุณสมบัติแบบยาง (Rubber Modified)

2.1.6. เอทธิลีน ไวนิล อะซิเตท โคโพลีเมอร์ (Ethylene vinyl Acetate Copoly mer) EVA เป็นโคโพลีเมอร์ซึ่งจัดเป็นกลุ่มของเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) มีสูตรโครงสร้างเป็น



ภาพที่ 2-1 ภาพแสดงโครงสร้างของ EVA (Ethylene vinyl Acetate Copolymer)

2.1.6.1 วัตถุดิบที่ใช้ ได้แก่

1. เอทธิลีน (Ethylene)
2. ไวนิลอะซิเตท(Vinyl acetate)

2.1.6.2 การผลิต EVA

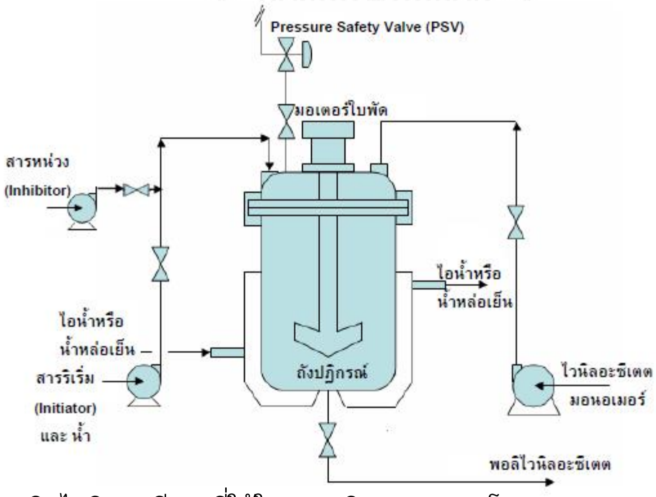
EVA เกิดจากการรวมตัวกันของเอทธิลีน และไวนิลอะซิเตท ภายใต้ความดันสูงโดยใช้เตาปฏิกรณ์เป็นแบบ tubular หรือ autoclave โดยต้องมีตัวกวน ซึ่งเป็นอย่างเดียวกับที่ใช้ในกระบวนการผลิต LDPE ซึ่งจะทำให้เกิดโคโพลีเมอร์แบบกิ่งก้านสาขา และไม่เป็นระเบียบสูงของพวกกรุ๊ป acetoxy ไปตามสายโซ่ของคาร์บอนดังแสดงในสมการ

$$XCH_2-CH_2+VCH_2=CH-O-\overset{\overset{\displaystyle O}{\|}}{C}-CH_3 \longrightarrow [-CH_2-CH_2]_x-[CH_2-\underset{\underset{\underset{\underset{\displaystyle CH_3}{|}}{\underset{\displaystyle C=O}{|}}}{|}}{\underset{\displaystyle O}{|}}{CH}]_y$$

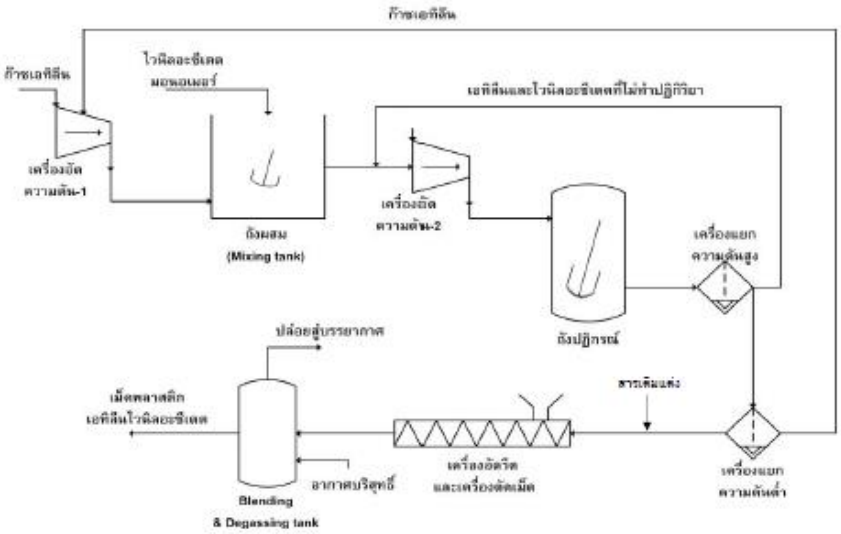
Ethylene **Vinyl acetate** **EVA**

ภาพที่ 2-2 ภาพแสดงโครงสร้างการผสมของ EVA (Ethylene vinyl Acetate Copolymer)

EVA จะมีไวนิลอะซิเตทในปริมาณ 5-50% โดยน้ำหนักซึ่งจะรวมเข้ากับสายโซ่ของเอทธิลีน ถ้ามีส่วนผสมของไวนิลอะซิเตทน้อยกว่า 5% จะเรียกว่า PE หรือ Modified PE แต่ถ้าปริมาณมากกว่า 50% จะเรียกว่าไวนิลอะซิเตท เอทธิลีน (Vinyl Acetate Ethylene. VAE)



ภาพที่ 2-3 ภาพแสดงผลิตไวนิลอะซีเตตที่ใช้ในการผลิตEVA (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551, 5)



ภาพที่ 2-4 กระบวนผลิตพลาสติก EVA (กรมโรงงานอุตสาหกรรม, 2551, 6)

2.1.6.3 คุณสมบัติที่สำคัญ

คุณสมบัติของ EVA ขึ้นอยู่กับปริมาณไวนิลอะซิเตทและค่าอัตราการไหล (Melt-flow-Index) โดยที่ไวนิลอะซิเตทจะควบคุมการเกิดผลึกและความยืดหยุ่นของโพลีเมอร์ ส่วนสำหรับค่าอัตราการไหลจะเกี่ยวข้องกับความหนืดของโพลีเมอร์ที่หลอม หรือน้ำหนักโมเลกุลโพลีเมอร์

ผลที่สำคัญของไวนิลอะซิเตทต่อ EVA คือ การลดความเป็นผลึก การปรับปรุงด้านความใสและความยืดหยุ่นในช่วงอุณหภูมิที่ต่ำ การทนทานต่อแรงกระแทก (Impact Strength) รวมไปถึงการลดความแข็ง อุณหภูมิที่จะใช้กับหลอมและอุณภูมิที่จะใช้ซีลต่ำ การเพิ่มไวนิลอะซิเตท จะปรับปรุงทางด้านความทนต่อพวกน้ำหนักและพวกไขต่างๆ สามารถทนต่อสภาพอากาศ การใช้เกาะติดที่เฉพาะลงไป และยังทำให้โพลีเมอร์นั้นง่ายต่อการเชื่อมต่อขวาง (Crosslinked) เมื่อเปรียบเทียบกับ PE แล้ว EVA นั้นแก็สและไอน้ำสามารถซึมซาบได้ดี แต่คุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าจะเป็นตัวนำที่เลว ความทนทานต่อสารเคมีจะลดน้อยลง รวมถึงการทนต่อความร้อนลดน้อยลง

2.1.6.4 การนำไปใช้งาน

การใช้งาน EVA จะเหมือนกับ PE โดยอุณหภูมิที่ใช้จะต่ำประมาณ 50-100 °F โดยจะใช้การขึ้นรูป สำหรับงานดึงยืด (Extrusion) ฟิล์ม (Film) และงานฉีด (Injection)

เกรดของ EVA ที่ใช้ในการขึ้นรูปสำหรับงานยืดจะมีไวนิลอะซิเตทประมาณ 5-20% จะมีผลทำให้ EVA มีลักษณะเหนียวและอ่อนนุ่ม สำหรับงานฉีดและพวกฟิล์มไม่ต้องมีการเติมพวกสารเติมแต่ง (Additive) พวกฟิล์มนั้นมักใช้กับงานที่ต้องการความยืดหยุ่นและยังรวมไปถึงพวกฟิล์มที่ใช้อัดรูป ส่วนเกรดที่มีไวนิลอะซิเตทมากกว่า 20% จะใช้กับการเคลือบผิวและทำเป็นการเชื่อมโดยที่ควรจะใช้อุณหภูมิต่ำกว่า 400 °F เพื่อป้องกันการสูญเสียคุณสมบัติของโพลีเมอร์

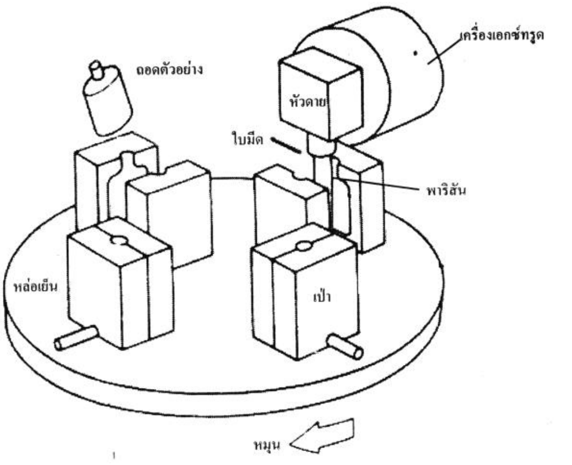
EVA มีการใช้อย่างกว้างขวางในอุตสาหกรรมของพวกสายเคเบิ้ลหุ้มสายไฟ ใช้ทำสายลวดในรถยนต์ทำให้ยืดเวลาการใช้งานได้นานและจากคุณสมบัติที่คล้ายยางจึงนำไปทำเป็นกันชนกระเปาะที่ใช้ปิดของเล่นที่ยืดหยุ่น ปะเก็น และปลอกรัดท่อ

2.2 กระบวนการผลิตพลาสติก

2.2.1. ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ วัสดุและกรรมวิธีในการผลิต

2.2.1.1 การฉีดเป่าขึ้นรูป (Injection Blow Molding)

การฉีดเป่าเป็นวิธีแปรรูปพลาสติกที่ใช้เทคนิคการฉีดและการเป่าร่วมกัน เป็นวิธีที่ใหม่ที่สุดของเทคโนโลยีการเป่าพลาสติก เครื่องฉีดเป่าประกอบด้วยชุดฉีดและหลอมพลาสติก และชุดขึ้นรูป ใช้เครื่องฉีดที่มีลักษณะเหมือนกับเครื่องฉีดพลาสติกทั่วไป กล่าวคือประกอบด้วย ตัวให้ความร้อน กระบอก (barrel) สกรูทำหน้าที่ผสมและอัดพลาสติก ซึ่งมีส่วนประกอบ 3 ช่วง คือ ช่วงป้อน ช่วงหลอมอัด และช่วงส่งพลาสติก โดยทั่วไปการถอดตัวอย่างจะใช้แผ่นเหล็กกระทุ้ง (stripper plate) หรือใช้ลมอัดเป็นตัวช่วย ดังนั้นสามารถสรุปขั้นตอนการฉีดเป่าได้ 3 ขั้นตอนหลัก ดังต่อไปนี้



ภาพที่ 2-6 แสดงการฉีดเป่า 3 ขั้นตอน คือ เตรียมชิ้นงาน เป่า และถอดชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 1 เตรียมชิ้นงานก่อนขึ้นรูป โดยใช้เครื่องฉีดพลาสติกฉีดขึ้นรูปพาริสัน บนตัวรองรับหรือแกนที่เป็นโลหะ แล้วหมุนพลาสติกหลอมที่วางตัวบนแกน ซึ่งเรียกว่าเป็นฟรีฟอร์ม (perform) ไปทำการเป่าในขั้นตอนที่ 2

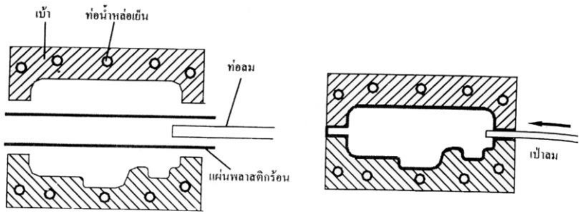
ขั้นตอนที่ 2 ปิดเบ้าหลังจากรับชิ้นงานจากขั้นตอนที่1 แล้วเป่าลมเข้าเพื่อให้พาริสันพองตัวและมีรูปร่างตามเต็มเบ้า ต่อมาชิ้นงานจะเย็นลง เนื่องจากการหล่อเย็นด้วยระบบน้ำหมุนเวียน

ขั้นตอนที่ 3 เคลื่อนย้ายชิ้นงานไปยังชุดถอดชิ้นงาน เพื่อถอดชิ้นงานออกจากตัวรองรับ ข้อได้เปรียบของเทคนิคการฉีดเป่าเหนือการเอกซ์ทรูดเป่า คือได้งานที่มีคุณภาพสูงผลิตภัณฑ์ที่ได้ไม่มีรอยต่อที่คอและก้นของภาชนะ มีความหนาเฉลี่ยที่แน่นอนและใกล้เคียงกันและลื่นดีมาก พลาสติกบางตัว เช่น พอลิสไตรีน (PS) และพอลิเอทิลีนเทอเรพธาเลท (PET) ไม่สามารถเป่าโดยเทคนิคเอกซ์มรูดเป่าได้ เนื่องจากความแข็งแรงของพอลิเมอร์หลอม (melt strength) ต่ำเกินไป แต่สามารถแปรรูปได้ดีโดยเทคนิคการฉีดเป่า เนื่องจากมีตัวรองรับพาริสันในขณะเป่า

2.2.1.2 การฉีดเป่าที่ทำการดึงขณะเป่า

เป็นเทคนิคการฉีดเป่าอีกเทคนิคหนึ่ง ซึ่งทำการดึงพอลิเมอร์หลอมบนแกนหรือตัวรองรับให้ยืดออกในแนวแกนของเบ้าในขณะเป่าลม การดึงพอลิเมอร์จะส่งผลให้เกิดการจัดเรียงตัวของโมเลกุลให้มีระเบียบมากขึ้น ทำให้เทคนิคนี้สามารถใช้พลาสติกเกรดที่ไม่ดี เพื่อผลิตชิ้นงานที่มีคุณภาพได้และสามารถทำให้ผลลิตชิ้นงานที่มีขนาดบางขึ้นได้ เนื่องจากการมีสมบัติเชิงกลดี นอกจากนี้ การดึงในขณะเป่ายังส่งผลให้ได้

ผลิตภัณฑ์ทีมีลักษณะโปร่งใสมากขึ้น มีความมัน ลดความสามารถในการส่งผ่านโมเลกุลก๊าซได้ดีขึ้น เทคนิคการฉีดเป่าที่ทำการดึงขณะเป่ารูปที่แสดงดังภาพที่ 2.7

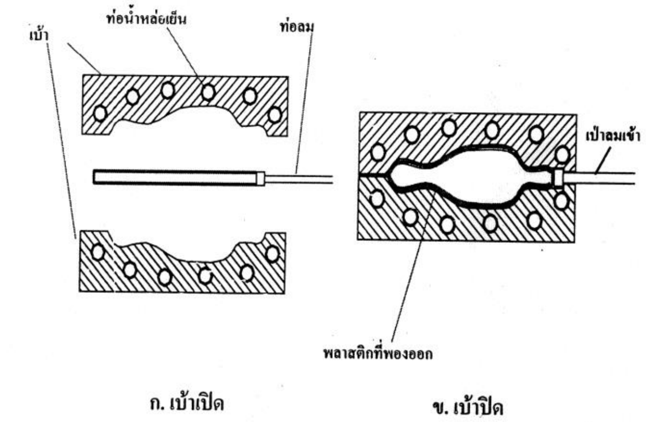


ภาพที่ 2-7 การฉีดเป่าที่ทำกา

ตัวอย่างการเป่าขวด PET โดยใช้เทคนิคการฉีดเป่าและดึงขณะเป่า พบว่าถ้าอัตราการดึงในแนวเส้นรอบวงประมาณ 3.8 และในแนวแกนของขวดประมาณ 2.8 ทำให้ได้ขวดที่ทนต่อแรงดึง ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้มีความจำเป็นสำหรับการผลิตขวดเครื่องดื่มอัดลม ซึ่งจะมีแรงดันเนื่องจากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงต้องการชิ้นงานที่มีสมบัติที่ทนต่อแรงดึง (tensile strength) มีความเหนียว (toughness) และทนต่อการกระแทก (impact resistance)

2.2.1.3 การเป่าขึ้นรูปโดยวิธีการทางอ้อม (Indirect Blow Molding)

เป็นการผลิตผลิตภัณฑ์แบบเป่า แบบ 2 ขั้นตอน คือ เตรียมรูป และเป่าขึ้นรูป ในกรณีการเตรียมรูปที่เป็นท่อ หลังจากเอกซ์ทรูดได้ท่อตามความต้องการแล้ว ตัดท่อให้ได้ความยาวที่เหมาะสม หลังจากนั้นต่อปลายด้านหนึ่งไว้กับท่อลม นำท่อพลาสติกไปอุ่นแล้วใส่เข้าไปในเบ้า ปิดเบ้า เป่าลมเข้าไปให้พองตามรูปเบ้า พลาสติกจะพองตัวตามรูปเบ้า ปล่อยให้เย็น เปิดเบ้า ตัดขอบ เทคนิคนี้ใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กลวงยาว เช่น ขาโต๊ะ เป็นต้น



ภาพที่ 2-8 แสดงเทคนิคการเป่าโดยวิธีการทางอ้อมโดยใช้ท่อในการเตรียมรูป

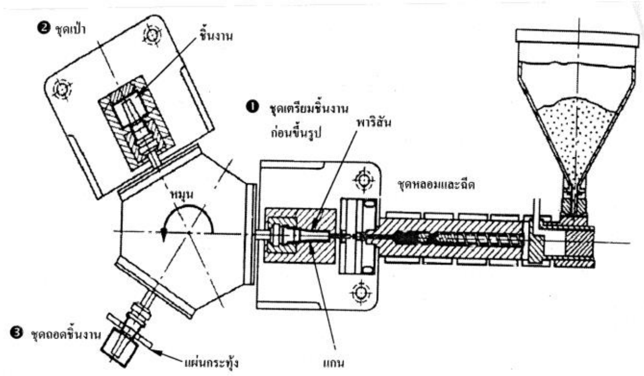
การใช้แผ่นพลาสติกในขั้นการเตรียมรูป ทำโดยการนำแผ่นพลาสติก 2 แผ่น มาให้ความร้อนแล้วใส่เข้าในเบ้า ปิดฝาเบ้า ขอบพลาสติกจะหลอมติดกัน แล้วเป่าลมเข้าไป พลาสติกจะพองตัวตามรูปเบ้า

เทคนิคนี้อาจจะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์กลวงขนาดใหญ่ ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยใช้เทคนิคนี้ เช่น ของเล่นเด็ก

2.2.6.4 วัสดุที่ใช้และผลิตภัณฑ์จากการเป่าขึ้นรูป

กระบวนกรเป่าต้องการเทอร์โมพลาสติกชนิดที่มีสมบัติในการยืดดีในขณะร้อนและในขณะเป่า กล่าวอีกนัยหนึ่งคือต้องการวัสดุที่มีความแข็งแรงในขณะหลลอม (melt strength) สูง กล่าวคือสูงกว่ากรณีวัสดุที่ใช้กระบวนการเอกซ์ทรูดและการฉีดพลาสติกโดยทั่วไป นอกจากนี้พลาสติกที่ใช้ทำการเป่าจะต้องมีความหนืดสูง (ค่าดัชนีการไหล (MFI) ต่ำ) ที่อุณหภูมิการแปรรูปส่วนใหญ่จะเป็นพลาสติกที่มีน้ำหนักโมเลกุลเฉลี่ยสูง

ทำให้สามารถผลิตชิ้นงานที่มีสมบัติการทนต่อการกระแทกดี และทนทานต่อการแตกเนื่องจากสภาวะแวดล้อม (environmental stress cracking resistance,ESCR)



ภาพที่ **2-9** แสดงเทคนิคการเป่าโดยวิธีการทางอ้อมโดยใช้พลาสติกแผ่นในการเตรียมรูป

2.3 การออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

2.3.1. การจัดการการออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ (Helen Lewis and John Gertsakis with Tim Grant Nicola Morelli and Andrew Sweatman, 2552, 37)

2.3.1.1ภาพรวมของกระบวนการออกแบบ

วิธีการต่างๆ ที่แสดงไว้โดยคร่าวๆ ในบทนี้มาจากวิธีการสำหรับแผนงานอีโครีดีไซน์ (EcoReDesign™) ที่ศูนย์ออกแบบแห่งชาติของมหาวิทยาลัย RMIT นำมาใช้ (Gertsakis et al. ค.ศ.1997) และยังมีวิธีการอื่นๆ อีกที่กำลังได้รับการพัฒนา ตัวอย่างเช่น พัฒนาโดย Brezet และ van Hemel (ค.ศ. 1997) ทั้งนี้ในส่วนของเอกสารสำหรับวิธีการนี้และเอกสารที่เป็นประโยชน์อื่นๆ ได้แสดงและอธิบายไว้ในส่วนของ 'เอกสารอ่านเพิ่มเติม' ตอนท้ายของบท

อีโครีดีไซน์ตระหนักว่าผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมนั้น จะต้องถูกพิจารณาระหว่างกระบวนการออกแบบร่วมกับมาตรฐานการออกแบบทั่วไปทั้งหมด ดังนั้น มันจึงไม่ใช่กระบวนการใหม่โดยสิ้นเชิง แต่มันคือการปรับเปลี่ยนกระบวนการที่มีอยู่เสียใหม่ ในบทนี้อธิบายถึงวิธีการและเครื่องมือบางอย่างที่นักออกแบบคนอื่นๆ พบว่ามีประโยชน์ ซึ่งเราจะนำมาอภิปรายเป็น 5 ขั้น ดังนี้

ขั้นที่ 1 : ประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม
ขั้นที่ 2 : วิจัยตลาด
ขั้นที่ 3 : ดำเนินการปฏิบัติการด้วยความคิด
ขั้นที่ 4 : เลือกกลยุทธ์ทางการออกแบบ
ขั้นที่ 5 : ออกแบบผลิตภัณฑ์

1. การประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม

หนึ่งในขั้นแรกๆ ของการออกแบบเชิงสิ่งแวดล้อมคือ การวิเคราะห์ผลกระทบทางสิ่งแวดล้อม และหนึ่งในเครื่องมือที่เป็นประโยชน์มากที่สุดก็คือ การประเมินวัฏจักรชีวิต (LCA) ซึ่งเป็นเทคนิคหนึ่งสำหรับการประเมินผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์หรือการบริการ สำหรับเทคนิคอื่นๆ ประกอบด้วย LCA อย่างง่าย (Streamlined LCA) และเมทริกซ์ทางสิ่งแวดล้อม (Environmental matrix)

เครื่องมือเหล่านี้มีราคาและความซับซ้อนแตกต่างกันไป ซึ่งจะต้องเลือกให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ขอบข่าย และงบประมาณของโครงการ ทั้งนี้เครื่องมือที่เกี่ยวข้องจำนวนมากจะนำไปอภิปรายถึงรายละเอียดในบทที่ 3

วัตถุประสงค์หลักในการดำเนินการประเมินทางสิ่งแวดล้อมคือ เพื่อระบุส่วนที่มีผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เพื่อให้สามารถแก้ปัญหาผลกระทบเหล่านี้ตลอดกระบวนการออกแบบได้ บางครั้งผลของการประเมินทางสิ่งแวดล้อมก็สามารถทำนายได้ ตัวอย่างเช่น การค้นพบว่าการบริโภคพลังงานเป็นสาเหตุของผลกระทบส่วนใหญ่ตลอดวัฏจักรชีวิตของเครื่องล้างจาน แต่ส่วนอื่นๆ ก็ไม่สามารถทำนายได้มากนัก เช่น การค้นพบว่าหนึ่งในวัสดุต่างๆ ที่นำมาใช้ในการผลิต แม้ว่าจะใช้ปริมาณน้อยแต่ก็มีความเป็นพิษสูง

การประเมินทางสิ่งแวดล้อมจะให้พื้นฐานการตัดสินใจต่อนักออกแบบในการพัฒนาจุดเริ่มต้นการออกแบบ (Design brief) (ดู ตอนที่ 2.5) การประเมินนั้นสามารถดำเนินการโดยพนักงานด้านเทคนิคหรือด้านสิ่งแวดล้อมภายในบริษัท หรือดำเนินการโดยผู้เชี่ยวชาญกลุ่มที่ปรึกษา

2 การวิจัยตลาด

ก่อนที่จะเริ่มกระบวนการออกแบบจริงๆ นักออกแบบจำเป็นจะต้องทำการวิจัยภูมิหลังของผลิตภัณฑ์ คู่แข่งของมัน การพัฒนาต่างๆ ในผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง ความกดดันใดๆ สำหรับการเปลี่ยนแปลง และตลาดโดยทั่วไป การวิจัยนี้จะช่วยให้เข้าใจความต้องการของตลาด และเพื่อค้นหาความคิดหรือเทคโนโลยีใหม่ๆ ที่อาจนำมาใช้ในระหว่างกระบวนการออกแบบได้

ผลของการวิจัยนี้อาจรวมเข้าไปในการเขียนรายงาน หรือการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั่วไป (General Product Analysis : GPA) นอกจากคุณค่าของมันในการใช้เป็นเอกสารการทำงานภายในแล้ว การเขียนรายงานผลิตภัณฑ์ก็จะยังให้ข้อมูลภูมิหลังที่เป็นประโยชน์ต่อผู้ที่เข้าร่วมทำปฏิบัติการด้านความคิดด้วย (ดู ตอนที่ 2.4) ข้อมูลผลิตภัณฑ์ซึ่งประกอบด้วยส่วนประกอบ วัสดุ กระบวนการผลิต และอื่นๆ นั้นเป็นข้อมูลภูมิหลังที่จำเป็นต่อการประเมินทางสิ่งแวดล้อม และด้วยเหตุนี้ GPA และการประเมินทางสิ่งแวดล้อมก็อาจจะดำเนินการไปด้วยกัน

โดยปกติ GPA จะเตรียมภายในองค์กร ซึ่งเป็นข้อมูลป้อนเข้า (input) จากพนักงานในฝ่ายการตลาด ฝ่ายเทคนิค และฝ่ายประชาสัมพันธ์องค์กร หัวข้อที่น่าสนใจบางเรื่องในขั้นนี้แสดงในกรอบ 2.1 โดย GPA จะระบุวิธีการปฏิบัติด้านสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุดในปัจจุบันสำหรับชนิดของผลิตภัณฑ์ที่จะถูกออกแบบ

3. การดำเนินงานเชิงปฏิบัติการด้านความคิด

การทำงานเชิงปฏิบัติการสามารถนำมาใช้เพื่อสร้างความคิดสร้างสรรค์และกลยุทธ์ต่างๆ โดยกลุ่มคนที่จัดไว้ประมาณ 8-15 คน ถือเป็นจำนวนที่เหมาะสมในการกระตุ้นให้เกิดการอภิปรายระหว่างกันภายในกลุ่มได้ทุกคน โดยควรจัดกลุ่มคนให้มีความหลากหลายในด้านของทักษะและมุมมอง และจะเป็นประโยชน์มากหากรวมผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านเทคนิคในผลิตภัณฑ์นั้นๆ เข้าไปด้วย ดังกรอบแสดงการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่1

- กรอบการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ที่1 เค้าโครงของการวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั่วไป (GPA) (Gertsakis et al, 1997, 52)

ข้อมูลผลิตภัณฑ์

รายละเอียดกว่างๆ ของผลิตภัณฑ์ หน้าที่และส่วนประกอบที่สำคัญของมัน และรายละเอียดกว้างๆ ของการออกแบบที่สำคัญและลักษณะของการผลิตเค้าโครงย่อเกี่ยวกับประวัติของผลิตภัณฑ์และการพัฒนาของมันในช่วงเวลาที่ผ่านมา (เราไม่ควรสรุปว่า 'วิวัฒนาการ (evolution)' ของผลิตภัณฑ์เดินตามเส้นทางการปรับปรุง โดยวิวัฒนาการในแต่ละขั้นอาจลดคุณค่าของทุกสิ่งไป ซึ่งเป็นเพราะเปลี่ยนแปลงในวัสดุหรือกระบวนการผลิต หรือเป็นเพราะการเปลี่ยน แปลงในคุณค่าทางสังคมหรือทางวัฒนธรรม)การผลิตและแหล่งของส่วนประกอบทั้งหมด

รายชื่อวัสดุทั้งหมดที่ใช้ในผลิตภัณฑ์ น้ำหนักของวัสดุแต่ละชิ้น และแหล่งของวัสดุแต่ละชิ้น

รายชื่อกระบวนการผลิตทั้งหมดที่เกี่ยวข้องในการสร้างส่วนประกอบต่างๆ ของผลิตภัณพ์

ข้อมูลการใช้งาน (ด้านหน้าที่)

ของผลิตภัณฑ์ ทรัพยากรที่ใช้ (ถ้ามี) ความถี่ในการใช้ (ถ้าเกี่ยวข้อง) การปล่อยสารใดๆ ที่สร้างขึ้นและที่คาดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงชีวิตโดยเฉลี่ยข้อมูลการบริการและการซ่อมแซมรูปแบบปัจจุบันของการกำจัดผลิตภัณฑ์เมื่อสิ้นอายุการใช้งาน

ข้อมูลการตลาด

ลักษณะที่สำคัญของผลิตภัณฑ์ (เช่น หน้าที่การใช้งาน ความสวยงาม คุณภาพ และราคา) ซึ่งพิจารณาว่าจะมีความสำคัญต่อการขายทางการตลาดขนาดของตลาดในปัจจุบัน รวมถึงแนวโน้มและการคาดการณ์ในอนาคต

ธรรมชาติของตลาด ได้แก่ ลูกค้า กลุ่มเฉพาะ การแข่งขัน

ปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อการตลาดและตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ ได้แก่ ราคา ข้อกำหนดและมาตรฐาน ความสนใจของผู้บริโภค ประเด็นต่างๆ ทางสิ่งแวดล้อมที่ระบุอยู่ภายในตลาดการประกาศหรือโฆษณาของคู่แข่งที่เกี่ยวกับคุณภาพทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ที่คล้ายกัน

ข้อมูลด้านการแข่งขันของผลิตภัณฑ์

- ประวัติ
- การออกแบบในปัจจุบันหรือแนวโน้มการพัฒนา โดยเฉพาะแนวโน้มของลักษณะทางสิ่งแวดล้อม
- การเปรียบเทียบคุณสมบัติทางสิ่งแวดล้อมต่างๆ ของกลุ่มผลิตภัณฑ์ทั้งหมด

การตรวจสอบ (ถ้าเกี่ยวข้องและเป็นไปได้) การแข่งขันของผลิตภัณฑ์ (ในตลาดโลก) กับข้อมูลประวัติทางสิ่งแวดล้อมที่ดีที่สุด

ข้อมูลด้านบริษัท : ทรัพยากร และความสามารถ

เค้าโครงย่อของบริษัท ได้แก่ ประวัติ ขนาด ความสามารถในการผลิตและทรัพยากร นโยบายทางสิ่งแวดล้อมของบริษัท หรือประวัติของกิจกรรมหรือความห่วงใยทางสิ่งแวดล้อม

ข้อมูลด้านแรงผลักดันหรือศักยภาพในการเปลี่ยนแปลงผลิตภัณฑ์

- ประเด็นทางสิ่งแวดล้อม
- วัสดุใหม่
- เทคโนโลยีใหม่
- ความต้องการใหม่ๆ ของลูกค้า หรือกลุ่มตลาดเฉพาะ

ข้อมูลด้านการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้อง

ข้อมูลในส่วนนี้สามารถกระตุ้น 'ความคิดด้านการออกแบบ' ให้ระบุว่า กำลังเกิดอะไรขึ้นกับผลิตภัณฑ์ในประเภทอื่นๆ ที่อาจจะถูกพิจารณาว่า มีความเกี่ยวข้องบางอย่างกับผลิตภัณฑ์ที่เรากำลังเป็นห่วงอยู่ ตัวอย่างเช่น ผลิตภัณฑ์ที่มีการ 'ใช้พื้นที่' เดียวกัน (ถ้าเราเจาะจงไปที่ผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ดังนั้น เกิดอะไรขึ้นกับเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านอื่นๆ ในพื้นที่เดียวกันของบ้านนั้นๆ เช่น ในห้องครัว) ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ใช้วัสดุหรือเทคโนโลยีแบบเดียวกัน

เครื่องมือที่มีความสร้างสรรค์จำนวนมากจะต้องเตรียมไว้เพื่อช่วยในการตรวจสอบและประเมินความคิด เครื่องมือที่มีความสร้างสรรค์ต่างๆ นั้นไม่ได้มีความเจาะจงต่อการออกแบบหรือออกแบบเพื่อสิ่งแวดล้อม (DfE) และมีตำราจำนวนมากด้านการพัฒนากระบวนการกลุ่มสร้างสรรค์ สิ่งที่เราแสดงไว้ในนี้คือเครื่องมือที่มีความสร้างสรรค์สองชนิด ซึ่งได้แก่ การระดมความคิดและการใช้ฉลากติด ซึ่งเป็นสิ่งที่ใช้กันโดยทั่วไปในการทำงานเชิงปฏิบัติการด้าน DfE ดังกรอบแนวคิดที่2 การทำปฏิบัติการด้านความคิด

การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั่วไป

- นำเสนอผล
- เชิญชวนให้ถามคำถามและอภิปราย
- ระบุโอกาสและ/หรือภัยคุกคามที่สำคัญ

การประเมินทางสิ่งแวดล้อม

- นำเสนอผล
- เชิญชวนให้ถามคำถามและอภิปราย
- ระบุผลกระทบที่สำคัญ (อาจทำการจัดอันดับตามความรุนแรงของผลกระทบ ความสำคัญทางสังคมหรือทางการเมือง ภัยคุกคามทางกฎระเบียบ ข้อมูลประวัติในตลาด และอื่นๆ)

กลยุทธ์ด้านการออกแบบ

- จัดให้มีชั่วโมงของการระดมความคิดสร้างสรรค์ (ไม่บังคับ)
- เขียนความคิดและกลยุทธ์ออกมาเป็นรายการไว้บนกระดานไวท์บอร์ดหรือบนวัสดุที่ใกล้เคียง ทบทวนความคิด/กลยุทธ์ (ทางเลือก)
- จัดให้มีการวิพากษ์การสะท้อนความคิดที่ได้จากกลยุทธ์ด้านการออกแบบ โดยพิจารณาที่ความเป็นไปได้และการนำไปใช้ได้ในทางปฏิบัติระบุความสำคัญก่อนหลัง

3.1 การประเมินผลที่ได้จากการทำงานเชิงปฏิบัติการ

โดยทั่วไปการทำงานเชิงปฏิบัติการจะสรุปด้วยการประเมิน ‘คุณค่า’ ที่สำคัญของความคิดต่างๆ ที่เกิดขึ้นที่สนองต่อข้อมูลประวัติทางด้านสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ แต่อย่างไรก็ตามมักจะมีการกำหนดเวลาขึ้นมาเพื่อทำการทบทวนผลที่ได้จากการทำงานเชิงปฏิบัติการทั้งหมดและพัฒนาบทสรุปของผลิตภัณฑ์ใหม่หรือที่ได้ปรับปรุงแล้ว

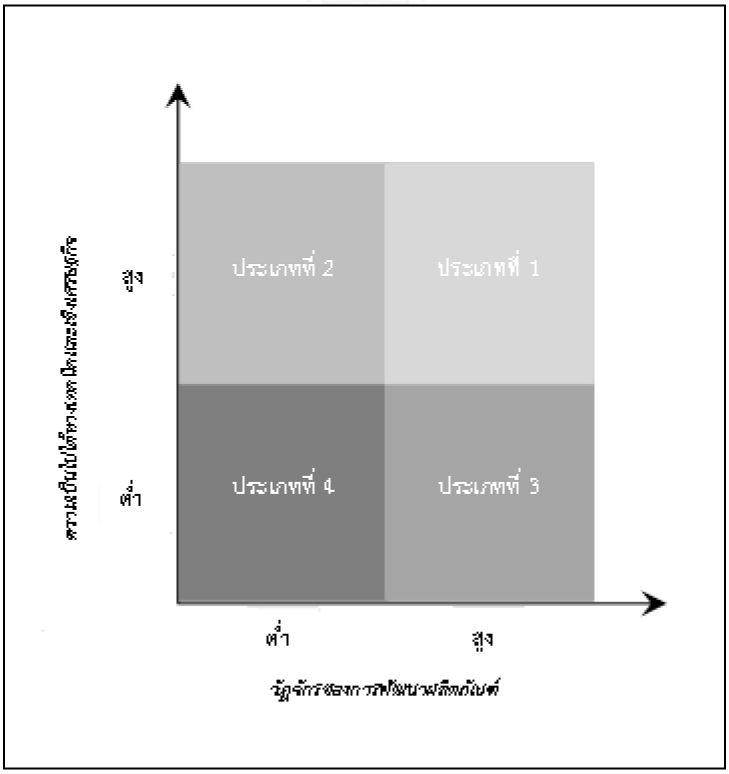
งานแรกของกระบวนการทบทวนคือ การรวบรวมสิ่งต่างๆ ของการทำงานเชิงปฏิบัติการเข้าไปในลำดับของความคิด หลักการ หรือกลยุทธ์โดยจัดลำดับขั้นออกเป็น 4 กลุ่ม (ภาพที่ 2-10 ประกอบ) ดังนี้

ประเภทที่ 1 : สิ่งที่ดูว่าจะบรรลุผลด้านสิ่งแวดล้อมสูง และมีความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเชิงเศรษฐกิจ

ประเภทที่ 2 :สิ่งที่ดูว่าจะบรรลุผลด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ แต่มีความเป็นไปได้ทางเทคนิคและเชิงเศรษฐกิจ

ประเภทที่ 3 :สิ่งที่ดูว่าจะบรรลุผลด้านสิ่งแวดล้อมสูง แต่ยังเป็นคำถามในแง่ของความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือเชิงเศรษฐกิจ

ประเภทที่ 4 :สิ่งที่ดูว่าจะบรรลุผลด้านสิ่งแวดล้อมต่ำ และสิ่งนั้นยังเป็นคำถามในเง่ของความเป็นไปได้ทางเทคนิคหรือเชิงเศรษฐกิจ



ภาพที่ 2-10 การจัดประเภทของผลที่ได้จากการทำปฏิบัติการ

การตัดสินลำดับความสำคัญนี้เป็นก้าวแรกไปสู่การเตรียมจุดเริ่มต้นของการออกแบบลำดับความสำคัญที่บริษัทเต็มใจจะดำเนินไปได้ไกลแค่ไหนก็ขึ้นอยู่กับว่าจะสามารถบรรลุผลสำเร็จในระยะสั้นได้มากเพียงใด และขึ้นกับระดับของทรัพยากรและเวลาที่มีสำหรับการทำวิจัยและพัฒนาในระยะยาว นอกจากนี้ ยังจะขึ้นอยู่กับความเร่งด่วนในวัฏจักรการพัฒนาผลิตภัณฑ์ของบริษัทและความต้องการของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว

ความคิดและหลักการเหล่านั้นที่ถูกจัดกลุ่มให้อยู่ในประเภทที่ 1 สามารถนำมาใช้ดำเนินการในระยะสั้นได้อย่างชัดเจน และความคิดและหลักการที่เป็นไปได้จากประเภทที่ 2 ก็ควรถูกรวมไว้ในแผนระยะสั้นใดๆ ด้วย ส่วนข้อเสนอที่ตกอยู่ในประเภทที่ 4 โดยทั่วไปจะเป็นข้อเสนอที่ถูกปฏิเสธในการนำไปดำเนินการ สำหรับข้อเสนอประเภทที่ 3 ควรมีกระบวนการทบทวนและตัดสนิว่า มีข้อเสนอจำนวนเท่าใดที่ตกอยู่ในประเภทที่ 3 ที่ควรทำวิจัยต่อไปอีกก่อนที่จุดเริ่มต้นการออกแบบจะถูกพัฒนาขึ้น

งานที่สองสำหรับกระบวนการทบทวนคือ การพิจารณาแต่ละข้อเสนอที่ตกอยู่ในประเภทที่ 1, 2 และ 3 เพื่อตรวจสอบหาข้อขัดแย้งใดๆ ที่อาจเกิดขึ้น แม้ว่ากระบวนการทำงานเชิงปฏิบัติการมักจะดึงเอาความคิดของแต่ละคนที่อาจขัดแย้งกันออกมา แต่มันก็เป็นสิ่งที่สำคัญที่ควรจะมีการทบทวนอีกครั้งอย่างระมัดระวัง ปัญหาที่สำคัญที่สุดสำหรับกระบวนการ DfE คือ การตัดสินใจในการออกแบบที่ลดกระทบทางสิ่งแวดล้อมในด้านหนึ่ง แต่กลับไปเพิ่มผลกระทบในอีกด้านหนึ่ง ตัวอย่างเช่น

- การใช้อะลูมิเนียมแทนเหล็กกล้าอาจช่วยลดระดับคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) จากการขนส่ง (โดยการลดน้ำหนักของผลิตภัณฑ์) แต่มันก็สามารถเพิ่ม CO_2 ที่ถูกผลิตขึ้นในกระบวนการและการผลิต เนื่องจากจะต้องใช้ไฟฟ้าป้อนเข้าไปในปริมาณสูง เพื่อแปรสภาพแร่บอกไซท์ (bauxite) ให้กลายเป็นอะลูมิเนียม

- การยืดอายุผลิตภัณฑ์ให้ยาวนานอาจทำให้การปรับปรุงประสิทธิภาพของมันทำได้ช้าลง เว้นแต่ว่ามันจะถูกออกแบบมาสำหรับให้มีการอัพเกรดส่วนประกอบต่างๆ (เครื่องใช้สมัยใหม่มักจะมีประสิทธิภาพในการใช้งานดีกว่าเครื่องใช้สมัยเก่า)

4 การเลือกกลยุทธ์ทางการออกแบบ

ตามพื้นฐานของข้อมูลทั้งหมดนี้ อันได้แก่ การประเมินทางสิ่งแวดล้อม การวิเคราะห์ผลิตภัณฑ์ทั่วไป และการทบทวนการทำงานเชิงปฏิบัติการนั้น กลยุทธ์ทางการออกแบบสามารถถูกเลือกเพื่อเป็นข้อสรุปสำหรับจุดเริ่มต้นของการออกแบบ โดยกลยุทธ์เหล่านี้อาจประกอบด้วย

- การเลือกวัสดุที่ส่งผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมต่ำ
- หลีกเลี่ยงวัสดุที่เป็นพิษหรือเป็นอันตราย
- การเลือกกระบวนการผลิตที่สะอาดกว่า
- ผลิตและใช้พลังงานให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- ใช้น้ำให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด
- การออกแบบเพื่อการลดของเสียให้ต่ำสุด

จุดเริ่มต้นของการออกแบบนั้นควรแสดงเค้าโครงความต้องการของบริษัทอย่างชัดเจนสำหรับผลิตภัณฑ์ใหม่หรือที่ได้รับการปรับปรุง โครงสร้างที่แนะนำสำหรับจุดเริ่มต้นการออกแบบนี้แสดงอยู่ในกรอบที่ 3 เรื่องของเค้าโครงเริ่มเรื่องของการออกแบบ

ในขั้นของกระบวนการนี้ เราอาจจำเป็นต้องดำเนินการทำวิจัยที่เฉพาะเจาะจงมากขึ้นในด้านของวัสดุหรือเทคโนโลยีต่างๆ ยกตัวอย่างเช่น การทำวิจัยด้าน

- ความพร้อมใช้ของวัสดุรีไซเคิลที่มีศักยภาพตรงตามมาตรฐาน
- การพัฒนาล่าสุดในส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพ
- การหาสิ่งทดแทนสารเคมีที่ทำให้เกิดรูโหว่โอโซน

ความรู้เบื้องต้น

- นิยามเป้าหมายของโครงการการออกแบบ

- แจกแจงวัตถุประสงค์เฉพาะออกมาเป็นรายการ (เช่น “เพื่อลดผลกระทบทางสิ่งแวดล้อมของผลิตภัณฑ์ให้ต่ำที่สุด” “เพื่อสนองตามมาตรฐานของข้อบังคับใหม่” “เพื่อให้บรรลุการจัดอันดับพลังงาน 6 ดาว (Six star energy rating)” “เพื่อวางตำแหน่งผลิตภัณฑ์ให้เป็นผู้นำทางการตลาด”)

ความต้องการทั่วไป

- นิยามหน้าที่พื้นฐานของผลิตภัณฑ์
- ระบุความต้องการด้านควาทนทาน
- แจกแจงข้อพิจารณาด้านความสวยงาม
- นิยามความต้องการด้านการออกแบบที่เหมาะสมกับสรีระ
- แจกแจงความต้องการและประเด็นด้านความปลอดภัย
- ให้เค้าโครงเกี่ยวกับศักยภาพและคุณภาพที่ต้องการ

วัตถุประสงค์ทางสิ่งแวดล้อม

- แจกแจงกลยุทธ์ที่เฉพาะเจาะจงที่เกี่ยวข้องกับวัสดุ ประสิทธิภาพการฟื้นฟูสภาพเมื่อสิ้นอายุการใช้งาน และอื่นๆ“ประกอบด้วยเป้าหมายเชิงปริมาณที่เกี่ยวข้อง (เช่น “ใช้วัสดุรีไซเคิล 50%” ออกแบบเพื่อการรีไซเคิลในพลาสติก HDPE (พอลิเอทิลีนความหนาแน่นสูง) ภายหลังการใช้’)

ความต้องการในการผลิต

- กำหนดความต้องการหรือข้อจำกัดในการผลิตที่เฉพาะเจาะจง
- ประกอบด้วยวัตถุประสงค์หรือเป้าหมายใดๆ (เช่น “ลดส่วนประกอบให้น้อยที่สุดเพื่อกระชับกระบวนการประกอบ”)

ข้อบังคับและมาตรฐาน

- แจกแจงข้อบังคับ มาตรฐาน หรือรหัสของการปฏิบัติที่เกี่ยวข้องกับผลิตภัณฑ์
- ต้นทุน
- ระบุข้อจำกัดด้านต้นทุนผลิตภัณฑ์ เพื่อให้มั่นใจว่าผลิตภัณฑ์มีการแข่งขัน (เช่น “ผลิตภัณฑ์จะต้องผลิตในออสเตรเลียในราคาไม่เกิน 100 ดอลลาร์ออสเตรเลียต่อหน่วย”)

5 การออกแบบผลิตภัณฑ์

- กระบวนการออกแบบจริงๆ จะเกี่ยวข้องกับขั้นตอนต่างๆ ซึ่งประกอบด้วย
- การเตรียมหลักการ
- รายละเอียดการออกแบบ
- การผลิตต้นแบบ
- การทดสอบ
- การออกแบบขั้นสุดท้าย

หลักจากเสร็จสิ้นในแต่ละขั้นตอนแล้ว ทีมออกแบบจำเป็นจะต้องประเมินความก้าวหน้าและตัดสินใจว่าจะดำเนินการอย่างไร กระบวนการนี้จะรวมการประเมินในส่วนของจุดเริ่มต้นการออกแบบซึ่งประกอบด้วยความต้องการทางศักยภาพ วัตถุประสงค์ทางสิ่งแวดล้อม ประเด็นการผลิต และต้นทุน

2.3.2 จากพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษเหลือทิ้ง

ในการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์จากเศษ EVA และ PVC เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเป็นการนำเศษที่เหลือจากการผลิตในระบบอุตสาหกรรมมาทำการพัฒนาเป็นผลิตภัณฑ์ใหม่โดยต้องอาศัยแนวคิดและทฤษฎีต่างในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ซึ่งอาศัยทฤษฎีการใช้เศษเหลือทิ้งในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ดังต่อไปนี้

2.3.2.1 คิดแบบ “ขยะ ขยะ” (สิงห์ อินทรชูโต, 2552, 67)

สิ่งที่กลายเป็นขยะแล้วนั้น เป็นสิ่งที่เราหลายคนไม่รู้ว่าจะนำไปทำอะไรได้อีก ดังนั้น การคิดที่จะนำของเหลือทิ้งกลับมาใช้ใหม่ต้องการวิธีคิดใหม่ หรือต้องคิด out of the box เพื่อหาวิธีดัดแปลงหรือผสมผสานเศษวัสดุด้วยกระบวนการต่างๆ โดยการคัดแยกขยะเป็นพื้นฐานสำคัญเบื้องต้นของการนำขยะกลับมาใช้ (reuse) ซึ่งอาจเป็นขยะอะไรก็ได้ที่มาจากภาคอุตสาหกรรม และภาคชุมชน การออกแบบเป็นกุญแจสำคัญของการ reuse ขยะที่คัดแยกแล้วเหล่านั้น

- การแยกขยะเพื่องานดีไซน์

การคัดแยกขยะช่วยกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ เพราะเราจะเห็นทั้งปริมาณและลักษณะเฉพาะของเศษนั้นๆ ทำให้สามารถนำมาคิดต่อเพื่อใช้ในงานออกแบบได้ วิธีการคัดแยกจะขึ้นอยู่กับชนิดและปริมาณของขยะ โดยไม่ได้แยกขยะตามประเภทเท่านั้น (การแยกขยะตามประเภท จะแบ่งขยะออกตามประเภทวัสดุ เช่น กระดาษ พลาสติก หรือโลหะ เป็นการแยกขยะในเบื้องต้นเพื่อการ recycle เป็นหลัก) แต่การแยกขยะเพื่อนำไป reuse โดยการออกแบบนั้น ต้องคัดแยกเพิ่ม โดยอาจดูในเรื่องของสี ขนาด หรือรูปทรงของขยะชนิดนั้นด้วย เช่น ขวดน้ำผลไม้ แยกฝาและตัวขวดโดยนำฝามาใช้สำหรับงานออกแบบ และขวดนำไปสร้างผลิตภัณฑ์อื่น หรือการแยกเครื่องสำอางต่างๆ ที่ใช้หมดแล้วเป็นชนิดๆ เช่น ลิปสติก ตลับแป้ง ขวดน้ำหอม เป็นต้น โดยดูที่รูปทรงที่สวยงาม ซึ่งวัสดุหลายอย่างมีความสวยงามอยู่แล้วเนื่องจากผ่านการออกแบบโดยนักออกแบบมาก่อน

- ลักษณะทางกายภาพ เช่น ขนาด รูปทรง สี

วัสดุของขยะจะเป็นข้อจำกัดสำคัญประการหนึ่งในการออกแบบ เช่น รูปทรงของวัสดุที่มีเส้นตรง จะสามารถนำมาประกอบได้ง่ายกว่าวัสดุที่เป็นทรงโค้ง พื้นผิววัสดุที่นุ่มและบาง จะนำมาใช้งานได้ง่ายกว่าวัสดุที่แข็งหรือบิดเบี้ยว ตัวอย่างรูปทรงที่น่าสนใจ เช่น ตลับคอนแทคเลนส์ ฝาขวดน้ำผลไม้ที่มีหลายสีต่างกันไปตามชนิดผลไม้ ก็อาจแยกสีเก็บไว้ แต่ถ้าเป็นขยะจากโรงงานจะมีรูปทรงที่ซ้ำและมีปริมาณมาก จะสามารถนำมาออกแบบและเข้าสู่กระบวนการผลิตได้ทันที

ขยะบางอย่างอาจต้องใช้เวลาสะสมนานกว่าจะได้ปริมาณมาก คือ เมื่อขยะที่มีรูปร่างเหมือนกันมาอยู่รวมกันมากๆ จะทำให้เราเห็นรูปทรงในภาพรวมที่ชัดขึ้น เช่น ในส่วนของเศษผ้าที่ได้มาจากโรงงาน ก็อาจแยกเป็นผ้ายืด ผ้าลินิน ยีนส์ หรือแยกตามโทนสี ยิ่งมีการคัดแยกละเอียดเท่าไร ยิ่งง่ายและดีต่อการนำมาคิดหาวิธีนำกลับมาใช้ใหม่ ยิ่งเราเข้าใจลักษณะทางกายภาพของขยะมากเท่าไร ก็จะยิ่งกระตุ้นความคิดสร้างสรรค์ที่หลากหลาย และยังทำให้เราเห็นขยะเหล่านี้เป็นวัตถุดิบ และสามารถนำไปออกแบบทำอย่างอื่นได้ ส่วนที่เหลือจึงนำไป recycle

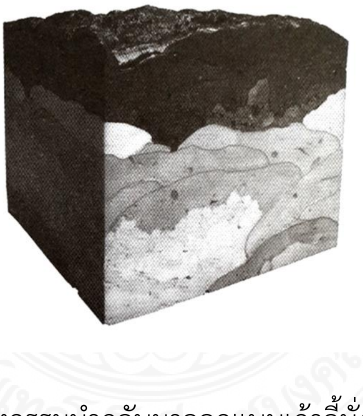
นอกจากนี้ การเลือกขยะเพื่องานดีไซน์ที่จะทำให้เกิดความยั่งยืนทั้งทางด้านสิ่งแวดล้อมและด้านธุรกิจ หรือเพื่อให้ได้ประโยชน์กับสิ่งแวดล้อมอย่างแท้จริง ควรจะมองในเรื่องของ supply chain* ด้วยว่า มีขยะนี้จำนวนมากเพียงใด หรือต่อเนื่องแค่ไหน และสร้างปัญหาให้กับสิ่งแวดล้อมอย่างไร สามารถนำกลับมา recycle ได้หรือไม่ หากเราไม่นำกลับมาใช้ ขยะเหล่านั้นจะถูกกำจัดด้วยวิธีใด

เพราะขยะที่มีจำนวนน้อยหรือนำกลับมา recycle ได้ จะส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมน้อยกว่า และทำเป็นธุรกิจที่เติบโตยาก

โดยหากเป็นการนำขยะจากแหล่งผลิตหรือจากโรงงานมาใช้เศษเหลือใช้จะมีปริมาณมาก และขนาดใกล้เคียงกัน การใช้เศษวัตถุดิบจากโรงงาน ต้องมีความเข้าใจกระบวนการผลิตด้วย เพราะในบางครั้ง แม้แต่เจ้าของโรงงานก็มองข้ามการนำขยะหลายๆ อย่างกลับมาใช้ประโยชน์ เพราะเข้าใจว่าไม่สามารถนำกลับมาใช้ประโยชน์ใดๆ ได้อีก จึงไม่ได้นำขยะเหล่านี้มาคิดวิเคราะห์ หรือลงทุนพัฒนาและค้นคว้าเพิ่มเติม

ตัวอย่างหนึ่ง เมื่อได้มีโอกาสเข้าไปดูโรงงานผลิตกันชนรถยนต์ในตอนแรกจะไม่เห็นว่ามีปัญหามาก เพราะเหล็กที่เหลือจากการผลิตสามารถส่งขายไปเป็นเศษเหล็กเพื่อนำไป recycle ได้อยู่แล้ว แต่เมื่อได้เข้าไปดูกระบวนการผลิตจริง ทำให้เห็นว่าเศษเหล็กนั้นยังมีศักยภาพมากกว่าการนำไปหลอมใหม่ อีกทั้งในการผลิตจะมีกระดาษทรายที่ใช้ขัดเหล็ก โดยเมื่อใช้แล้วจะทำอะไรไม่ได้อีก ซึ่งในตอนแรกทางโรงงานก็ไม่ได้กล่าวถึง คือ เห็นว่าขยะหรือเศษเหลือทิ้งหมายถึงเฉพาะเศษท่อเหล็กที่ตัดทิ้งเพียงอย่างเดียว แต่แท้ที่จริงแล้ว กระดาษทรายใช้แล้วต่างหากที่เป็นขยะจริงๆ คือ มีปริมาณมาก ไม่มีมูลค่าและต้องทิ้ง เราจึงเริ่มนำกระดาษทรายที่ใช้แล้วเหล่านี้กลับมาคิด และทดลองทำจนในที่สุดก็ได้ชิ้นงานออกมาเป็น เก้าอี้ ตู้ และเฟอร์นิเจอร์สีเขียว ซึ่งมีผิวสัมผัสที่แปลกใหม่ และไม่สามารถทำขึ้นมาได้โดยง่าย

หรืออีกหนึ่งตัวอย่าง คือ เคยมีการเข้าไปทำงานร่วมกับโรงงานทำที่นอนหรือเบาะ พบว่าขี้โฟมที่เหลือจากการผลิตจะถูกเททิ้งรวมกับขยะอื่นๆ ในถังขนาดใหญ่ และทำให้กลายเป็นขยะจริงๆ คือ นำกลับมาใช้อะไรไม่ได้แล้วในส่วนนี้ เมื่อเราเห็นก็แก้ปัญหาด้วยการทำถังสำหรับใช้เทขี้โฟมทิ้งเท่านั้น เมื่อได้เศษขี้โฟมมาก็สามารถนำกลับมา reuse ได้ และกลายเป็นเก้าอี้ดีไซน์สวยไว้ใช้งาน



ภาพที่ 2-11 ภาพแสดงเศษขี้โฟมในอุตสาหกรรมนำกลับมาออกแบบเก้าอี้นั่ง (สิงห์ อินทรชูโต. 2552)

อย่างไรก็ตาม ในส่วนของขยะจากภาคธุรกิจต่างๆ จำเป็นอย่างยิ่งทีผู้เป็นเจ้าของจะต้องเห็นความสำคัญและให้การสนับสนุนอย่างต่อเนื่อง

2.3.2.2 คิดจากเศษ

สิ่งแตกต่างที่สำคัญในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากวัสดุเหลือทิ้งกับการออกแบบโดยทั่วไป คือ ต้องเริ่มจากเศษวัสดุ ต้องเห็นชิ้นวัสดุเหลือทิ้งก่อน เพื่อหาว่าจะมีวิธีประกอบอย่างไร มันจะกลายเป็นอะไรได้บ้าง ซึ่งจะปรับเปลี่ยนได้หลายแบบ ไม่เหมือนกับวัสดุใหม่ที่เราตั้งใจสั่งซื้อมาเพื่อทำผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบไว้แล้ว การออกแบบจาเศษที่เก็บได้ เช่น ฝาขวดน้ำเปล่า อาจนำมาทำเป็นก้นกระเป๋า ลิปสติก ไส้

ปากกา อาจนำมาทำเป็นที่นั่ง เป็นต้น สิ่งเหล่านี้เริ่มคิดจากเศษเหลือทิ้งทั้งสิ้น ซึ่งการออกแบบผลิตภัณฑ์โดยทั่วไปที่เริ่มจากแนวคิด อาจเป็นอีกทางหนึ่งที่ทำให้เกิดขยะ หากไม่คำนึงถึงเศษที่จะเหลือจากกระบวนการผลิตอย่างรอบคอบ ขยะหนึ่งชิ้น แต่ละคนอาจมีมุมมองต่อการออกแบบที่ต่างกัน

ภาพที่ 2-12 ภาพแสดงการนำเศษฝาขวดน้ำมาออกแบบกระเป๋า (สิงห์ อินทรชูโต. 2552)

2.3.2.2“ขยะ 1 ชิ้น อาจเปลี่ยนเป็นอะไรก็ได้”

ขึ้นอยู่กับพื้นฐานและความถนัด สัญชาตญาณพื้นฐานของคนนั้น เศษผ้าชิ้นเดียวกัน สถาปนิกอาจนำมาใช้เป็นส่วนหนึ่งของผนัง ในขณะที่ช่างเย็บผ้าก็อาจมีจินตนาการที่ต่างกันออกไป เช่น ทำกระเป๋า ผลงานที่ได้จะสอดคล้องกับพื้นฐานของผู้ออกแบบ ซึ่งสะท้อนถึงความรู้ ความสามารถ และตัวตนของนักออกแบบแต่ละคนได้เป็นอย่างดี

ต้องเริ่มจากชิ้นขยะ ลองบันทึกภาพชิ้นขยะนั้น วัดขนาด มองขยะนั้นในหลายๆ มิติ นำมาเรียงกัน ซ้อนกัน หมุนในมุมต่างๆ กองแบบไม่ต้องจัดระเบียบ ต้อมีความคิดสร้างสรรค์ พลิกแพลง ขยะที่หลายสีอาจแยกตามสี หรือถ้ารูปร่างและขนาดต่างกันมากแทนที่จะแยกตามสีก็อาจแยกตามรูปร่าง หรือตามประเภทของขยะ เช่น บรรจุภัณฑ์เครื่องสำอาง ซึ่งมีทั้งตลับแป้ง ลิปสติก ขวดโลชั่น ดินสอเขียนคิ้ว ฯลฯ ในการแยกขยะอาจพบว่าเมื่อแยกไปแล้วด้วยวิธีหนึ่งอาจมองไม่ออกเลยว่าจะนำไปทำอะไรได้ ก็อาจกลับไปแยกด้วยวิธีอื่นแทน เช่น หากคัดแยกด้วยสี แล้วไม่ได้คำตอบอาจเปลี่ยนมาคัดแยกตามรูปทรงแทน เป็นต้น

จากนั้นจึงเริ่มด้วยการทดลอง เมื่อได้ชิ้นส่วนที่มากพอจะทำการทดลองโดย mechanical means ซึ่งหมายถึง การเปลี่ยนชิ้นขยะนั้นทางการภาพ เช่น ใช้การเย็บ การอัด การตอก การพับ การต่อ การเผา การบิดดัด การตัด เจาะ การยึด เพื่อลองหาวิธีดูว่าจะสร้างชิ้นงานนั้นอย่างไร เพื่อให้เหมาะสมกับทั้งวัสดุที่มีอยู่รวมถึงความถนัดของผู้ออกแบบ ในขั้นตอนนี้อาจยังไม่ต้องคำนึงถึงเรื่องของการร่างแบบ

ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงการใช้งาน (applications) ด้วย เช่น ไส้ปากกาที่นำรวมเป็นกำใช้แทนเป็นพื้นโต๊ะ เก้าอี้ได้หรือไม่ จะยึดกันอย่างไร เศษผ้า เศษหนังที่นำมาเย็บรวมกันเป็นผืนอาจนำไปทำวอลเป

เปอร์หรือกระเป๋าได้ หรือเศษสายยางก็ทำเป็นที่นั่งได้ อย่างเช่น เก้าอี้ด้านล่างนี้ทำมาจากเศษสายยางที่เหลือทิ้งจากการผลิต และผู้ออกแบบได้ทดลองนำมาถักร้อยดู ขั้นตอนนี้ถือว่าเป็นกระบวนการคิดและทำไปพร้อมๆ กัน (learning by doing)

ภาพที่ 2-13 ภาพแสดงเก้าอี้ทำจากเศษยางที่เหลือใช้ในอุตสาหกรรม (สิงห์ อินทรชูโต. 2552)

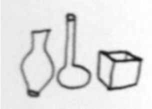
โดยเมื่อทดลองจนเข้าใจเทคนิค หรือวิธีการที่เหมาะสมในการสร้างสรรค์ชิ้นงานจากเศษวัสดุเหล่านี้ เริ่มเห็นภาพในใจว่า น่าจะนำไปทำอะไรได้บ้าง จากนั้นจึงลองร่างแบบ ซึ่งหากวิธีการต่างกัน แบบที่ได้ก็จะต่างกันด้วย เพราะวิธีการที่เราเลือกนั้นจะเป็นตัวกำหนดแบบ เช่น วิธีการยึดวัสดุที่ต่างกัน ใช้ลวด ใช้กาว หรือตัวอย่างหนึ่งที่วัตถุดิบเหลือใช้ที่ได้มาเป็นหลอดครีมย้อมสีผม ซึ่งเป็นฝาเกลียว ก็สามารถนำมาใช้ยึดรวมกันโดยใช้ฝากับเกลียวของตัวหลอดนั้นเอง

จากนั้นจึงทดลองทำตัวต้นแบบขึ้นมาทดสอบ โดยสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงในขั้นตอนนี้ ได้แก่

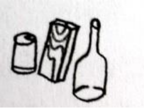
☒ สัดส่วน (proportion)
☒ ความสะดวกสบายในการใช้งาน
☒ ความแข็งแรง
☒ ความเป็นไปได้ในการประกอบ
☒ หลักสรีรศาสตร์
☒ การนำไปใช้งานจริง จะใช้งานอย่างไร
☒ หากจะทำเป็นธุรกิจ ควรคำนึงถึงเรื่องกระบวนการผลิตด้วย

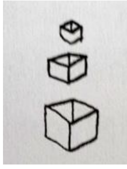
ขั้นตอนต่อมา คือ การสร้างต้นแบบใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาที่พบ ทดสอบแล้วทดสอบอีกจนได้ชิ้นงานที่เหมาะสมและลงตัวที่สุด

Product Development Diagramให้ความสนใจกับขยะที่ก่อให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม คัดแยกประเภทให้ละเอียด


รูปทรง

สี


วัสดุ


ขนาด

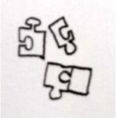
ชนิด

ทดลอง และทดสอบวัสดุ(โดยอาจร่วมมือกับโรงงานที่เป็นเจ้าของเศษวัสดุ)

เลือกเทคนิคที่จะใช้ในการนำวัสดุกลับมาใช้ใหม่

จินตนาการ

สเกตซ์ภาพสิ่งที่เป็นไปได้
(โดยอาจปรึกษาด้านเทคนิคกับโรงงานเจ้าของเศษวัสดุถึงความเป็นไปได้ในการผลิต)


หาวิธีการประกอบ

สร้างต้นแบบ
ทดสอบต้นแบบ
สร้างต้นแบบที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ทดสอบ
ชิ้นงานที่เสร็จสมบูรณ์

2.4 ทฤษฎีการออกแบบและการตลาด

2.4.1 หลักการสร้างสรรค์งานออกแบบผลิตภัณฑ์

ในการศึกษาวิจัยเรื่องเศษEVA และ PVC เหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ทฤษฎีและแนวคิดในการการออกแบบเพื่อให้รูปแบบของผลิตภัณฑ์ตรงกับกลุ่มเป้าหมายและผู้ผลิตสามารถนำไปใช้ได้ง่าย ซึ่งอาศัยทฤษฎีดังต่อไปนี้

2.4.1.1 หลักเกณฑ์การพิจารณาการออกแบบและคุณภาพ (นวลน้อย บุญวงษ์.117:2539)

งานออกแบบเป็นผลรวมขั้นสุดท้ายจากกระบวนการทำงานของฝ่ายต่างๆ ที่เกี่ยวข้องร่วมกันพัฒนาแบบดังนั้นงานออกแบบที่ดีจึงเกิดขึ้นจากการทำงานประสานกันอย่างรอบคอบในการรวบรวมข้อมูล, การแยกแยะและจัดลำดับความสำคัญของปัญหาได้อย่างถูกต้อง ตลอดจนความสามารถในการเชื่อมโยง

องค์ประกอบต่างๆในงานออกแบบเข้าด้วยกันได้เป็นอย่างดีจนทำให้เหลือปัญหาตกค้างอยู่น้อยที่สุด หลักเกณฑ์การพิจารณางานออกแบบโดยทั่วไปมักมาจากการพิจารณาปัจจัยที่มีผลต่องานออกแบบนั้นๆ ซึ่งแบ่งออกเป็นปัจจัยจากภายในและปัจจัยจากภายนอก เกณฑ์ดังกล่าวนี้สามารถสรุปออกได้เป็น 5 หัวข้อ

1.ประโยชน์ใช้สอย

ประโยชน์ใช้สอยเป็นศูนย์กลางของการออกแบบที่นักออกแบบจำเป็นต้องคำนึงเป็นประการแรกเพราะถ้างานออกแบบที่นำมาพิจารณาขาดความเหมาะสมทางการใช้สอย ตลอดจนไม่ให้ความสะดวกสบายและความปลอดภัย ก็นับว่าเป็นความสิ้นเปลืองและความสูญเปล่า ประโยชน์ใช้สอยมีผลต่อการเลือกใช้ ลักษณะรูปทรง วัสดุและกรรมวิธีการผลิต งานออกแบบที่ดีอย่างแท้จริงจึงควรเป็นงานที่มีประโยชน์ครอบคลุมตั้งแต่ก่อนการใช้งาน ขณะใช้งานและภายหลังเสร็จสิ้นการใช้งานแล้ว มีลักษณะถูกต้องสอดคล้องกับสรีระส่วนที่ใช้งาน

2.ความงาม

ความงามมักเกิดขึ้นจากลักษณะโดยรวมของรูปทรงตลอดจนการตกแต่งหน้าตาของงานออกแบบเป็นสิ่งที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าด้านประโยชน์ใช้สอยลักษณะความงามของงานออกแบบควรพิจารณาตามประเภทหรือธรรมชาติเฉพาะของงานออกแบบนั้นๆ ผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดมีหน้าที่ใช้สอยเฉพาะอย่างและทำขึ้นให้เหมาะกับผู้ใช้เฉพาะกลุ่ม ดังนั้นลักษณะหน้าตาที่ปรากฏจึงควรสามารถสื่อถึงลักษณะการใช้งานและอยู่ในแนวทางที่เหมาะสมกับกลุ่มผู้ใช้ จึงจะเรียกได้ว่าเป็นงานออกแบบที่มีความงามอย่างถูกต้อง นอกจากลักษณะหน้าตาที่สื่อได้เหมาะสมดังกล่าวแล้ว งานออกแบบที่ดียังต้องมีลักษณะเฉพาะซึ่งสามารถสร้างความสนใจต่อผู้พบเห็น มีความใหม่และมีเอกลักษณ์แตกต่างจากงานออกแบบที่มีอยู่ทั่วไป

3 การเลือกใช้วัสดุและคุณภาพการผลิต

ปัจจุบันนักออกแบบมีทางเลือกอย่างกว้างขวางสำหรับการนำวัสดุชนิดต่างๆตลอดจนเทคโนโลยีทางการผลิตที่มีความก้าวหน้ามาใช้กับงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีการเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับหน้าที่ใช้สอยในด้านความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ผลิตได้ง่ายไม่ก่อให้เกิดการสูญเสียระหว่างการผลิต และเป็นกรรมวิธีที่ช่วยให้งานออกแบบมีความประณีตเรียบร้อยปราศจากตำหนิแม้ในส่วนรายละเอียดให้สังเกตเห็นได้ ลักษณะโดยรวมที่เกิดขึ้นจากการรู้จักเลือกใช้วัสดุ และกรรมวิธีการผลิตอย่างถูกต้องช่วยให้งานออกแบบมีคุณภาพดี

4 ความเหมาะสมทางการตลาด ความถูกต้องตามกฎระเบียบ

ระบบและการคำนึงถึงสภาพแวดล้อมเกณฑ์การพิจารณาเหล่านี้มาจากปัจจัยภายนอกงานออกแบบ ลักษณะงานออกแบบที่ดีควรมีความสอดคล้องกับความต้องการของตลาด มีราคาที่เหมาะสม มีการออกแบบอย่างรอบคอบไม่ขัดกับระเบียบข้อบังคับตลอดจนระบบที่ใช้กันเป็นมาตรฐานสากล

5 ความก้าวหน้าทางการประดิษฐ์คิดค้น

- ความคิดริเริ่ม(Originality)
- ความเรียบง่าย (Simplicity)

2.4.1.2 ปัจจัยการสื่อสารและตอบสนองความต้องการของผู้บริโภค

ใช้ทฤษฎีกระบวนการตัดสินใจและทฤษฎีลักษณะของผู้บริโภค

1 กระบวนการตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์ Schiffman and Kanuk (1994) อ้างในภมรพร จันทร์วัฒนะ:2549

- ความต้องการในตัวผลิตภัณฑ์
- แสวงหาข้อมูลในผลิตภัณฑ์ที่สนใจ
- การประเมินทางเลือกรูปแบบผลิตภัณฑ์
- การตัดสินใจเลือกผลิตภัณฑ์

2 ลักษณะของผู้บริโภค Kotler (1999) อ้างในภมรพร จันทร์วัฒนะ:2549

- ปัจจัยวัฒนธรรม
- ปัจจัยด้านสังคม
- ปัจจัยส่วนบุคคล
- ปัจจัยด้านจิตวิทยา

2.4.1.3 ปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

1 ปัจจัยในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ Dreyfuss(1967) อ้างใน นิรัช สุดสังข์.4:2548

- การใช้สอย (utility)
- ความงาม (appearance)
- ง่ายต่อการซ่อมแซม (ease of maintenance)
- ต้นทุนต่ำ (low costs)
- การสื่อสาร (communication)

2 กระบวนการออกแบบและพัฒนาผลิตภัณฑ์ ใช้ทฤษฎีการออกแบบของกระบวนการออกแบบ Earle (1992) อ้างใน นิรัช สุดสังข์.31:2548

- การตีปัญหา (problem Identification)
- ความคิดริเริ่มเบื้องต้น (preliminary ideas)
- การกลั่นกรองการออกแบบ (design refinement)
- การวิเคราะห์ (analysis)

3 ปัจจัยที่ส่งผลต่อกระบวนการออกแบบ (บุญสนอง รัตนสุนทรากุล.37:2553)

- ปัจจัยวัฒนธรรม
- ปัจจัยด้านสังคม
- ปัจจัยส่วนบุคคล
- ปัจจัยด้านจิตวิทยา

4 ประเมินผลต้นแบบผลิตภัณฑ์ ใช้ทฤษฎีการประเมินของ นวลน้อย บุญวงษ์ (นวลน้อย บุญวงษ์.188:2539)

- การศึกษาองค์ประกอบของงานออกแบบ

- การกำหนดหัวข้อหลักเกณฑ์
- การจัดลำดับความสำคัญของหลักเกณฑ์

2.4.2. จิตวิทยาในการออกแบบ

2.4.2.1 การใช้กราฟฟิคในการสื่อความหมาย

กราฟฟิค (Graphics) คือการสื่อสารความหมายด้วยการใช้ภาพวาด ภาพสเก็ต แผนภาพ การถ่ายภาพ และอื่นๆ ที่ต้องอาศัยศิลปและศาสตร์เข้ามาช่วย และเพื่อทำให้ผู้ดูเกิดความคิดและ การตีความหมายได้ตรงตามที่ผู้ส่งต้องการ เช่น แผนภูมิ ภาพโฆษณา การ์ตูน เป็นต้น

2.4.2.2 หลักการออกแบบวัสดุกราฟฟิค ในการออกแบบวัสดุกราฟฟิคนั้น เพื่อที่จะทำให้วัสดุกราฟฟิคมีความสวยงาม เราต้องคำนึงถึงการออกแบบ หรือลักษณะที่จะทำให้กราฟฟิคมีคุณค่าตรงตามวัตถุประสงค์และใช้ประโยชน์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีหลักการดังนี้

1 ควรออกแบบให้วัสดุกราฟฟิคมีลักษณะเหมาะสมกับจุดมุ่งหมาย ความกลมกลืนของส่วนประกอบ การออกแบบตามเกณฑ์ความงาม

2 ควรออกแบบให้มีลักษณะง่าย มีจำนวนการผลิตตามที่ต้องการของสังคม และมีขบวนการผลิตที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนมาก และมีเนื้อหาตรงตามที่ต้องการ

3 ออกแบบให้มีประโยชน์โดยมุ่งถึงผลที่จะได้รับจากวัสดุกราฟฟิค
4 การประหยัด เช่น เวลาในการผลิต ราคา
5 ควรมีสัดส่วนที่ดี กลมกลืนทั้งส่วนรวม เช่น รูปแบบ สี เส้น ฯลฯ
6 ควรมีความเหมาะสมของวัสดุและวิธีการ มีคุณภาพและวิธีการใช้ง่าย สะดวก

7 ควรจะมีโครงสร้างที่เหมาะสมกับวัฒนธรรมและความต้องการของสังคม ซึ่งรวมถึงความถูกต้องในสภาพความเป็นจริง

2.4.2.3 กราฟฟิคที่ใช้ในการสื่อความหมายบนตัวผลิตภัณฑ์ แยกออกได้ 3 ลักษณะคือ

1 สัญลักษณ์ สัญลักษณ์บนตัวผลิตภัณฑ์จะแสดงวิธีการใช้งานลักษณะการใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจได้ง่ายขึ้น โดยไม่จำเป็นจะต้องอ่านตัวอักษรบนหน้าปัทม์อย่างละเอียด แต่จะใช้ได้ในกรณีการสื่อสารความหมายง่ายๆ ไม่เฉพาะเจาะจง

2 สี ใช้สื่อความหมายได้บางกรณี เช่น ในเครื่องใช้ไฟฟ้า

2.1 สีแดง หมายถึง ปิด

2.2 สีเขียว หมายถึง เปิด

หรือบางครั้งอาจจะใช้สีแบ่งส่วนต่างๆ ของแผงควบคุมแสดงการต่อเนื่องในการใช้งานก็ได้ ทั้งนี้ควรใช้สีต้องคำนึงถึงความเป็นสากล และต้องคำนึงถึงความสวยงามของผลิตภัณฑ์นี้ด้วย (ความเข้ากันได้)

3 ตัวอักษร เป็นการสื่อความหมายได้ดีที่สุดบนผลิตภัณฑ์ ฉะนั้นจึงต้องมีข้อระวังในการใช้ตัวอักษรให้ถูกต้อง เพื่อการสื่อความหมายได้ชัดเจนไม่ผิดพลาด เช่น

3.1 การเลือกใช้รูปแบบตัวอักษรที่เหมาะสม คือ จะเลือกใช้ตัวอักษรที่มีลักษณะอ่านง่าย ตัวอักษรมาตรฐานที่ใช้งานในด้านการพิมพ์เหมาะสำหรับใช้พบหน้าปัดผลิตภัณฑ์เนื่องจากอ่านง่ายเป็นมาตรฐานที่ใช้อยู่ทั่วไป

3.1.1 ควรหลีกเลี่ยงตัวอักษรประเภทที่ไม่มีความหนา มียาว ตัวอักษรเป็นริ้ว ตัวอักษรแบบลายมือ ตัวอักษร 3 มิติ (มีความหนา) ตัวอักษรผอมหรือสูง ตัวอักษรเตี้ยอ้วน

3.1.2 ตัวอักษรตัวหนา มีผลต่อการอ่านมาก ในกรณีที่ตัวอักษรบางเกินไป จะทำให้อ่านได้ยาก ในบางกรณีตัวอักษรหนาเกินไป จะทำให้สับสนในการอ่านได้ เช่น ตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกันของ B กับ R หรือเลข 6 กับเลข 9 และ F กับ E นอกเหนือจากนี้ควรพิจารณาถึง

- ในกรณีพื้น Back Ground เป็นสีอ่อนควรใช้อัตราส่วนความหนาความสูงเท่ากับ 1:6 เนื่องจากพื้นที่สว่างจะทำให้ตัวหนังสือเล็กลง

- ในกรณีพื้น Back Ground เป็นสีเข้มควรใช้อัตราส่วนความหนาต่อความสูงเท่ากับ 1:7 เนื่องจากพื้นที่เข้มจะทำให้ตัวอักษรดูใหญ่ขึ้น

- ลักษณะของตัวที่ควรหลีกเลี่ยง คือตัวอักษรที่มีความบางหรือหนาจนเกินไปจะทำให้อ่านได้ยาก 3 อัตราส่วนที่เหมาะสมในการใช้ตัวอักษรที่มีส่วนสำคัญต่อการอ่านของผู้ใช้ เพราะฉะนั้นจึงควรเลือกใช้ขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมในการอ่าน ทำให้ผู้อ่าน ทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใจได้รวดเร็ว โดยมีอัตราส่วนดังนี้ (เทียบกับความหนาตัวอักษร)

3.1.3 ความกว้างของตัวอักษรต่อความสูงของตัวอักษรเลือกใช้ได้ 2 อัตราส่วนคือ 2 : 5 , 2 : 3

3.1.4 ระยะห่างระหว่างตัวอักษรภายในคำเท่ากับ 1 เท่าของความหนาตัวอักษร (=½ ของความหนา)

3.1.5 ระยะห่างระหว่างคำเท่ากับ 3 เท่าของความหนาของตัวอักษร (=½ ของความหนา)

3.1.6 ระยะห่างระหว่างบรรทัดเท่ากับ 1/3 ของความสูงตัวอักษรเป็นอย่างต่ำ

4 การเลือก Back Ground ต่างๆ

4.1 ในสภาวะแสงปกติมีความสว่างเพียงพอสำหรับการอ่านจะใช้ตัวอักษรสีดำบนพื้นขาว

4.2 ในกรณีที่อยู่ในที่มือ สายตาจะต้องมีการปรับเข้ากับสภาวะในที่มือ ตัวอักษรควรจะเป็นสีขาวบนพื้นดำ

4.3 ความแตกต่างระหว่างความเข้มของตัวอักษรกับ Back Ground ควรจะมีน้ำหนักต่างกันเป็น 2 เท่า เป็นอย่างน้อยจึงจะสามารถอ่านได้ ในกรณีที่ผู้อ่านอยู่ในสภาวะไม่ปกติ ควรใช้ตัวอักษรที่มีน้ำหนักต่างกับ Back Ground มากๆ จะทำให้อ่านง่ายขึ้น ควรหลีกเลี่ยงการใช้ตัวอักษรหรือ Back Ground เป็นสีมัน จะทำให้อ่านได้ยาก

5. อัตราส่วนของตัวอักษรกับลักษณะการใช้งาน มีหลักการต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1 ในกรณีที่ต้องการเน้นคำ หรือให้ความสำคัญกับคำนั้นๆ จะใช้อัตราส่วนระหว่างความกว้างกับความสูงของตัวอักษร 1 ต่อ 1 หลีกเลี่ยงตัวอักษรที่กว้างมากกว่าสูง จะทำให้อ่านช้า

5.2 ในกรณีที่มีพื้นที่ในการวางตัวอักษรจำกัด สามารถเพิ่มอัตราส่วนของความสูงต่อความกว้าง แต่ควรจะเป็นขนาดที่ใช้บ่อย หรือไม่ก็ลดระยะห่างระหว่างคำแทน

5.3 ควรหลีกเลี่ยงตัวอักษรลักษณะผอมสูงดังรูป เนื่องจากต้องใช้เวลาอ่านนานในแต่ละคำ

5.4 ตัวอักษรแบบโปร่งบาง จะใช้ในกรณีแยกความต่างระหว่างกลุ่มคำ หรือเน้นความสำคัญให้เด่นขึ้น

2.4.3 จิตวิทยาสีและสีที่ใช้ในการออกแบบ

2.4.3.1 จิตวิทยาการใช้สี (สมพงษ์ กรกรรณ์. 2527 : 42)

สีทุกสีที่เป็นสีแท้ๆ จะมีอิทธิพลต่อจิตใจทำให้มนุษย์เกิดความรู้สึกและอารมณ์ ซึ่งมีผลต่อสิ่งต่างๆ ในชีวิตประจำวันมากมาย รอบๆ ตัวเราจะมีสีที่เกิดจากธรรมชาติและสีที่เกิดจากมนุษย์ได้สร้างสรรค์ก็มีเป็นจำนวนมาก สีต่างๆ ที่มีในโลกนี้ช่วยทำให้โลกสนใจ น่าชื่นชม และถ้ามองกลับกันให้เห็นว่าสีต่างๆ ที่มีอยู่นี้ไม่มีสี ทั้งที่เกิดจากธรรมชาติและที่เกิดจากมนุษย์ได้สร้างสรรค์ คงจะทำให้โลกทั้งโลกไม่สดใสน่าชื่นชมสีเป็นองค์ประกอบหนึ่งในหลายๆ องค์ประกอบสำคัญที่จะนำมาใช้ในการออกแบบ การทำความเข้าใจในเรื่องอิทธิพลของสีที่มีต่อจิตใจของมนุษย์แล้ว ย่อมจะนำไปใช้ให้ถูกตามวัตถุประสงค์ในการออกแบบได้ สีแต่ละสีจะมีคุณสมบัติในทางกระตุ้นให้เกิดความรู้สึกได้ ไม่เหมือนกัน ฉะนั้นในการใช้สีเพื่อการออกแบบ ควรจะนำสีไปใช้ให้ถูก ซึ่งจะทำให้เกิดประโยชน์ในการออกแบบอย่างมาก และถ้ารู้จักใช้ให้เกิดความประสานกลมกลืน (Harmony) หรือตัดกัน (Contrast) บ้างเพียงเล็กน้อย ก็จะได้สิ่งที่แปลกใหม่ สดชื่นสวยงาม แปลกๆ ออกไปอีกเป็นจำนวนมาก อย่างไรก็ตาม องค์ประกอบของการออกแบบสีก็มิใช่เพื่อความสวยงามแต่เพียงประการเดียว จะต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมอื่นๆ ด้วย ซึ่งจะช่วยให้การออกแบบประสบผลสำเร็จสมตาม เป้าหมายได้

คุณลักษณะของสี สีทุกสีมีคุณลักษณะเฉพาะตัว 3 ประการ ได้แก่

1 Hue หมายถึง ตัวเนื้อสีแต่ละชนิดนั้นๆ เช่น สีแดง สีเขียว

2 Value หมายถึง ความเข้มของสี ความอ่อน-แก่

3 Chrome หมายถึง ความแรงของสี เช่นแดงสด มี Strength สูง

4 Tint หมายถึง สีที่จาง เบา หรือสีที่ผสมด้วยสีขาว

5 Shade หมายถึง สีที่คล้ำ เข้ม หรือสีที่ผสมด้วยสีดำ

6 Complimentary หมายถึง คู่สีตรงกันข้ามกันในวงจรสี เช่น ม่วงแดง กับ เขียวเหลือง

7 Warm Color หมายถึง สีโทนร้อน

8 Cool Color หมายถึง สีโทนเย็น

2.4.3.2 ความสัมพันธ์ของสีที่มีต่อความรู้สึก

อิทธิพลของสีมีผลกระทบทางด้านจิตใจไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจในสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่แตกต่างกัน ข้อนี้อาจเป็นผลมาแต่เหตุต่างๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้น จะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเจ้าของ และบุคคลต่างๆ ควบคู่กับความรู้ในเรื่องของสีและผู้ออกแบบด้วย

1 ลักษณะของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก แบ่งออกเป็นกลุ่มใหญ่ๆ คือ

สีแดง

จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่ให้ความรู้สึกตื่นเต้นเร้าใจในทางโรงงาน ถือว่าเป็นสีที่เกี่ยวกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวังการใช้สีพวกสกุลสีแดงเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตภัณฑ์เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าให้มากเกินไป และใช้สีสดก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้เช่นกัน คือ เป็นภัยทางด้านจิตวิทยา เช่น ทำให้รู้สึกปวดศีรษะและตาลายได้ แม้ว่าจะใช้อย่างถูกต้องและอย่างเล็กน้อยก็ตามที่ เช่น ไฟแดงในห้องอัดรูป สีแดง ให้ความรู้สึกมั่งคั่งสมบูรณ์ ความสวย ความสุข ความหวาน ความอบอุ่นเร้าใจ

สีน้ำเงิน

จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้เกิดความรู้สึกสงบลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บอกถึงความสุภาพ ถ่อมตน เยือกเย็น ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเลหรือสีฟ้าจะมีความสดใส ถ้าอมเขียวเล็กน้อย สามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้นดังเช่นแสงของโอปอล การแพนหางของนกยูง เป็นสีซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

สีเขียว

ให้ความรู้สึกสดชื่น กระชุ่มกระชวย ใช้พักสายตาได้ สีใบไม้หรือสีเขียวเข้มใช้ได้ก็ในแนวการเน้นส่วนพื้นหรือฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม แสดงความมีฐานันดรศักดิ์

สีน้ำตาล

จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความพักผ่อน ถ้าใช้โดดเดี่ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

สีเทา

ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดี ใช้ได้ในเนื้อที่กว้างๆ ลดความจ้าของสีขาวและความลึกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้ทุกสีเพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นๆ ดูสบายตา

สีดำ

โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ ให้ความรู้สึกหนักแน่นมั่งคง การใช้สีดำสลับสีขาวในพื้นที่รวมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์จะแสดงให้เห็นว่า ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรงและไม่สกปรก

สีส้ม

เป็นสีสดใสมองเห็นได้แต่ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลา เมื่อใช้กับพวกผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาดดูเบาขึ้น

สีเหลือง

เป็นสีที่อยู่ได้ 2 วรรณะ คือ สามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน สีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้มและแข็งแรง (Chrome) ของสี สีเหลือง โดยทั่วไปทำให้เกิดความสดชื่นร่าเริงสดใส สีเหลืองอ่อน ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่มีความเข้มของสีมากเกินไป จะทำให้สมองเกิดความหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ไปทางสีส้ม จะคล้ายกับของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่ และคล้ายของเทียม

สีเหลืองเนย

ทำให้ดูสว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว

ช่วยในเรื่องเกี่ยวกับด้านความเย็น อย่างไรก็ตาม สีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้า Brake สีเหลืองให้ความรู้สึกเปรี้ยว ร่าเริง ดีใจ มีอำนาจมั่งคั่ง

สีม่วง

เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 4 วรรณะ เหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้ง่วง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่สีม่วงก็มีลักษณะของความสง่างาม ทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน สีม่วงทำให้เกิดความรู้สึก เศร้า ง่วง ลึกลับ สง่างาม มีค่า

สีขาว

ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดดเดี่ยว ให้ความรู้สึกเย็นสามารถใช้เป็นสีของฐานหรือส่วนที่ต่ำกว่าเพื่อเน้นให้เด่น

2.เทคนิคการใช้สี (Color Technique)

ปัญหาเกี่ยวกับเทคนิคการใช้สีมีดังนี้

2.1 สีกับรูปร่าง (Color and Relation Form)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันใช้กับของที่มีรูปร่างต่างกันจะแตกต่างกัน แท่งกลมหรือทรงกลมจะมีสีเข้มกว่าลูกบาศก์ เพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดี ทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่ข้างหลังตัดกันอย่างรุนแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

2.2 สีและพื้นผิว (Color and Texture)

ผลิตภัณฑ์ที่มีผิวขรุขระหรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุดหรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เห็นง่ายให้ใช้สีด้าน หรือสีอ่อน พวกเครื่องจักรหรือส่วนที่มีการเคลื่อนไหวไม่ควรใช้สีมัน เพราะจะทำให้ระคายสายตาทำงานไม่สะดวกการพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเรียนให้เหมือนบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้เป็นลวดลาย ไม่ควรหลีกเลี่ยง จะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

2.3 สีและวัสดุ (Color and Material)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสีมี 5 ประเภทคือ

- สีต่างๆ แลคเกอร์เคลือบ (Plants, Lacquers and Enamels) มีหลายสี
- โลหะ (Material Color) พวกชุบโครเมี่ยม นิเกิล ชุบอลูมิเนียม มีสีแตกต่างกัน
- พลาสติก (Plastics) มีสีต่างๆ มากมาย
- เครื่องเคลือบดินเผา (Vitreous Enamel) หรือเรียกPorcelain มีควบคุมให้เหมือนจริงได้ไม่ง่ายนัก ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ
- แก้ว (Glass) ทำได้หลายสี

3 ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

3.1 ขนาด (Size)

- สีอ่อน (Light Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูใหญ่ขึ้น
- สีเข้ม (Dark Value) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเล็กลง

3.2 น้ำหนัก (Weight)

- สีอ่อนและสีร้อน (Warm Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- สีเข้มและสีเย็น (Cool Color) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

3.3 ความแข็งแรง (Strength)

- สีร้อน ทำให้รู้สึกแข็งแรงมาก
- สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

4 อุณหภูมิ (Temperature)

- สีร้อน ทำให้ความรู้สึกอบอุ่น ไม่สบายใจ
- สีเย็น ทำให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

5 ความสะอาด (Cleanliness)

- สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด
- สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Ivory)
- สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow)
- สีเขียวอ่อน (Pale Green)

- สีฟ้าอ่อน (Pale Blue)

2.4.4 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการยศาสตร์

2.4.4.1 วิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่วๆ ไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดไว้ดังต่อไปนี้

1/2 ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะส่วนบน

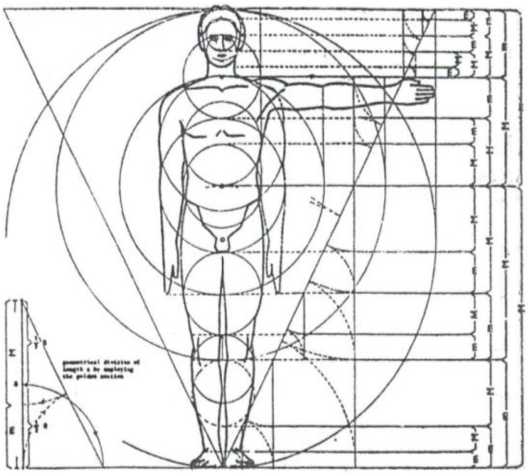
1/4 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่า และจากปลายคางถึงสะดือ

1/6 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

1/8 ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคาง และจากคางถึงราวนม

1/10 ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

1/12 ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ 1/40 ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

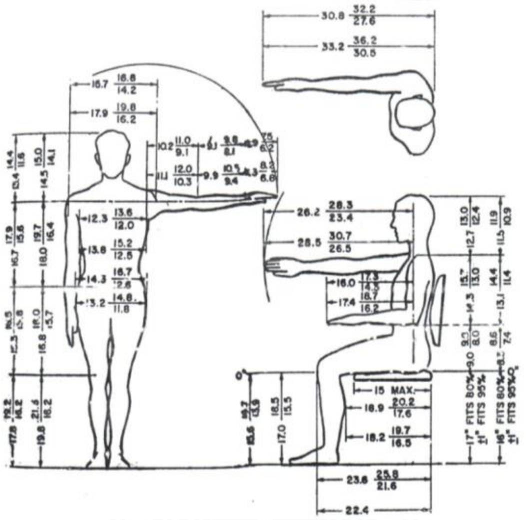


ภาพที่ 2-14 แสดงการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์

2.4.4.2 สัดส่วนทางกายภาพของมนุษย์

มิติส่วนต่างของร่างกาย เช่นเดียวกับความสูงยืน คือ ค่าที่วัดได้จะมี ค่าที่วัดได้จะมีค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด การที่จะกำหนดค่าใดเป็นค่ามิติวิกฤตนั้นขึ้นอยู่กับการนำไปใช้ ซึ่งในแต่และกรณีไม่เหมือนกัน ยกตัวอย่างเช่น การนำมิติหมายเลข (1) ความสูงยืนไปใช้ในการกำหนดความสูง (ที่ต่ำที่สุด)

สำหรับช่องประตูค่าที่นำไปกำหนดเป็นมิติวิกฤต คือ Max และการนำค่าวิกฤตหมายเลข (5) ความสูงเอื้อมมือบนไปใช้ในการกำหนดความสูงของชั้นวางของ ค่าที่ถูกกำหนดเป็นมิติวิฤต คือค่า Min ซึ่งในกรณีนี้หรือในกรณีพิจารณาเลือกกำหนดมิติวิกฤตที่เลือกจะต้องช่วยในงานออกแบบ นำไปใช้ได้ดีสะดวกสบายกับผู้ใช้ทุกขนาดหรือใช้ไดกว้างขว้างที่สุด



ภาพที่ 2-15 แสดงสัดส่วนทางกายของมนุษย์ (กิติ สินธุเสก. 2544 : 16 - 18)

ตารางที่ 2-1 แสดงมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และ ค่ามิติวิกฤติ

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ความสูงยืน		
			ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับสายตา	0.933	138.30	149.63	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับสายตา	0.460	68.21	73.87	79.70
8	ความสูงจากระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.65	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากที่นั่งถึงตอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ความสูงจากพื้นถึงขาอ่อนตอนล่าง	0.218	32.32	35.01	37.77
13	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	33.07	35.81	38.63
14	ระยะจากก้นถึงน่องตอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
15	ระยะจากก้นถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	54.00

16	ความยาวของขาเหยียดตรง	0.626	92.83	100.53	108.45
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.002	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.07	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

2.4.5 การตลาดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.4.5.1 การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด (นิรัช สุดสังข์. 2549. 44)

การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาด (marketing strategy development) เป็นการพัฒนาเครื่องมือการตลาดเพื่อสนองความต้องการของตลาดเป้าหมาย ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

1. อธิบายถึงขนาดของโครงสร้าง พฤติกรรมของตลาดเป้าหมาย ตำแหน่งของผลิตภัณฑ์ ยอดขายส่วนครองตลาดและกำไรระยะ 2-3 ปี

2. การพัฒนากลยุทธ์ทางการตลาดซึ่งประกอบด้วยกลยุทธ์ต่อไปนี้

2.1 กลยุทธ์ด้านผลิตภัณฑ์

2.2 กลยุทธ์ด้านราคา

2.3 กลยุทธ์ด้านช่องทางจัดจำหน่าย และการกระจายสินค้า

2.4 กลยุทธ์ด้านการส่งเสริมการตลาดธุรกิจอาจเลือกใช้หนึ่งหรือหลายเครื่องมือร่วมกัน

- กลยุทธ์ด้านการโฆษณา
- กลยุทธ์ด้านการขายโดยใช้พนักงานขาย
- การส่งเสริมการขาย
- การให้ข่าวและการประชาสัมพันธ์

3. อธิบายถึงยอดขาย ค่าใช้จ่าย กำไร และกลยุทธ์ตลาดในระยะยาว

2.4.5.2 การพัฒนาแนวคิดและการทดสอบแนวความคิด (นิรัช สุดสังข์. 2549. 43)

การพัฒนาแนวคิดและการทดสอบแนวความคิด (concept development and testing) ประกอบด้วย 3 ส่วนดังนี้

1. การพัฒนาความคิด (concept development) เป็นความพยายามของบริษัทในการสร้างความคิดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ให้เกิดขึ้นกับผู้บริโภค เช่น การพัฒนาความเห็นเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์อาหารขึ้นแรกจะเป็นการตั้งคำถามว่าใครใช้ผลิตภัณฑ์ คำตอบจะเป็นทารกเด็ก วัยรุ่น ผู้ใหญ่กลางคน หรือวัยชรา เป็นต้น ขั้นที่2 เป็นการตั้งคำถามเกี่ยวกับคุณค่าที่จะสร้างเกี่ยวกับโอกาสต่างๆ ในการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น รส หลักโภชนา ความสด การบำรุงกำลัง เป็นต้น ขั้นที่3 เป็นคำถามเกี่ยวกับโอกาสต่างๆ ในการใช้ผลิตภัณฑ์ เช่น ตอนเช้า ตอนเที่ยง ตอนบ่ายหรือตอนเย็น เป็นต้น คำถามเหล่านี้บริษัทจะสามารถกำหนดทางเลือกเกี่ยวกับแนวความคิดผลิตภัณฑ์

2. การกำหนดตำแหน่งผลิตภัณฑ์ (product positioning) เป็นการพิจารณาถึงลักษณะของสินค้าของบริษัท และคู่แข่งตามความรู้สึกของผู้บริโภค ต้องเลือกว่าอะไรเป็นจุดเด่นที่สุดของผลิตภัณฑ์เพื่อที่จะนำมากำหนดเป็นตำแหน่งผลิตภัณฑ์แล้วดูว่าผลิตภัณฑ์ของเรามีตำแหน่งอยู่ไหนเมื่อเปรียบเทียบกับคู่แข่งขันรายอื่น

3. การทดสอบแนวความคิด (concept testing) การทดสอบแนวความคิดเป็นการนำความคิดทั้งหมดเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่พัฒนาแล้วไปทดสอบกับผู้บริโภค เพื่อดูปฏิกิริยาของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ ความคิดในขั้นนี้ยังไม่ได้สร้างผลิตภัณฑ์ขึ้น เพียงแต่ดูว่าแนวความคิดนั้นง่ายต่อการเข้าใจผู้ใช้เห็นประโยชน์ของสินค้า และมีความคิดจะใช้สินค้าหรือไม่ ความคิดที่เรารวบรวมจากผู้บริโภคนี้จะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้ผลิตภัณฑ์ดีขึ้น แต่ทดสอบแล้วปรากฏว่าผู้ใช้บริโภคส่วนมากไม่ยอมรับผลิตภัณฑ์แป้งที่ใช้ผสมกับนมใช้เป็นอาหารเช้าเป็นผลิตภัณฑ์ที่ให้คุณค่าทางอาหารรสดีและสะดวกรวดเร็วในการปรุง ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้จะนำไปทดสอบใน 3 ลักษณะ คือ รสช็อกโกแลต รสวานิลา และรสสตรอเบอรี่ การทดสอบจะอาศัยคำถามที่ใช้ถามเมื่อทดลองการยอมรับของผู้บริโภค คำตอบผู้บริโภคจะทำให้บริษัททราบถึงความรู้สึกของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์ทางด้านต่างๆ คือ บริษัทจะทราบถึงว่าผู้บริโภคมีความต้องการผลิตภัณฑ์อย่างแท้จริงหรือไม่ ผู้บริโภคเห็นคุณค่าของผลิตภัณฑ์มากน้อยแค่ไหน บริษัททราบถึงเป้าหมายทางตลาดเกี่ยวกับผู้ใช้ รวมทั้งการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ทางด้านรูปแบบลักษณะ การกำหนดราคา คุณภาพ และอื่นๆ

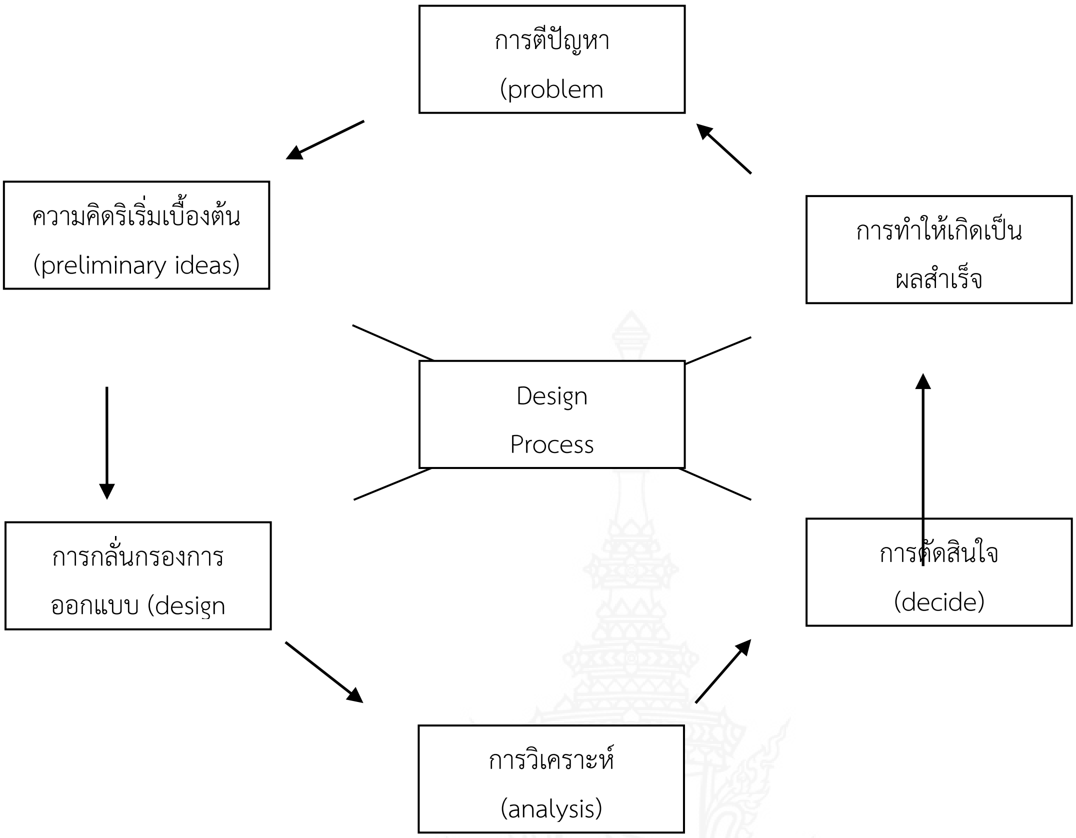
2.5 กระบวนการและแนวคิดในการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.5.1 กระบวนการออกแบบของ Earle (1992) (อ้างใน นิรัช สุดสังข์, 2549. 31)

กระบวนการออกแบบของ Earle เป็นกระบวนการที่นำมาจาการออกแบบทางวิศวกรรมซึ่งเป็นกระบวนการทำงานเกี่ยวกับการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่ได้อธิบายรายละเอียดขั้นตอนเป็นลำดับอย่างละเอียดเพื่อช่วยให้นักออกแบบประสบความสำเร็จนำไปสู่เป้าหมายที่วางไว้โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

1.การตีปัญหา (problem identification)
2.ความคิดริเริ่มเบื้องต้น (preliminary ideas)
3.การกลั่นกรองการออกแบบ (design refinement)
4.การวิเคราะห์ (analysis)
5.การตัดสินใจ (decide)

6.การทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จ (implementation



ภาพที่ 2-16 ภาพแสดงวงจรกระบวนการออกแบบของ Earle

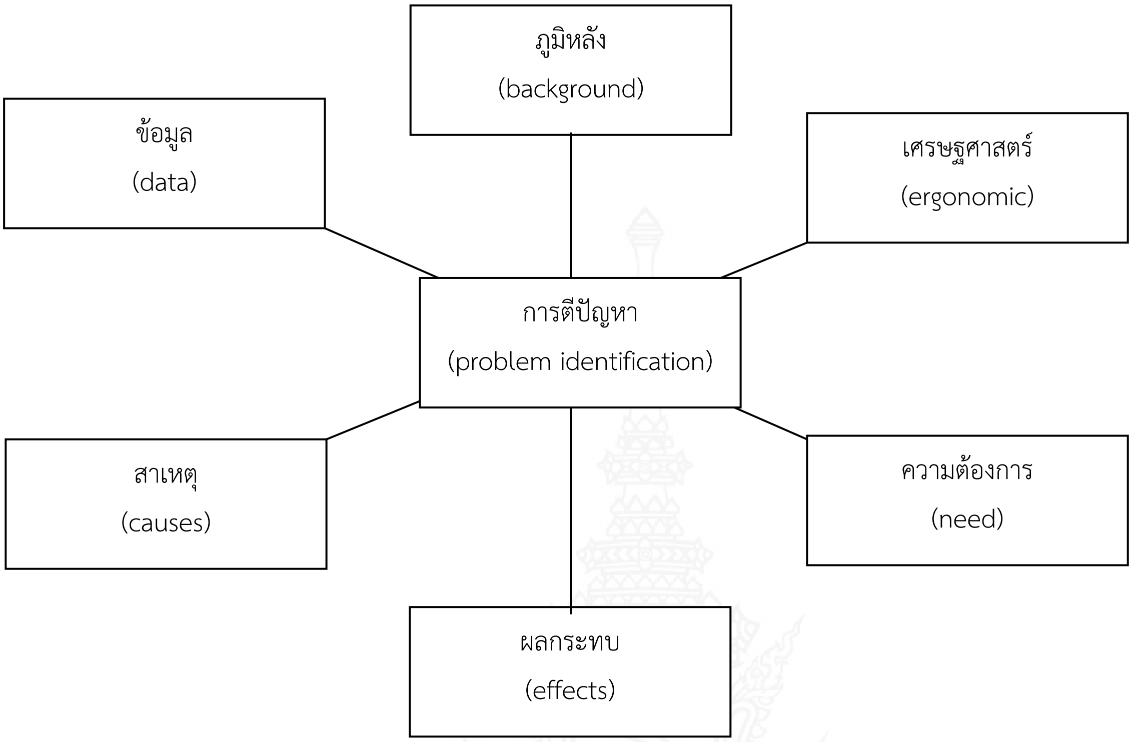
1. การตีปัญหา (problem identification)

การตีปัญหาเป็นขั้นตอนที่ทำการออกแบบแก้ปัญหางานโดยทั่วไปแบ่งได้ 2 ชนิด คือการตีปัญหาความต้องการ (identification of a needs) และการตีปัญหาเกณฑ์ในการออกแบบ (identification of design criteria) การตีปัญหาความต้องการเป็นจุดแรกของกระบวนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น นักออกแบบจะต้องวิเคราะห์ผลกระทบซึ่งจะนำมาสู่บทสรุปในการพัฒนาการแก้ปัญหาใหม่ เช่น ความต้องการปรับปรุงเข็มขัดนิรภัย การแก้ปัญหามลพิษทางอากาศ เป็นต้น สำหรับการตีปัญหาเรื่องกฎเกณฑ์ บรรทัดฐาน เป็นส่วนหนึ่งของปัญหา ที่นักออกแบบระบุขึ้นจะต้องปรากฏในงานออกแบบที่ออกแบบขึ้นใหม่ เช่น ขนาด น้ำหนัก ราคา เป็นต้น

ขั้นตอนการดำเนินงานในการตีปัญหามีขั้นตอน ดังนี้

1. ข้อกำหนดปัญหา (problem statement)
2. ข้อบังคับของปัญหา (problem requirements)
3. ขอบเขตปัญหา (problem limitations)

4. ภาพร่าง (sketches)
5. การรวบรวมข้อมูล (data collection)
ขั้นตอนดังกล่าวจะไปสู่แนวคิดเพื่อให้ได้ concept ใหม่ในการออกแบบ



ภาพที่ 2-17 ภาพแสดงวงจรและผลกระทบในการตีปัญหาในการออกแบบ

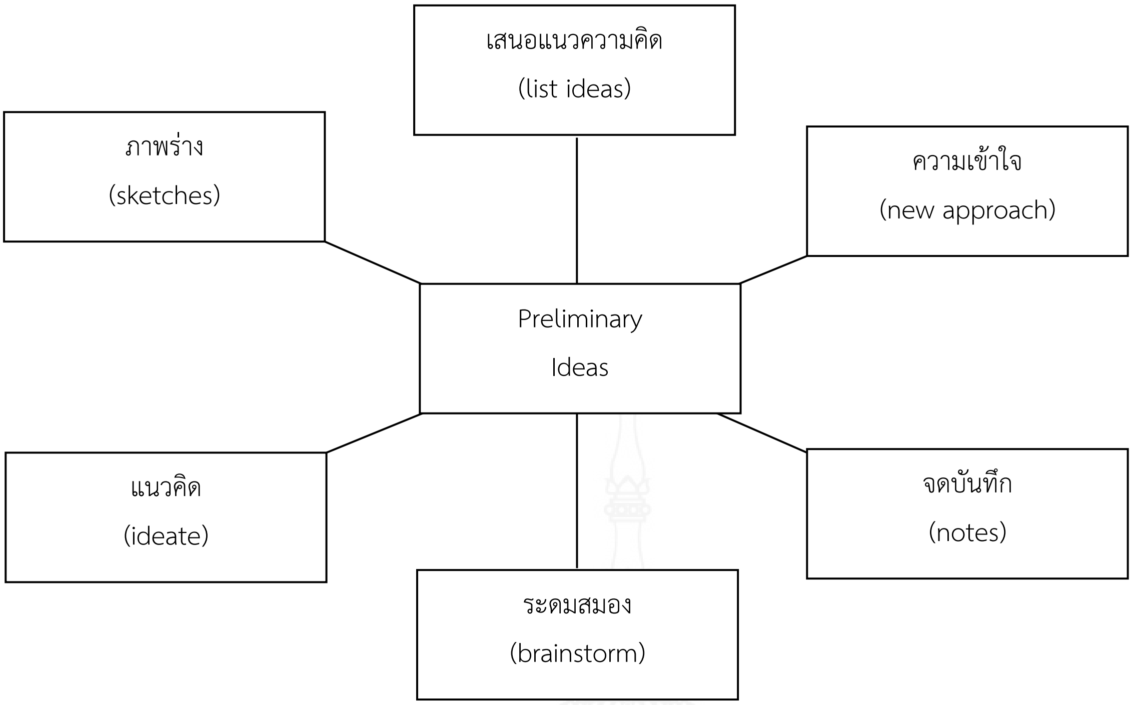
2. ความคิดริเริ่มเบื้องต้น (preliminary ideas)

ความคิดริเริ่มเบื้องต้น เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความคิดสร้างสรรค์ (Creativity) และการสะสมข้อมูล (accumulating information) ในกระบวนการออกแบบ มีรายละเอียดการทำงานแบ่งเป็นลักษณะ ดังนี้

2.1 การทำงานด้วยตนเองกับกลุ่ม (individual VS team)
- การเข้าถึงด้วยตนเอง
- การเข้าถึงโดยกลุ่ม

2.2 การวางแผนกิจกรรม (plan of action)
2.3 การระดมสมอง (brainstorming)
2.4 การสเกตซ์และจดบันทึก (sketching and notes)
2.5 วิธีการวิจัย (research methods)
2.6 วิธีการสำรวจ (survey methods)

เนื่องจากความคิดริเริ่มเบื้องต้นจะเกิดขึ้นได้จากความคิดสร้างสรรค์บวกกับการสะสมข้อมูลดังนั้นนักออกแบบต้องเป็นผู้มีนิสัยการทำงานเป็นนักจดและบันทึกข้อมูลต่างๆ ฝึกหัดวาดภาพร่าง (sketch) อย่างผู้ชำนาญ เพราะจะมีบทบาทอย่างยิ่งในการทำงานด้านการออกแบบ โดยวิธีการทำงานที่กล่าวมาข้างต้นไม่ว่าจะเป็นการทำงานร่วมกับทีมงาน การสังเกต การสอบถาม การสัมภาษณ์ ตลอดจนการศึกษาระเบียบวิธีวิจัยอย่างถูกต้องในการนำมาประยุกต์ใช้ต่อไป



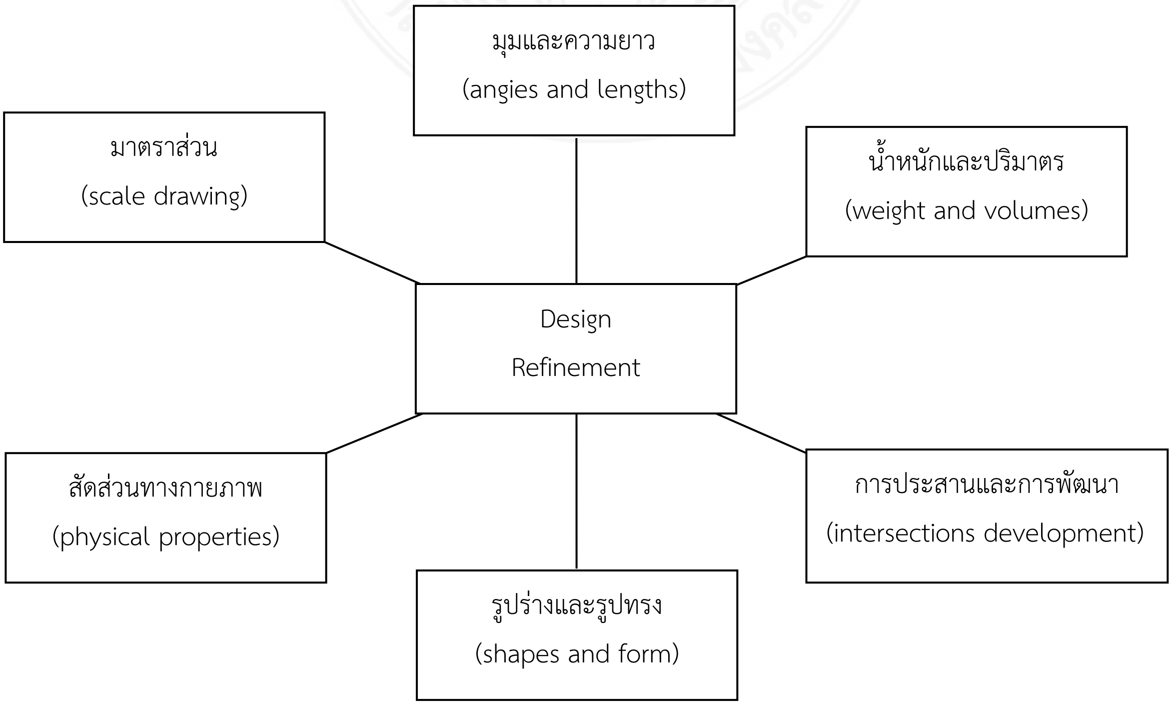
ภาพที่ 2-18 ภาพแสดงวงจรความคิดเบื้องต้นในการออกแบบ

3. การกลั่นกรองการออกแบบ (design refinement)

การกลั่นกรองการออกแบบ เป็นขั้นตอนที่กลั่นกรองคัดเลือกแบบต่างๆ จากงานเขียนหรือภาพร่าง ซึ่งเป็นต้นแบบแนวคิดริเริ่ม ในขั้นตอนนี้นักออกแบบจะใช้เครื่องมือในการเขียนแบบเข้าสเกล โดยละเอียดทุกๆ ส่วน เพื่อให้ได้ภาพที่มีสัดส่วนถูกต้องตามหลัก โดยพิจารณาดังนี้

1. สัดส่วนทางกายภาพ (physical properties)
2. การประยุกต์ทางเรขาคณิต (application of geometry)
3. เงื่อนไขการกลั่นกรอง (refinement considerations)
4. ชิ้นส่วนมาตรฐาน (standard parts)

โดยภาพรวมของขั้นตอนนี้จะเป็นการกำหนดขนาดสัดส่วนโดยละเอียดของผลิตภัณฑ์ เพื่อถ่ายทอดรูปร่างจากความคิดสร้างสรรค์ให้ออกมาเป็นรูปธรรม ที่มีขนาดสัดส่วนกายภาพเหมาะสม ตลอดจนคำนึงถึงชิ้นส่วนมาตรฐาน อันจะนำไปสู่กระบวนการวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป



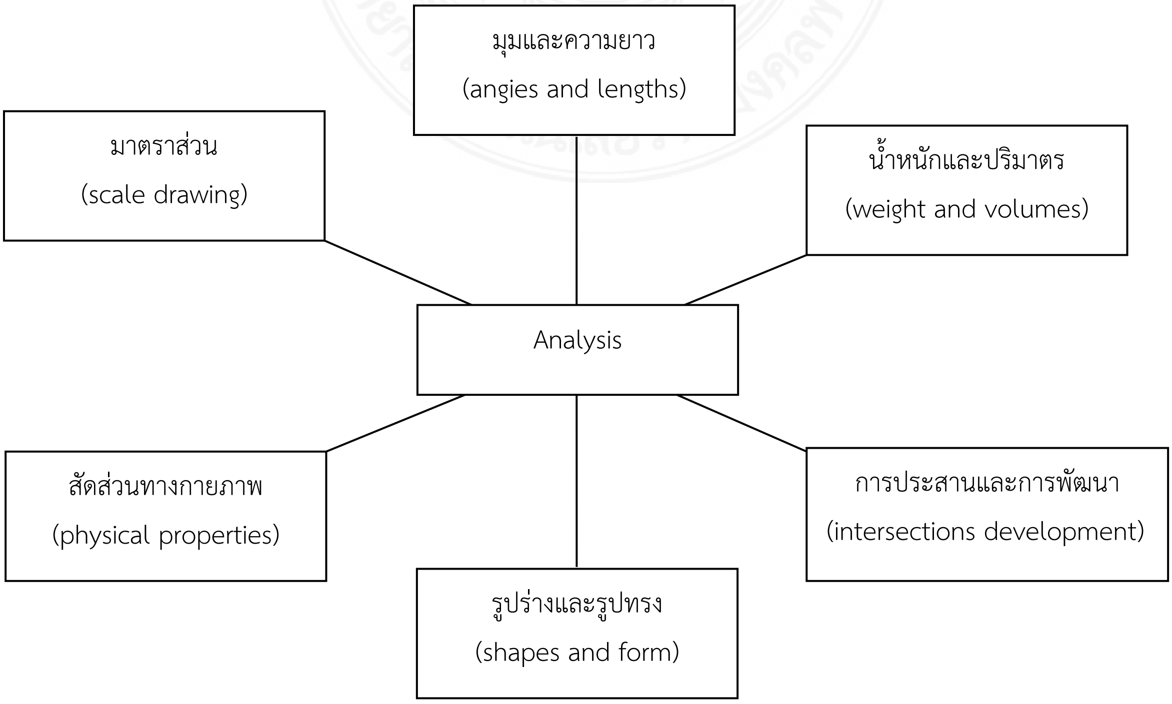
ภาพที่ 2-19 ภาพแสดงวงจรการกลั่นกรองการออกแบบ

4. การวิเคราะห์ (analysis)

การวิเคราะห์การออกแบบเป็นกระบวนการที่สำคัญขั้นตอนหนึ่งในการออกแบบ เพราะเป็นการตรวจสอบวิเคราะห์ความแข็งแรง ประโยชน์ใช้สอยต่างๆ การวิเคราะห์เป็นการประเมินเพื่อเตรียมการออกแบบ ลักษณะและวัตถุประสงค์ของความคิดและการประยุกต์ความรู้ทางเทคนิคการวิเคราะห์จะตั้งอยู่บนพื้นฐานของเหตุผลทางข้อมูล โดยวิเคราะห์ภายใต้หัวข้อต่างๆ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ประโยชน์ใช้สอย (function analysis)
2. การวิเคราะห์ทางวิศวกรรม (engineering analysis)
3. การวิเคราะห์ตลาดของผลิตภัณฑ์ (market and product analysis)
4. การวิเคราะห์รายละเอียด (specification analysis)
5. การวิเคราะห์ความแข็งแรง (strength analysis)
6. การวิเคราะห์ทางเศรษฐศาสตร์ (economic analysis)
7. การวิเคราะห์หุ่นจำลอง (model analysis)

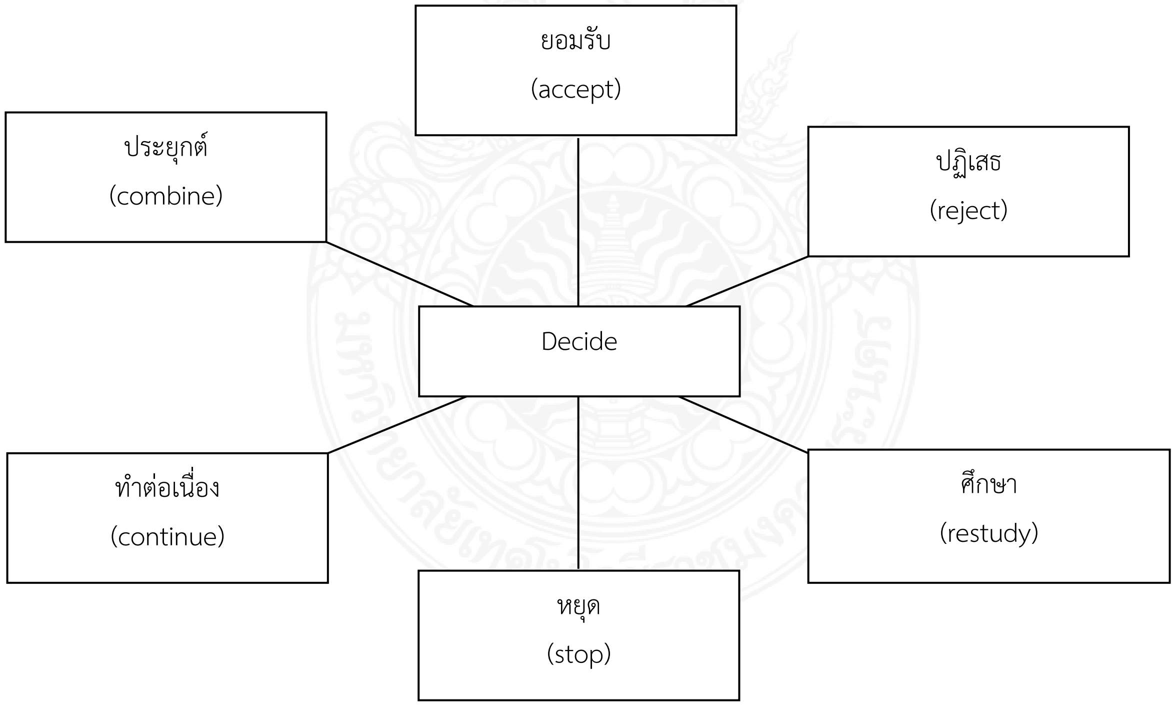
เทคนิคการวิเคราะห์งานออกแบบในผลิตภัณฑ์ไม่จำเป็นต้องใช้หลายรูปแบบ บางครั้งอาจใช้เพียง 1- 2 รูปแบบ ก็สามารถลงลึกในรายละเอียดได้



ภาพที่ 2-20 ภาพแสดงวงจรวิเคราะห์งานออกแบบ

5. การตัดสินใจ (decide)

การตัดสินใจในการออกแบบเป็นกระบวนการที่อยู่บนพื้นฐานของความจริงและข้อมูล ตลอดจนและประสบการณ์การทำงานของทีมงาน หรือบุคคลที่เกี่ยวข้อง ซึ่งผลการตัดสินใจอาจจะตกลง ประยุกต์วิธีการเพื่อทำต่อเนื่องต่อไปหรือหยุดปฏิเสธแนวความคิดนั้น และศึกษาใหม่การนำเสนอการตัดสินใจจะอยู่ในรูปแบบเป็นทางการและแบบไม่เป็นทางการ การนำเสนอแบบไม่เป็นทางการอาจใช้วิธีการประชุมย่อย โดยใช้สื่อประเภทภาพถ่าย ภาพร่าง หุ่นจำลอง เพื่ออภิปรายแนวคิดต่างๆ ส่วนการนำเสนออย่างเป็นทางการต่อผู้บริหาร ผู้เชี่ยวชาญ หรือทีมงานที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ โดยพิจารณาสื่อช่วยในการนำเสนอ เช่น Cart, Paper, Lettering materials, Color, Assembly photographic, Slides, Layout of artwork, Computer presentation เป็นต้น

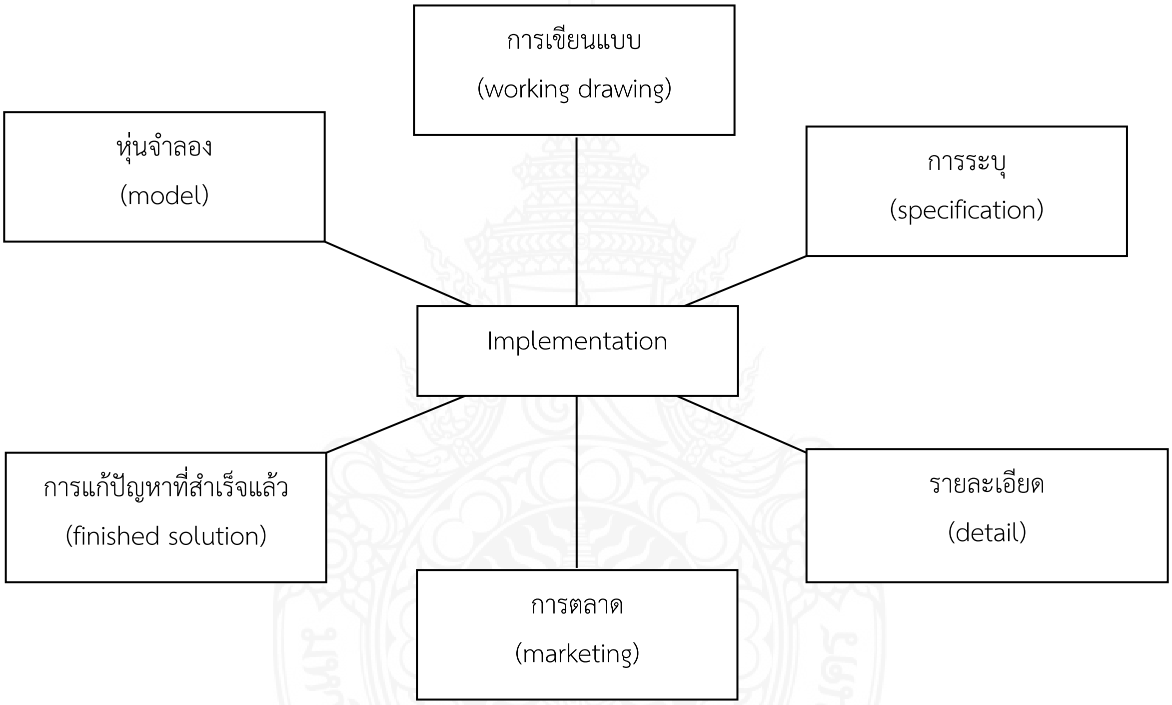


ภาพที่ 2-21 ภาพแสดงวงจรของการตัดสินใจในการออกแบบ

6. การทำให้เกิดเป็นผลสำเร็จ (implementation)

ขั้นสุดท้ายของกระบวนการออกแบบคือ การทำงานให้สมบูรณ์ การพัฒนาการงานออกแบบให้เป็นงานที่สมบูรณ์จนกลายเป็นความจริงขึ้นมา (reality) ขั้นตอนของการพัฒนาจะเกี่ยวข้องกับสิ่งต่อไปนี้ คือ

1. การสร้างสรรค์ทางเอกลักษณ์ของงาน (identification)
2. การศึกษางานและแบบแผนให้ชัดเจน (final study)
3. การวิเคราะห์และสังเคราะห์ขั้นสุดท้าย (analysis and synthesis)
4. การเลือกหาผลสรุปขั้นสุดท้าย (selection of solution)



ภาพที่ 2-22 ภาพแสดงวงจรและผลกระทบในการตีปัญหาในการออกแบบ

2.6 กระบวนการศึกษาการเหลือเศษEVA และPVC ในอุตสาหกรรมรองเท้า

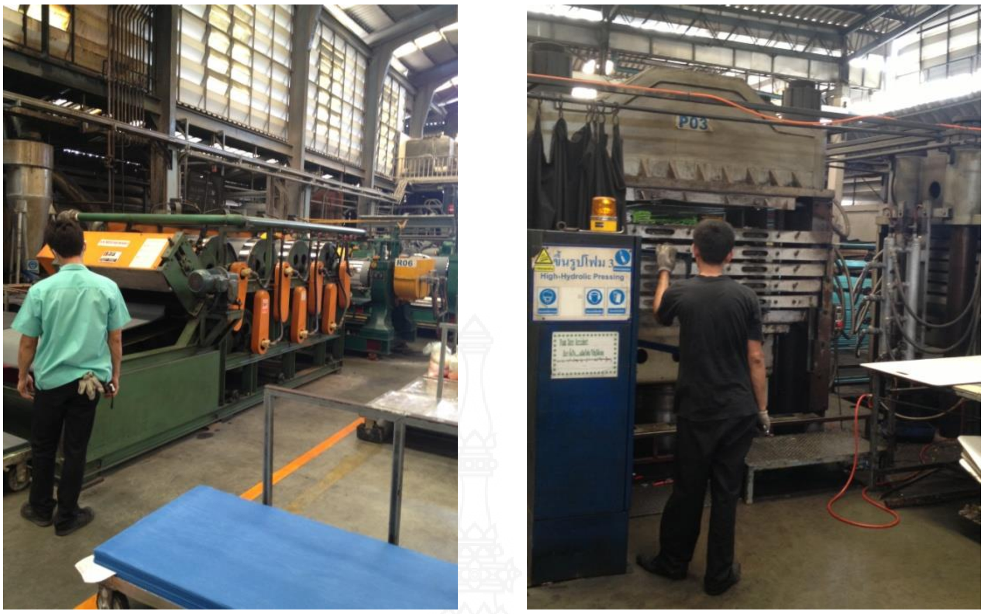
2.6.1 กระบวนการผลิตรองเท้า EVA และ PVC

ในกระบวนการผลิตรองเท้าในอุตสาหกรรมแบ่งสายการผลิตตามประเภทของพลาสติกที่แตกต่างกัน คือ EVA และ PVC ซึ่งแบ่งการผลิตเป็นสองประเภทดังนี้

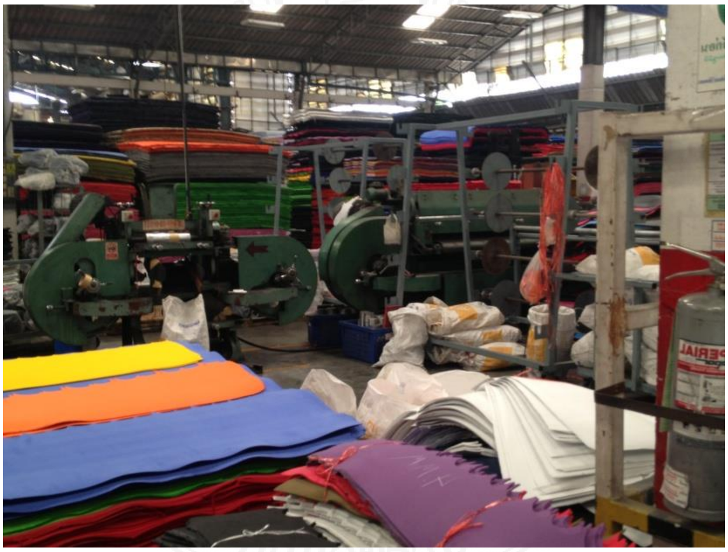
1 พลาสติกประเภท EVA เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกเมื่อมีการใช้งานจะขยายตัว มีการใช้งานในการผลิตสองทาง คือ การฉีดขึ้นรูป และการอัด โดยการฉีดขึ้นรูปวัตถุดิบEVAที่ทำการฉีดไม่ต้องมีการผ่านกระบวนการอื่นสามารถ นำวัตถุดิบไปใช้งานได้ทันที ส่วนวิธีการอัดต้องนำวัสดุดิบไปบดให้ความร้อนแล้วทำการอัดให้ขยายตัว เป็นโฟม แล้วจึงนำไปใช้งาน

ภาพที่ 2-23 แสดงเครื่องฉีด

ภาพที่ 2-24 แสดงแม่พิมพ์EVA ในการการผลิตรองเท้าด้วยการฉีด



ภาพที่ 2-25 แสดงการขึ้นรูป EVA บดและอัดขยายเพื่อนำไปใช้งาน



ภาพที่ 2-26 แสดง EVA ที่อัดขยายเพื่อเตรียมนำไปใช้งาน

2.พลาสติกประเภท PVC เป็นพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติ้ง การใช้งานในการผลิตมีทางเดียวคือการฉีดขึ้นรูป วัตถุดิบสามารถนำไปใช้งานได้ทันที

ภาพที่ 2-27 แสดงเครื่องฉีด PVC ในการผลิตรองเท้าในอุตสาหกรรมรองเท้า

ภาพที่ 2-28 แสดงแม่พิมพ์ PVC ในการการผลิตรองเท้าด้วยการฉีด

2.6.2 เศษ EVA และ PVC ที่เหลือจากการผลิต

1.เศษ EVA ที่เหลือจากการผลิตในอุตสาหกรรมรองเท้า ในส่วนของ EVA เหลือจากกระบวนการฉีดโดยกระบวนการฉีดจะได้เศษสองของช่วงคือช่วงก่อน EVA เข้าแม่พิมพ์ และช่วงหลังออกจากแม่พิมพ์ ส่วนกระบวนการผลิตแบบอัดจะเหลือจากการไดคัท (di-cut) หรือการปั๊ม

ภาพที่ 2-29 แสดงลักษณะเศษ EVA ในกระบวนฉีดที่เหลือก่อนเข้าแม่พิมพ์

ภาพที่ 2-30 แสดงลักษณะเศษ EVA ในกระบวนฉีดที่เหลือหลังออกจากแม่พิมพ์

ภาพที่ 2-31 แสดงEVA ที่ได้รับการปั๊มและเศษ EVA ที่เหลือจากการปั๊ม

2.7 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 การพัฒนาสมบัติความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท

โดย ประชุม คำพุฒและ กิตติพงษ์ สุวีโร

งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาสมบัติทางกายภาพ, สมบัติทางกล, และความเป็นฉนวนป้องกันความร้อนของคอนกรีตบล็อกมวลเบาผสมเศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท กำหนดสัดส่วนปูนซีเมนต์, หินฝุ่น, น้ำเท่ากับ 1:5 1:25 โดยน้ำหนัก อัตราส่วนเศษพลาสติกเอทิลีนไวนิลอะซิเตท (พลาสติก EVA) ต่อปูนซีเมนต์ (E/C) เท่ากับ 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.50, 0.55, และ0.60 ทำการขึ้นรูปคอนกรีตบล็อกสำหรับทดสอบสมบัติสำคัญตามมาตรฐาน มอก.58-2533 พบว่า พลาสติก EVA ที่มีขนาดและปริมาณที่เหมาะสม สามารถยึดเกาะปูนซีเมนต์ได้ดีเช่นเดียวกับการผสมหินฝุ่น มีความหนาแน่นต่ำสุด เพียง 640 กก./ลบ.ม. และมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนต่ำ ทั้งนี้อัตราส่วนที่เหมาะสมสามารถผ่านมาตรฐาน มอก. 58-2533 ได้

2.7.2 ผลของเศษเอทิลีนไวนิลอะซิเทตและสารประสานไซเลนต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอของวัสดุผสมพีวีซีที่นำกลับมาใช้ใหม่และผงไม้

โดย ไกรษร ไทยแท้, พศวรรธน์ ชัยวุฒินันท์, มนชัย ทาจันทร์, วรารัตน์ กังสัมฤทธิ์ และ ธนาวดี ลี้จากภัย ผลสรุปการวิจัยว่า

การศึกษานี้เป็นการนำเศษเอทิลีนไวนิลอะซิเทต (EVA) จากกระบวนการผลิตพื้นรองเท้ากีฬาและสารประสานไซเลน มาใช้ประโยชน์เป็นสารปรับปรุงการรับแรงกระแทกและการโค้งงอ ของผลิตภัณฑ์ไม้เทียมที่ผลิตขึ้นจากพีวีซีที่นำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่และผงไม้ โดยเศษ EVA ที่ใช้ในการวิจัยนี้มี 3 ชนิด คือ EVA ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ สารผสมระหว่าง EVA และ โพลีเอทิลีนที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ และโฟม EVAที่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์แล้ว โดยทำการเตรียมตัวอย่างวัสดุผสมระหว่างพีวีซีที่นำกลับมารีไซเคิลใช้ใหม่ ผงไม้ สารเติมแต่งอื่นๆ ที่ใช้ในการผลิตไม้เทียม โดยแปรปริมาณเศษ EVA และสารประสานไซเลน (ในอัตราส่วน 0-30 phr) ใช้เครื่องผสมแบบสองลูกกลิ้งจากนั้นนำไปขึ้นรูปด้วยเครื่องอัดขึ้นรูปด้วยความร้อนและทำการศึกษาผลของชนิดของ EVA และอัตราส่วนที่เติม ต่อสมบัติการรับแรงกระแทกและการโค้งงอ

ของแผ่นไม้เทียม พบว่าการเติม EVA ที่ยังไม่ผ่านกระบวนการวัลคาไนซ์ ปริมาณ 10 phr ให้ค่าความทนต่อแรงกระแทกที่สูงที่สุด นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมสารประสานไซเลนมีผลทำให้สมบัติการโค้งงอของวัสดุผสมมีค่าเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด

2.7.3 แปลงขยะเป็นศิลปะและของเล่น ชายหาดสะอาด+ชาวบ้านมีรายได้

เข้าถึงได้จากhttp://www.creativemove.com/creative/ocean-sole-flipflop-recycling/

วันนี้ขอบมหาสมุทรอินเดีย ประเทศเคนย่า มีชายหาดที่สวยสะอาด และชาวบ้านที่สุขมากกว่าเดิม ภายใต้แนวคิดบริหารชุมชนที่ลงตัว คือการดูแลรักษาสิ่งแวดล้อม และเพิ่มศักยภาพชุมชนด้วยความคิดสร้างสรรค์แบบมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว**Ocean Sole flip-flop Recycling** มูลนิธิเพื่อชุมชนสร้างสรรค์วัสดุเหลือใช้ เพื่อรักษาสิ่งแวดล้อมของชายหาดแถบมหาสมุทรอินเดีย เมืองไนโรบี เมืองหลวงของประเทศเคนย่า นำวัสดุยางฟองน้ำจากรองเท้าที่ทิ้งแล้วกลับมาหมุนเวียนได้ **‘400,000 กิโล ต่อปี‘** โดยยึดแนวทางง่ายๆ ที่มีแต่ได้กับได้ ภายใต้แนวคิด ’Recycle, Innovate, Sustain, Educate’ หรือ ‘ให้ความรู้ สร้างสรรค์ หมุนเวียนวัสดุเหลือใช้เพื่อชุมชนและทรัพยากรที่ยั่งยืน’ โดยตั้งศูนย์อบรบวิชาชีพงานศิลปะสร้างสรรค์ แปลงขยะที่เป็นปัญหาหลักของการทำลายทรัพยากรชายหาดอันดับหนึ่งคือ รองเท้าฟองน้ำให้เป็นงานศิลปะท้องถิ่นที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ไม่ว่าจะเป็นของเล่น ปฏิมากรรมขนาดยักษ์ หรือเครื่องประดับ ด้วยการฝึกสอนชาวบ้านท้องถิ่นยากจน กว่า 100 ชีวิต ได้เรียนรู้การแปลงร่างวัสดุเหลือใช้ เป็นรายได้กลับคืนให้ชุมชน พร้อมขจัดปัญหาขยะที่เกิดกับสิ่งแวดล้อมไปในเวลาเดียวกัน

ส่วนหนึ่งจากบทสัมภาษณ์ชาวบ้าน… “ก่อนที่ฉันจะมาทำงานที่นี่ ฉันแทบไม่มีเงินเลย ฉันต้องยืมเงินคนอื่นซื้อรองเท้าเพื่อใส่เดินทางมาทำงานที่นี่ หลังจากที่ฉันอยู่ที่นี่มา 6 ปีแล้ว ฉันสามารถส่งลูกๆ ไปโรงเรียน มีเงินซื้อเสื้อผ้าอาหารให้พวกเขาได้ และยังเหลือพอที่จะสร้างฟาร์มวัวเล็กๆ ขายนมให้เพื่อนบ้านได้อีกด้วย”

โดยผลงานของศิลปินชาวบ้านเคนย่าจะถูกจัดจำหน่ายไปยังทั่วโลก และนำรายได้กลับมาสู่ชุมชนอย่างเพียงพอ พร้อมความภาคภูมิใจของผู้ผลิต และพื้นที่ชายหาดที่สะอาดปราศจากขยะ และที่สำคัญไปกว่านั้น สินค้าแต่ละชิ้นที่จัดจำหน่ายไป ยังถูกใช้เป็นสื่อกระบอกเสียงของธรรมชาติ ที่บอกต่อและตั้งคำถามกับคนทั่วโลก ถึงการกลับมาตระหนักและดูแลสิ่งแวดล้อมท้องถิ่นไปถึงจนถึงระดับโลก

โครงการ Flipflop Recycling เริ่มจากการสังเกตและใส่ใจสิ่งรอบๆ ตัวเรา โดยเริ่มจากคนเอง และพัฒนาความสามารถจนกลายเป็นการเปลี่ยนแปลงในระดับที่ใหญ่ขึ้น จากชุมชนเล็กๆ สู่สังคมอย่างน่ายินดี

วิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล

บทที่3
วิธีดำเนินการวิจัย

บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัยและกระบวนการทดสอบผสมและขึ้นรูปวัสดุ

การวิจัยเรื่องเศษ EVA เหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตภัณฑ์ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ผู้วิจัยได้วางแผนดำเนินการวิธีวิจัยและการทดสอบผสมและขึ้นรูปวัสดุ EVA ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ซึ่งมีแนวทางดังต่อไปนี้

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย
3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการเก็บข้อมูล
3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ
3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล
3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล
3.7 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล
3.8 กระบวนการเตรียมทดสอบเศษวัสดุจาก EVA และ PVC

3.1 **ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง**

3.1.1 ประชากร

- ตัวเศษวัสดุ **EVA**
- ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาจากเศษ **EVA** ในอุตสาหกรรม
- ผู้ประเมินและทดสอบผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการพัฒนาจากเศษ **EVA** และ **PVC** ในอุตสาหกรรมรองเท้า

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตในการศึกษาข้อมูลกำหนดกลุ่มตัวอย่างดังต่อไปนี้

- เศษวัสดุ **EVA** และ **PVC** ในอุตสาหกรรมรองเท้า
- ผลิตภัณฑ์ที่ศึกษาและพัฒนา
- กลุ่มตัวอย่างในการประเมินและทดสอบผู้วิจัยได้แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1. ผู้สนใจผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์เพื่อสังคมและเชิงพาณิชย์จำนวน 60คน

3.2 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย

ในการสร้างเครื่องมือในการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำแนวทางในการสร้างและพัฒนาเครื่องมือในการวิจัยโดยมีหลักการดังต่อไปนี้

3.2.1 การสร้างแบบสอบถาม (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และ อัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547, หน้า114)

1. พิจารณาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและวัตถุประสงค์ของการวิจัย
2. เลือกชนิดของคำถาม ปลายเปิด, ปลายปิด
3. กำหนดคำถามที่ต้องการถามเรียงตามเรื่องที่ความต้องการจากมากสุดลงมา

4. ร่างแบบสอบถามโดยให้ข้อมูลสอดคล้องกับทฤษฎีและวัตถุประสงค์ที่เกี่ยวข้อง

5. ตรวจสอบคุณภาพแบบสอบถามโดยผู้ทรงวุฒิหรือผู้เชี่ยวชาญนำไปทดลองใช้ วิเคราะห์ผลการทดลองและนำไปปรับปรุง

6. จัดทำแบบสอบถามฉบับสมบูรณ์

3.2.2 การสร้างแบบสัมภาษณ์ (ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และ อัจฉรา ชำนิประศาสน์, 2547, หน้า128)

1. พิจารณาองค์ประกอบของแบบสัมภาษณ์
2. พิจารณาลักษณะคำถามที่จะสัมภาษณ์
3. การเรียงลำดับคำถามเพื่อการสัมภาษณ์

3.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ใช้รูปแบบการวิจัยแบบผสมระหว่างเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ มีเครื่องมือในการเก็บข้อมูลแบ่งเป็น 4 กลุ่มใหญ่ๆ คือ

3.3.1 แบบบันทึกข้อมูล ใช้ในการบันทึกผลการผสมวัสดุระหว่าง EVA เหลือใช้ในอุตสาหกรรม และบันทึกผลการทดสอบทางกายภาพของวัสดุที่ได้ผสมแล้ว

3.3.2 แบบสัมภาษณ์ ใช้ในการเก็บข้อมูลในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ประเภทขาเทียม และการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์จากเศษ EVA ในอุตสาหกรรม โดยสัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญในการผลิตขาเทียม ผู้เชี่ยวชาญในด้านการออกแบบ

3.3.3 แบบสอบถาม ใช้ในการหาความพึงพอใจในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษ EVA และ PVC ในอุตสาหกรรม ได้แก่ เก้าอี้นั่งพักผ่อน โดยหาความพึงพอใจในเรื่องของ การออกแบบ การใช้งาน และพฤติกรรมในการใช้งาน โดยกลุ่มเป้าหมายได้แก่ ผู้พิการทางการเคลื่อนไหว และ ผู้อยู่อาศัยในจังหวัดกรุงเทพฯ

3.4 การตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องเพื่อใช้ในการวิจัยเศษวัสดุEVA เหลือใช้ในอุตสาหกรรม เพื่อผลิตภัณฑ์ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจผู้วิจัยได้แบ่งการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือในแต่ละแบบ โดยแบ่งหัวข้อดังนี้

3.4.1 การตรวจสอบคุณภาพของแบบสอบถาม

การวัดค่าความตรงเชิงเนื้อหาผู้วิจัยจะใช้ผู้เชี่ยวชาญแล้วนำมาคำนวณหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือนิยาม (Item Objective Congruence Index : IOC) โดยการหาค่าความตรงเชิงเนื้อหาจะให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบข้อคำถาม ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้นๆ ด้านวัดผลประเมินผลหรือวิจัย เพื่อพิจารณาด้านภาษาที่ใช้ในข้อคำถาม จำนวนที่ใช้ ประมาณ 3-5 คน ลักษณะการตรวจจะเป็นการพิจารณา 3 ประเด็นคือ เหมาะสม ไม่เหมาะสม และไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นๆ วัดได้ตรงหรือสอดคล้องกับนิยามหรือไม่ พร้อมทั้งมีช่องว่างให้เสนอแนะทั้งรายข้อ รายด้าน และรวมทั้งฉบับ โดยกำหนดคะแนนเป็น ถ้าเห็นด้วย = 1 ไม่เห็นด้วย = -1 และไม่แน่ใจ = 0 โดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ $\sum R$ = ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

n = จำนวนผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด

ในการวิจัยนี้ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือวิจัยโดยการใช้วิธี Face Validity โดยอาศัยดุลยพินิจจากผู้ทรงคุณวุฒิ (Subject metter Speciallisis) โดยทำการตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา (Content Validity) โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) โดยการนำเครื่องมือที่สร้างขึ้นไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน พิจารณาลงความเห็นและให้คะแนน ดังนี้

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง
   อาจารย์ประจำสาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ
   คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
   ลาดกระบัง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติศักดิ์ อริยะเครือ
   อาจารย์ประจำสาขาวิชาการออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ
   คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอและออกแบบแฟชั่น มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
   ราชมงคลพระนคร
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สำเริง รักซ้อน
   อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมโยธา คณะวิศวกรรมศาสตร์
   มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

หลังจากนั้นผู้วิจัยได้รวบรวมคำแนะนำจากผู้ทรงคุณวุฒิมาพิจารณาดำเนินการแก้ไขแบบประเมินหาประสิทธิภาพ ก่อนนำแบบประเมินไปใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

การหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับพฤติกรรม (IOC) ผลปรากฏว่าได้ค่าความเที่ยงตรงอยู่ที่ระดับ 0.84 และเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านได้ค่า ดังนี้

1. แบบสัมภาษณ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
   ได้ค่าความเที่ยงตรงที่ระดับ 0.93
2. แบบสัมภาษณ์การพัฒนาผลิตภัณฑ์สำหรับผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิต
   ได้ค่าความเที่ยงตรงที่ระดับ 0.87
3. แบบสอบถามประเมินการรู้ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากเศษ PVC และ EVA
   ได้ค่าความเที่ยงตรงที่ระดับ 0.72

3.5 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลยึดหลักข้อมูลที่มีลักษณะสอดคล้องกับความมุ่งหมายสามารถตอบคำถามการวิจัยได้ตามที่กำหนดไว้ ซึ่งมีวิธีการเก็บข้อมูล 2 ลักษณะ คือ

1. การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคเอกสาร และจากวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การเก็บรวบรวมข้อมูลภาคสนาม จากการลงพื้นที่สัมภาษณ์กลุ่มเป้าหมาย

3.5.1 ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลในงานวิจัย ผู้วิจัยได้ประยุกต์ใช้ขั้นตอนในการเก็บรวบรวมข้อมูลของ (พิสณุ ฟองศรี, 2553) โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การวางแผนการเก็บข้อมูล โดยที่ผู้ทำวิจัยได้ทำการศึกษากลุ่มตัวอย่างและวิธีการที่เหมาะสมของแต่ละข้อมูลว่าควรใช้การบันทึกจากข้อมูลประเภทใดบ้าง ดังต่อไปนี้
   - 1.1 การเก็บข้อมูลการทดสอบการผสม เศษEVA
   - 1.2 การเก็บข้อมูลกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมกับวัสดุที่ผสมขึ้นจากเศษ EVA
   - 1.3 การเก็บข้อมูลมาตรฐานการทดสอบและการประเมินการรับรู้ในผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบจากวัสดุจาก เศษEVA
2. เก็บข้อมูลตามแผนที่กำหนดไว้ ในการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยจะทำการเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง เนื่องจากต้องมีการทดสอบและกระบวนการในการพัฒนาผลิตภัณฑ์
3. ตรวจสอบความสมบูรณ์ในการให้ข้อมูล ในขั้นตอนการตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้วิจัยจะทำการเลือกช่วงระยะเวลาที่เหมาะสมในการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อไม่เป็นการรบกวนผู้ให้ข้อมูลมากจนเกินไป
4. ทวงถาม ในขั้นตอนการทวงถามข้อมูล ส่วนของการตอบแบบสอบถาม ผู้วิจัยจะดำเนินการด้วยตนเองในระหว่างการเก็บข้อมูลจะสามารถทำให้อัตราการตอบกลับเกิดความผิดพลาดน้อย
5. ตรวจดูความสมบูรณ์ครั้งสุดท้าย ขั้นตอนของการตรวจความสมบูรณ์ของข้อมูลผู้วิจัยจะดำเนินการแยกประเภทของเครื่องมือวิจัยและทำการประมวลผลตามรูปแบบและจำนวนของกลุ่มตัวอย่างตามที่ได้ตั้งไว้ตั้งแต่ตอนต้น

3.5.2 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เนื่องจากผู้วิจัยใช้เครื่องมือในการวิจัยทั้งแบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์ และแบบการสำรวจ ทำให้ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลที่แตกต่างกันออกไปตามเครื่องมือดังรายละเอียดดังนี้

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสอบถาม ในขั้นตอนการเก็บรวบรวมข้อมูลแบบสอบถาม ใช้วิธีการเก็บข้อมูลด้วยตนเองโดยการแจกแบบสอบถามที่เป็นคำถามแบบปลายปิดพร้อมทั้งเก็บในเวลาเดียว หลังจากนั้นทำการแยกประเภทของข้อมูลแล้วทำการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีทางสถิติ

การเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสัมภาษณ์ผู้วิจัยใช้วิธีการสัมภาษณ์แบบไม่มีโครงสร้างซึ่งมีแนวทางในการเก็บข้อมูลตามหลัก 6 ประการของ (พิสณุ ฟองศรี, 2553)

1. มีจุดมุ่งหมายชัดเจนว่าจะสัมภาษณ์ใคร
2. มีการวางแผนก่อนไปสัมภาษณ์ นัดหมายวัน เวลา สถานที่และยืนยันการสัมภาษณ์
3. เตรียมตัวให้พร้อมในวันสัมภาษณ์
4. การปฏิบัติตนระหว่างสัมภาษณ์ ด้วยการสนทนาที่เป็นกันเองกับผู้ถูกสัมภาษณ์ครอบคลุมประเด็นในการสัมภาษณ์มากที่สุด
5. ปฏิบัติตนเมื่อปิดการสัมภาษณ์ ควรปิดการสัมภาษณ์อย่างเป็นกันเอง

6. จดบันทึกรายละเอียดจากการสัมภาษณ์ทันทีพร้อมทั้งจัดแยกข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่

3.6 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.6.1 การวิเคราะห์เบื้องต้น จากแบบบันทึกวิเคราะห์ส่วนผสมในการผสมวัสดุ EVA และ PVC ในอัตราส่วน 90:10, 80:20, 75:25, 50:50, 25:75, 20:80, 10:90 (สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์, 2549.112) โดยควบคุมอุณหภูมิในการอัดที่ 115˚C แล้วบันทึกภาพวัสดุที่ผสมกันอัตราส่วนที่ตั้งไว้

3.6.2 การวิเคราะห์โดยใช้ทฤษฎี จากการสัมภาษณ์ผู้ให้ข้อมูลด้านการทำอวัยวะเทียมและผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์ หมายถึง การนำวัสดุที่ผสมกันได้มีสามารถในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่ตั้งไว้ได้หรือไม่ โดยเฉพาะเกี่ยวกับทฤษฎีด้านการออกแบบ เพื่อจำแนกองค์ประกอบได้แก่ สี รูปลักษณ์ เส้นสายองค์ประกอบต่างๆในการออกแบบ , ทฤษฎีในการออกแบบผลิตภัณฑ์เพื่อคนพิการและผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ เพื่อศึกษากระบวนการนำวัสดุไปใช้ใหม่, ทฤษฎีสุนทรียศาสตร์ และเพื่อวิเคราะห์มิติทางด้านคุณค่าของความงาม

3.6.3 การวิเคราะห์แบบสอบถามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ซึ่งวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) วิเคราะห์เป็นรายข้อ เฉพาะด้านโดยนำเสนอในรูปแบบของตารางพร้อมคำบรรยายประกอบ

เกณฑ์ในการวิเคราะห์พิจารณาประเมินจากช่วงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ดังนี้

4.50 - 5.00	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับดีมาก
3.50 - 4.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับดี
2.50 - 3.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง
1.50 - 2.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อย
1.00 - 1.49	หมายถึง	ความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยมาก

3.7 การนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล

นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีพรรณนาวิเคราะห์ (Descriptive Analysis) โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.7.1 นำเสนอกระบวนการและเทคโนโลยีที่ใช้ในขึ้นรูปเศษวัสดุ EVA

3.7.2 ประเภทกระบวนการการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศโดยแบ่งในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ผลิตภัณฑ์เชิงพาณิชย์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์ที่ให้ประโยชน์และเกิดมูลค่าในเชิงพาณิชย์

3.7.4 ประเภทการหาความพึงพอใจในการใช้งานและทดสอบมาตรฐานของผลิตภัณฑ์และกลุ่มเป้าหมาย ได้แก่การทดสอบมาตรฐานผลิตภัณฑ์ การประเมินผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบจากเศษ EVA

3.8 การผสมและขึ้นรูปวัสดุ

ในงานวิจัยเรื่องเศษวัสดุEVA และPVC เหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตภัณฑ์ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบและผสมวัสดุเหลือใช้ในอุตสาหกรรม ประเภท EVA โดย

กำหนดกระบวนการขึ้นรูปวัสดุและเก็บบันทึกข้อมูลในการทดสอบการผสมวัสดุทั้งสองประเภทโดยมีรายละเอียดดังนี้

3.8.1 กระบวนการขึ้นรูปวัสดุ ในการผสมวัสดุ EVA และ PVC เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมมีการขึ้นรูปตามขั้นตอนดังนี้

3.8.1.1 กระบวนการเตรียมชิ้นวัสดุก่อนผสม โดยการบดและสับเศษ EVA และ PVC เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมขั้นตอนนี้เป็นการย่อยเศษ EVA หรือ PVC ที่มีชิ้นใหญ่ให้มีขนาดเล็กลงโดยผ่านกระบวนการสับและโม่ในเศษ EVA และกระบวนการสับในเศษ PVC

ภาพที่3-1 ภาพแสดงขั้นตอนกระบวนการสับและโม่เศษ EVA

ภาพที่3-2 ภาพแสดงเศษEVA ที่เหลือจากอุตาสาหกรรมรองเท้า จากการ ได-คัท และการฉีด
(ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-3 ภาพแสดงเครื่องสับเศษ EVA ที่เหลือใช้ในอุตสาหกรรม
(ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-4 ภาพแสดงเศษ EVA ที่ได้รับการสับจากเครื่องสับเศษ EVA
(ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-5 ภาพแสดงเครื่องโม่เศษ EVA (ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-6 ภาพแสดงเศษ EVA ที่ได้รับการโม่แล้วเตรียมจะเตรียมนำไปผสม
(ที่มา adda (thailand))

3.8.1.2 การกระบวนการผสมเศษวัสดุ EVA และ PVC มีกระบวนการผสมเศษ EVA และ เศษ PVC ในกระบวนการ 3 ขั้นตอน ได้แก่

1 กระบวนการผสมพลาสติก เป็นการนำเศษEVA ที่โม่แล้ว และเศษ PVC ที่สับแล้วมาผสมกันโดยใช้เครื่องผสมโดยการบดและให้ความร้อนอยู่ที่ 120˚C

2 กระบวนการรีดแผ่นพลาสติก เป็นการนำเศษ EVA และ PVC ที่ผสมกันแล้วมาทำการรีดให้เป็นแผ่นบนโมความร้อนเพื่อให้เศษผสมกันและรีดให้เป็นแผ่นเพื่อเตรียมพร้อมนำไปอัด

3 กระบวนการอัดเศษ EVA และ PVC หลังรีดแล้วทำการนำแผ่นEVA และ PVC ที่ผสมแล้ววางลงบนเครื่องอัดหรือขึ้นรูป โดยใช้ความร้อนที่ 105 ˚C ใช้เวลา 10 นาที

ภาพที่ 3-11 ภาพแสดงขั้นตอนการผสมเศษวัสดุ EVA

ภาพที่3-12 ภาพลักษณะ EVA ที่โม่แล้วเตรียมนำไปผสม

ภาพที่3-13 ภาพแสดงเครื่องผสม(Kneader)เศษEVA และ PVC (ที่มา adda (thailand))

แสดงเครื่องรีด (Roller) เศษEVA และ PVC (ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-
15 ภาพแสดงเครื่องอัด (Pump) เศษEVA และ PVC (ที่มา adda (thailand))

ภาพที่3-16 ภาพแสดงเศษEVA และ PVC ที่ผสมกันและผ่านการรีดเป็นแผ่น
(ที่มา adda (thailand)

ภาพที่3-17 ภาพแสดงเศษEVA และ PVC ที่ผสมกันและผ่านการอัด
(ที่มา adda (thailand))

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงอุณหภูมิและขั้นตอนที่การผสมเศษวัสดุ EVA และ PVC

ขั้นตอนการผสม	กระบวนการผสมเศษวัสดุ	อุณหภูมิและจุดหลอมเหลว	เวลา
1	กระบวนการผสมพลาสติก	120˚C (จุดหลอมเหลว EVA อยู่ที่ 120˚C	15-20 นาที
2	กระบวนการรีดแผ่นพลาสติก	70˚C - 80˚C	20 นาที
3	กระบวนการอัดแผ่นพลาสติก	105˚C-115˚C	10 นาที

3.9 กระบวนการเตรียมทดสอบเศษวัสดุจาก EVA และ PVC

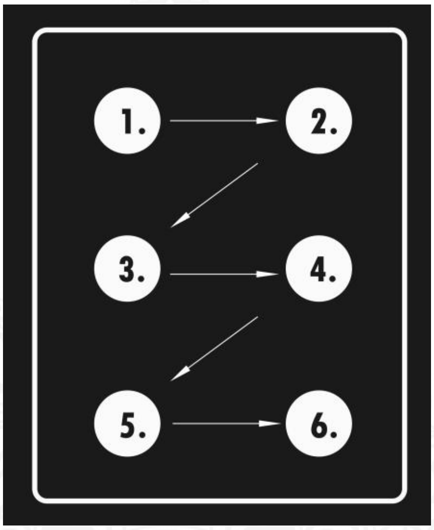
3.9.1 การเตรียมวัสดุทดสอบค่าความแข็งของวัสดุ (Hardness) การเตรียมวัสดุ เศษ EVA และ PVC ในการทดสอบค่าความแข็งของวัสดุ มีกระบวนการและขั้นตอนการทดสอบดังนี้

3.9.1.1 การเตรียมวัสดุ ให้นำวัสดุที่อัดมาเป็นแผ่น ปล่อยให้วัสดุคลายความร้อนและควรทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง (หากมีความร้อนวัสดุจะมีความอ่อนตัว)

3.9.1.2 เตรียมเครื่องมือในการวัด เครื่องมือในการวัดค่าความแข็งของวัสดุ ในการวัดค่าความแข็ง ในที่นี้ใช้ Durometer Hardness scale A ในการวัดค่าความแข็งบนวัสดุ

ภาพที่3-18 ภาพแสดงเครื่องมือวัดค่าความแข็งบนวัสดุ Durometer Hardness scale A

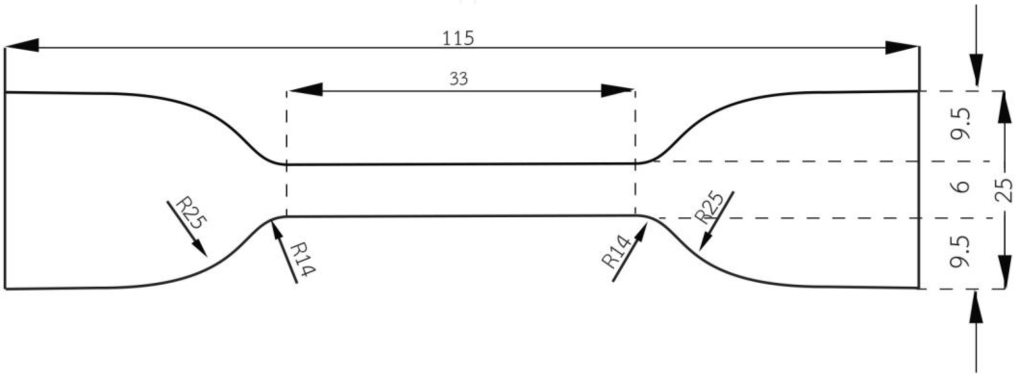
3.9.1.3 วิธีการวัดค่าความแข็ง ทำการวัดค่าความแข็งของวัสดุเศษ EVA และ PVC ที่ได้รับการผสมแล้วโดยการกด Durometer บนวัสดุจากมุมด้านบนซ้าย มุมด้านบนขวา กลางซ้าย กลางขวา มุมด้านล่างซ้ายและ มุมด้านล่างขวา ให้ทั่วแผ่นตามภาพดังนี้



ภาพที่3-19 ภาพแสดงการใช้เครื่องมือวัดค่าความแข็งบนวัสดุ

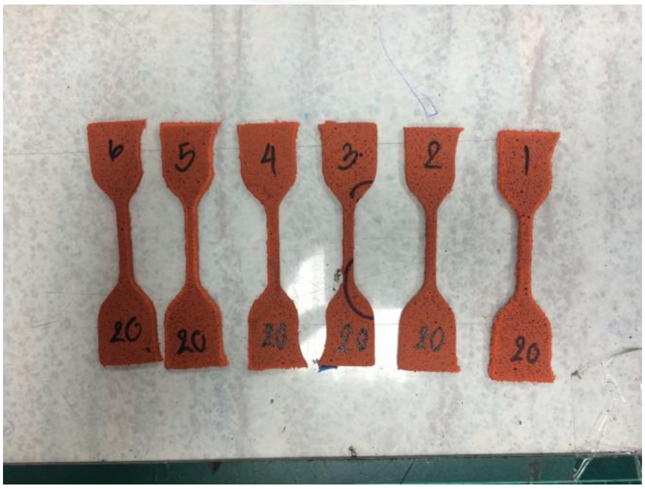
ภาพที่3-20 ภาพแสดงการใช้เครื่องมือวัดค่าความแข็งบนวัสดุ

3.9.2 การเตรียมวัสดุทดสอบค่าแรงดึงของวัสดุ (Tensile test) การเตรียมวัสดุทดสอบค่าแรงดึงของวัสดุ เป็นการทำตามการทดสอบมาตรฐาน ASTM D412 ซึ่งระบุรูปแบบวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ทั้งนี้ต้องทำการผ่าวัสดุที่อัดได้ให้มีความบางประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยรูปแบบในการทดสอบเป็นแบบ ดัมเบล จำนวน 5 ชิ้น แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงของวัสดุ ตามภาพดังนี้



ภาพที่3-21 ภาพแสดงรูปแบบการตัดชิ้นงานต้นแบบในการทดสอบค่าแรงดึง

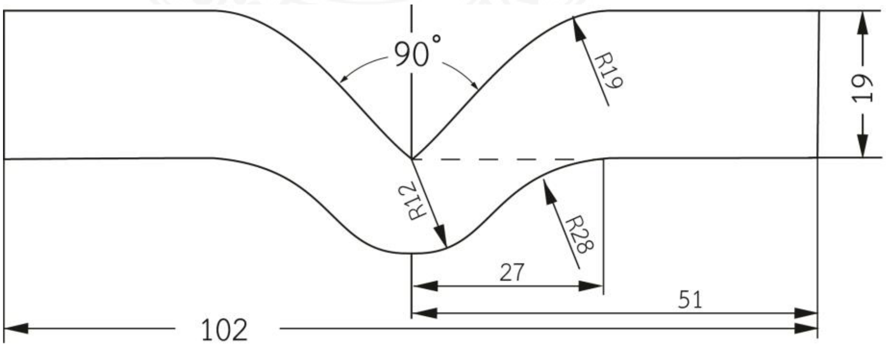
ภาพที่3-22 ภาพแสดงแม่พิมพ์ที่ใช้ในการตัดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบแรงดึง



ภาพที่3-23 ภาพแสดงวัสดุที่ทำการตัดชิ้นงานพร้อมที่จะทดสอบแรงดึง

ภาพที่3-24 ภาพแสดงการทดสอบแรงดึง

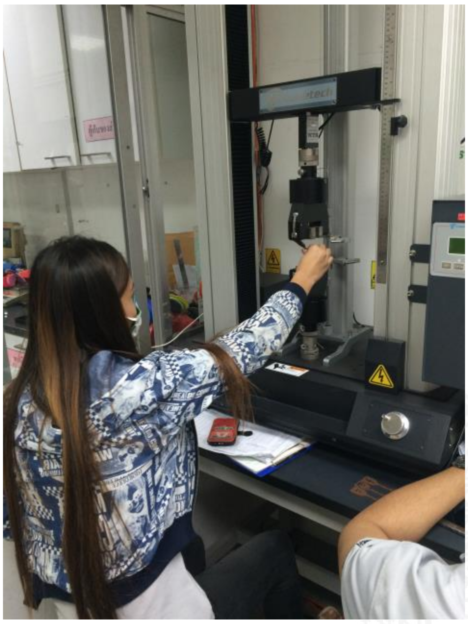
3.9.3 การทดสอบแรงฉีกขาดของวัสดุ (Tear Strength test) การเตรียมวัสดุทดสอบค่าแรงดึงของวัสดุ เป็นการทำตามการทดสอบมาตรฐาน ASTM D624 ซึ่งระบุรูปแบบวัสดุที่ใช้ในการทดสอบ ทั้งนี้ต้องทำการผ่าวัสดุที่อัดได้ให้มีความบางประมาณ 2 มิลลิเมตร โดยรูปแบบในการทดสอบเป็นแบบ ปีกนก จำนวน 5 ชิ้น แล้วทำการทดสอบด้วยเครื่องทดสอบแรงดึงของวัสดุ ตามภาพดังนี้



ภาพที่3-25 ภาพแสดงรูปแบบการตัดชิ้นงานต้นแบบในการทดสอบค่าแรงฉีกขาด

ภาพที่3-26 ภาพแสดง
แม่พิมพ์ที่ใช้ในการตัดชิ้นงานที่ใช้ในการทดสอบแรงฉีกขาด

ภาพที่3-27 ภาพแสดงวัสดุที่ทำการตัดชิ้นงานพร้อมที่จะทดสอบแรงฉีกขาด



ภาพที่3-28 ภาพแสดงการทดสอบแรงฉีกขาด

บทที่4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

บทที่4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยเรื่องเศษ EVA เหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตภัณฑ์ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นในการออกแบบผลิตภัณฑ์ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรงเพื่อใช้ในการออกแบบผ

4.2 แบบวิเคราะห์ลักษณะรูปแบบความสวยงาม (Design) จากผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ และผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

4.3 แบบวิเคราะห์ผลประเมินความพึงพอใจในผลิตภัณฑ์จากอีวีเอเหลือใช้ในอุตสาหกรรมเพื่อผลิตภัณฑ์ออกแบบเชิงนิเวศเศรษฐกิจ

4.1 แบบวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง เพื่อใช้ในการออกแบบ

ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นเกี่ยวกับ รูปแบบ วัสดุ และรูปทรง เพื่อใช้ในการออกแบบ โดยแบ่งหัวข้อในการวิเคราะห์ ทั้งหมด 3 ข้อดังต่อไปนี้

4.1.1 การวิเคราะห์รูปแบบวัสดุในการออกแบบ ในการออกแบบผลิตภัณฑ์จากอีวีเอเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมโดยผู้วิจัยได้นำวัสดุอื่นมาช่วยในการออกแบบ โดยนำไม้ยางพารามาเป็นวัสดุร่วมในการออกแบบ เนื่องจากสามารถสร้างรูปแบบได้ง่าย วัสดุมีความเรียบง่าย เหมาะสมกับการผลิตต้นแบบ

4.1.2 การวิเคราะห์ทางด้านรูปแบบผลิตภัณฑ์ วิเคราะห์จากรูปแบบการใช้งาน ประโยชน์ใช้สอย และความสวยงาม โดยคำนึงถึงหลักการออกแบบเป็นหลัก การใช้งานวิเคราะห์การใช้งานในผลิตภัณฑ์ รวมถึงประโยชน์ใช้สอยในผลิตภัณฑ์ ด้านความงามเป็นการวิเคราะห์ความเหมาะสมของรูปแบบรูปทรงของผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการออกแบบใหม่อีกทั้งคำนึงถึงการผลิต

4.1.3 การวิเคราะห์สีที่ใช้ในการออกแบบได้แก่สีดำ ในส่วนของวัสดุอีวีเอรีไซเคิลเนื่องจากสามารถทำได้สีดำเพียงสีเดียว และสีเนื้อไม้ธรรมชาติจากไม้ยางพารา

4.2 แบบวิเคราะห์การออกแบบของเฟอร์นิเจอร์จากเศษอีวีเอที่เหลือทิ้ง จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบโดยใช้แบบสัมภาษณ์

4.2.1 จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ

จากการวิเคราะห์แบบสัมภาษณ์จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบให้ความเห็นว่าวัสดุที่ใช้ในการออกแบบมีความเหมาะสม ส่วนรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ให้เติมแนวความคิดที่เป็นเซตเดียวกันผู้ใช้จะได้มองออกว่าเป็นเฟอร์นิเจอร์ชุดเดียวกัน จากแบบร่างที่ตรวจพบว่ามีความเหมาะสมแล้วมีความเป็นเอกภาพแล้วแต่เป็นห่วงเรื่องของโครงสร้าง ซึ่งต้องทำการทดสอบเมื่อต้นแบบเสร็จแล้ว สรุปได้ดังนี้

4.2.1.1 ด้านการออกแบบ

- ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ในขั้นตอนการออกแบบ ได้คัดเลือกรูปแบบมา และทำการพัฒนารูปแบบจนลงตัวได้เป็นเฟอร์นิเจอร์ไม้ในรูปแบบที่ต้องการ และมีการตัดทอนรูปแบบลักษณะมีการแก้ไขรูปร่างรูปทรง

- ด้านอายุการใช้งานและการบำรุงรักษา ในส่วนของการผลิตเน้นการทา Slack เพื่อป้องการปลวกกิน แต่ไม้ที่นำมาใช้มีคุณสมบัติป้องกันปลวกอยู่แล้วจึง เป็นการทำเพื่อเพิ่มความมั่นใจ
- ด้านความสะดวกสบาย ถึงเฟอร์นิเจอร์จะเป็นเฟอร์นิเจอร์ไม้ทั้งตัวแต่ก็ได้นึกถึงรูปลักษณะที่ทำให้เกิดความสบายในการใช้งาน โดยนึกถึงความสะดวกสบายในการใช้เป็นหลัก ตามหลักการยศาสตร์
- ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีรูปร่างหน้าตาที่มีความแปลกในส่วนด้านข้าง มีการเล่น Space ของสีตามความนิยมของสมัย
- ด้านรูปแบบของสี ใช้สีน้ำตาลของน้ำตาลไหม้และผสมกับ Space บางบริเวณที่เป็นสีไม้ธรรมชาติเพื่อให้เกิด Detail
- ด้านความสวยงามของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมในระดับหนึ่ง เพราะมีการเสริมความแปลกใหม่เข้าไปจึงอาจจะเป็นสิ่งที่ทำให้ผู้พบเห็นเกิดความแปลกไปจากรูปทรง แต่ก็เป็นกลิ่นอายที่ทำให้เกิดแนวคิด การมองที่ไม่เบื่อ
- ด้านความปลอดภัยในการใช้งาน มีความปลอดภัยจากโครงสร้างเพราะใช้ไม้โครงดามและไม้จริงทำโครงภายในก่อน

4.2.1.2ด้านการผลิต

- ด้านรูปแบบของผลิตภัณฑ์ มีการผลิตที่ไม่ยากนัก แต่มีบางส่วนอาจจะต้องใช้ความเชี่ยวชาญจากช่างเพราะเป็นส่วนที่ Detail มีความยาก และส่วนอื่นๆก็ขึ้นโครงตามหลักการปกติ
- ด้านลักษณะการยึดติด มีการเข้าเดือย โดยการใช้ลูกแม็ค และตะปูลมยิงและใช้กาวทาไม้ทาเพื่อให้เกิดความแข็งแรง ในบางส่วนก็มีการเข้าเดือยเพื่อให้แน่นหนา
- ด้านวัสดุ มีการใช้วัสดุที่ทำการอัด มาอย่างดีผ่านกระบวนการที่ได้มาตรฐานจึงไม่มีปัญหาทางด้านวัสดุ เพราะมีการรับรองมาเป็นอย่างดี
- ด้านความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรมในด้านนี้เฟอร์นิเจอร์จะไม่สามารถใช้เครื่องจักผลิตได้ในทุกๆส่วน เพราะมีบางส่วนที่ต้องใช้ช่างฝีมือในการทำ

4.2 การประเมินจากผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

ผู้ศึกษาโครงการได้ดำเนินการให้ผู้พักอาศัยในบ้านพักอาศัยขนาดกลางจำนวน 30 คน โดยแบ่งออกเป็น 3 ตอนดังนี้

4.3.1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

4.3.1.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

4.3.1.3 ด้านความปลอดภัย

4.3.1.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

4.3.1 การประเมินจากด้านต่างๆ

4.3.1.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย

ตารางที่ 4.1แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย(N=30)

รายการ	$\bar{x}$	ความหมาย
1.เฟอร์นิเจอร์มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตาม เป้าหมายที่ตั้งไว้	4.5	มากที่สุด
2.ขนาดของเฟอร์นิเจอร์	5.0	มากที่สุด
3.น้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์	5.0	มากที่สุด
4.ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้	4.5	มากที่สุด
รวม	4.75	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด(มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0)อยู่ 2 ข้อและมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5) และข้อ 4 และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.5)

4.3.1.1.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

ตาร่างที่ 4.2 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (N=30)

รายการ	$\bar{x}$	ความหมาย
1.มีความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.0	มาก
2.มีความสะดวกสบายการนั่ง	4.0	มาก
3.มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย	5.0	มากที่สุด
4.มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง	4.3	มากที่สุด
5.มีรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจง่าย	4.7	มากที่สุด
รวม	4.6	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.6) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0)อยู่ 1 ข้อและมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 41สังเกตได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) อยู่ 1 ข้อ และมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.0) อยู่ 2 ข้อ

4.3.1.3 ด้านความปลอดภัย

ตารางที่ 4.3 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย(N=30)

รายการ	$\bar{x}$	ความหมาย
1.ความปลอดภัยขณะใช้งาน	4.7	มากที่สุด
2.ความปลอดภัยของงานไม้	5.0	มากที่สุด
3.การทำความสะอาด	5.0	มากที่สุด
4.การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษา	4.3	มาก
รวม	4.75	มากที่สุด

จากตาราง พบว่าผลการประเมินความพึงพอใจจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ4.75) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ระหว่าง 4.0 –5.0 โดยมีค่าเฉลี่ยสูงสุดอยู่ในระดับมากที่สุด (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 5.0)อยู่ 2 ข้อและมีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุดรองลงมา (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.7) คือข้อ 1 สังเกตได้ง่าย มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.3) อยู่ 1 ข้อ

4.3.1.4 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สะดวกใช้งาน ทันสมัย สวยงามเหมาะสม

4.3.2 สรุปการประเมิลผล

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านการออกแบบ(N=30)

รายการ	$\bar{x}$	ความหมาย
1. ด้านหน้าที่ใช้สอย	4.6	มากที่สุด
2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน	4.6	มากที่สุด
3. ด้านความปลอดภัย	4.75	มากที่สุด
รวม	4.7	มากที่สุด

จากตารางที่4.4 พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านจากผู้เชี่ยวชาญ โดยภาพรวมมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก (มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ4.7)

4.4 การทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์

จากโครงการวิจัยเรื่องใช้ประโยชน์จากเศษไม้ในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เพื่อการออกแบบเฟอร์นิเจอร์สนามสำหรับบ้านพักอาศัยขนาดกลางมีการทดสอบมาตรฐานโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ชุดโต๊ะสนามและเก้าอี้โดยมีการทดสอบ8ขั้นตอนและได้ผลในตารางที่4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงผลการทดสอบเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขก(ทดสอบ ณ บริษัทโกลเด้นบอร์ด จำกัด)

ลักษณะการทดสอบ	**ผ่าน**	ไม่ผ่าน
1. แรงสถิตย์กระทำต่อพื้นนั่ง แรงสถิตย์กระทำต่อพนักพิง	ผ่าน	-
2. แรงสถิตย์ดันเท้าแขนด้านข้าง แรงสถิตย์กระทำต่อปีกพักศีรษะ	ผ่าน	-
3. แรงสถิตย์กระทำกดลงเท้าแขน	ผ่าน	-
4. แรงสลับกระทำต่อพื้นนั่ง แรงสลับกระทำต่อพนักพิง	ผ่าน	-
5. แรงกระทำต่อฐาน	ผ่าน	-
6. แรงกระแทกต่อพื้นนั่ง	ผ่าน	-
7. แรงกระแทกต่อพนักพิง แรงกระแทกต่อเท้าแขน	ผ่าน	-
8. การยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ	ผ่าน	-
ผลการทดสอบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุหญ้าแฝก	**ผ่าน**	-

จากตารางที่4.5 พบว่าการทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากเศษวัสดุอีวีเอ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตย์ดันเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตย์กระทำต่อปีกพักศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตย์กระทำกดลงเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระแทกต่อพื้นนั่งและแรงกระแทกต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

บทที่5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทที่5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

สรุปผลจากการวิจัย

จากการวิเคราะห์ข้อมูลงานวิจัยเศษอีวีเอเหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเพื่อการออกแบบผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจผู้วิจัยสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลแบบวิเคราะห์

5.1.1 ปัญหาหรืออุปสรรคที่พบบ่อยจากด้านวัสดุอีวีเอที่ทำการรีไซเคิลกลับมาใช้ใหม่ไม่สามารถเลือกสีได้เนื่องจากการนำเศษวัสดุมาผสมกันหลากหลายสีทำให้ต้องมีกระบวนการย้อมสีดำเพื่อวัสดุเป็นสีเดียวกัน

5.1.2 ปัญหาความแข็งแรงของวัสดุเนื่องจากวัสดุทำการบดทำให้โครงการเสียไปการขึ้นรูปวัสดุใหม่จึงต้องใส่แร่หินเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับวัสดุ และเมื่อขึ้นรูปวัสดุแล้วไม่สามารถนำกลับไปรีไซเคิลได้อีก

5.1.3 ปัญหาเรื่องการใช้งานโดยจะเกิดปัญหาเรื่อง ความสบายในการใช้งานเนื่องจากผู้ใช้แต่ละวัยมีขนาด และรูปร่างที่ไม่เหมือนกัน หรือ ไม่เท่ากัน จึงต้องพัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ให้สามารถรองรับกลุ่มผู้ใช้ได้ทุกกลุ่มเพื่อสร้างความเหมาะสมและเพิ่มความพึงพอใจต่อการใช้งาน

5.1.4 ปัญหาเรื่องผู้ใช้จะเกิดความกังวลในเรื่องสัมผัสแรก หรือ การมองครั้งแรกจะทำให้ผู้ใช้รู้สึกว่ามันจะมีฝุ่นหรือมีอันตรายต่อการใช้งานเพราะตัววัสดุ และรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์เป็นไม้ และเป็นวัสดุที่นำมาอัดเป็นแผ่น

5.2 สรุปผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบประเมินการออกแบบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้านดังนี้

5.2.1 ในด้านการด้านหน้าที่ใช้สอยประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเศษไม้เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าควรมีความสะดวกสบายในการใช้งาน เคลื่อนย้ายสะดวกและควรยึดหลักในการออกแบบในส่วนของ ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้ ตามหลักการยศาสตร์ให้ถูกต้อง

5.2.2. ในด้านการด้านความสะดวกสบายในการใช้งานประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเศษไม้เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่าควรมีให้ผู้ใช้เกิดความรู้สึกสบายและพึงพอใจ ในการใช้งานมากที่สุด โดยวัดจากความรู้สึกที่แสดงออกมา จากผู้ใช้ รวมทั้งความสะดวกสบายในการ เคลื่อนย้าย ติดตั้ง มีรูปลักษณะที่ใช้งานได้ง่าย

5.2.3. ในด้านการด้านความปลอดภัยในการใช้งานประเมินการออกแบบของเฟอร์นิเจอร์ ของตกแต่งบ้านจากวัสดุเศษไม้เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์พบว่าผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ โดยภาพรวม มีความคิดเห็นว่า ขนาดสัดส่วนของผลิตภัณฑ์ ความสวยงามของผลิตภัณฑ์ การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้ประโยชน์ ความปลอดภัยในการใช้งาน ความแข็งแรงของตัวล็อคหรือข้อต่อ รูปแบบและรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์ ความเหมาะสมในการผลิตในระบบอุตสาหกรรม

5.3 จากแบบประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้เฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านจากวัสดุอีวีเอหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

5.3.1 ด้านหน้าที่ใช้สอย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่า ขนาดของเฟอร์นิเจอร์ น้ำหนักของ และพวกข้อต่อ เดือยของตัวเฟอร์นิเจอร์ มีรูปทรงที่สัมพันธ์กับเฟอร์นิเจอร์ และเข้ากันกับรูปแบบการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์มีความเข้ากันระหว่างความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้

5.3.2 ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่า มีความสะดวกสบายการใช้งาน มีความสะดวกสบายในการเคลื่อนย้าย มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง มีความพึงพอใจหลังจากใช้งานในด้านรูปลักษณ์และรูปแบบ

5.3.3 ด้านความปลอดภัย ผลการประเมินมีความคิดเห็นว่า ความปลอดภัยขณะใช้เฟอร์นิเจอร์ รูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ไม่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความกังวลการทำความสะอาดง่ายมีความปลอดภัยของวัสดุ และไม่มีฝุ่น

5.4 จากการทดสอบมาตรฐานเฟอร์นิเจอร์

การทดสอบชุดเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุเศษไม้เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตกระทำต่อพื้นนั่ง และแรงสถิตกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตย์ดันเท้าแขนด้านข้างและแรงสถิตย์กระทำต่อปีกพักศีรษะ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสถิตย์กระทำกดลงเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงสลับกระทำต่อพื้นนั่งและแรงสลับกระทำต่อพนักพิง อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระทำต่อฐาน อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบเรื่องแรงกระแทกต่อพื้นนั่งและแรงกระแทกต่อเท้าแขน อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ เกณฑ์การทดสอบการยกปลายข้างใดข้างหนึ่งขึ้นแล้วปล่อยลงอิสระ อยู่ในระดับที่ผ่านเกณฑ์ทดสอบ ซึ่งในภาพรวมเฟอร์นิเจอร์ผ่านเกณฑ์ทดสอบ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีวัสดุเน้นเรื่อง concept ที่เน้นความแปลกใหม่ที่เพิ่มขึ้นอีก
2. ควรมีเรื่องการเปรียบเทียบกับวัสดุที่เคยมีมาแล้วเทียบเรื่องความแข็งแรง
3. ควรมีรูปแบบที่แปลกตามากกว่าที่ทำมา
4. ควรมีรูปแบบที่ดูแข็งแรงเพราะที่ทำมาดูเหมือนไม่แข็งแรง
5. ตอบโจทย์ในเรื่องความคิดด้านการไม่ยึดติดในโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ที่มีการนำตัวอักษรมาร่วมใช้ในแนวคิด
6. การออกแบบการใช้งานของเฟอร์นิเจอร์ด้านวัสดุควรหาทางสร้างความมั่นใจกับผู้ใช้งาน

บรรณานุกรม

กรมโรงงานอุตสาหกรรม. (2551). คู่มือการจัดการสารเคมีอันตรายสูง ไวนิลอะซีเตตมอนอเมอร์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

รศ.ดร.ลัดดาวัลย์ เพชรโรจน์ และ อ.อัจฉรา ชำนิประศาสน์. (2547). ระเบียบวิธีการวิจัย. กรุงเทพ: พิมพ์ดีการพิมพ์ จำกัด.

พิสณุ ฟองสี, (2554). การสร้างและพัฒนาเครื่องมือวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ : ด่านสุทธาการพิมพ์.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ภาคฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์. ม.ป.ป. **สาระน่ารู้ เอทิลีนไวนิลอะซีเตดโคโพลิเมอร์**. [Online]. เข้าถึงได้จากhttp://www.rmutphysics.com/charud/oldnews/174/13.html. สืบค้น 16 มกราคม 2553.

นิรัช สุดสังข์. (2548). ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

นวลน้อย บุญวงษ์. (2539). หลักการออกแบบ.(พิมพ์ครั้งที่1) กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

พรสนอง วงศ์สิงห์ทอง. (2545). วิธีวิทยาการวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์หนังสือแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สมศักดิ์ ชวาลาวัณย์. (2549). เซรามิก.(พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์.

สมพงษ์ กรกรรณ์. (2527). **การออกแบบกราฟฟิก**. กรุงเทพฯ : สัมพันธ์พาณิชย์.

วรรณี สหสมโชค. (2549). **ออกแบบเฟอร์นิเจอร์.** (พิมพ์ครั้งที่3). กรุงเทพมหานคร: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.

สิงห์ อินทรชูโต. (2552). Reuse, The art of reclaim. (พิมพ์ครั้งที่1) กรุงเทพมหานคร: บริษัท พาบุญมา จำกัด.

สุรชัย สิกขาบัณฑิต. (2527). **จิตวิทยา**. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.

สารคดี. (2554). ขานี้มีหัวใจ. ปีที่26. ฉบับที่312. กรุงเทพฯ : บริษัทโรงพิมพ์กรุงเทพ

อุดมศักดิ์ สารีบุตร. (2549). เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

อุดมศักดิ์ สารีบุตร. (2550). ออกแบบเฟอร์นิเจอร์. (พิมพ์ครั้งที่1). กรุงเทพมหานคร: โอ.เอส.พริ้นติ้ง เฮ้าส์.

Helen Lewis and John Gertsakis with Tim Grant Nicola Morelli and Andrew Sweatman. (2552). การออกแบบสิ่งแวดล้อม(ศูนย์ความเป็นเลิศเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม). ปทุมธานี: ศูนย์ความเป็นเลิศเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ที่เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม.

สถาบันพัฒนาอุตสาหกรรมสิ่งทอ. จำนวนโรงงานอุตสากรรมเครื่องหนังและรองเท้า ณ ช่วงเดือน มกราคม-พฤษภาคม 2558. [Online]. เข้าถึงได้จาก http://www.thaitextile.org/index.php /blog /2015/07/iutt00017

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

ภาคผนวก ข
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบสอบถาม
การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบ
และพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

คำชี้แจง

แบบวิเคราะห์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณกลุ่มตัวอย่างทุกท่านที่ให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

-

ขอแสดงความนับถือ
(อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แบบสอบถาม
การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบ
และพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัย
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

....

คำชี้แจง

1.แบบสอบถามนี้เป็นการหาข้อมูลเพื่อการวิเคราะห์ ข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ชุดนี้จะใช้เพื่อพัฒนาสรุปข้อมูล

2.โปรดแสดงความคิดเห็นของท่านลงในแบบสอบถามตรงตามความคิดเห็นของท่านมากที่สุดโดยทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน ( ) หน้าข้อความและกรอกข้อความที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

1.ด้านหน้าที่ใช้สอย

รายการ	ควรปรับปรุง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.เฟอร์นิเจอร์มีหน้าที่ใช้สอยถูกต้องตามเป้าหมายที่ตั้งไว้					
2.ขนาดของเฟอร์นิเจอร์					
3.น้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์					
4.ความสัมพันธ์กับขนาดสัดส่วนของผู้ใช้					

(นำไปใช้ในตารางที่ 6 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านหน้าที่ใช้สอย)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

....
....

2.ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

รายการ	ควรปรับปรุง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.มีความสะดวกสบายในการใช้งาน					
2.มีความสะดวกสบายการนั่ง					
3.มีความสะดวกสบายในการ เคลื่อนย้าย					
4.มีความสะดวกสบายในการติดตั้ง					
5.มีรูปแบบการใช้งานที่เข้าใจง่าย					

(นำไปใช้ในตารางที่ 7 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

....

....

3.ด้านความปลอดภัย

รายการ	ควรปรับปรุง	น้อย	ปานกลาง	มาก	มากที่สุด
1.ความปลอดภัยขณะใช้งาน					
2.ความปลอดภัยของงานไม้					
3.การทำความสะอาด					
4.การถอดชิ้นส่วนอุปกรณ์เพื่อการบำรุงรักษา					

(นำไปใช้ในตารางที่ 8 แสดงผลการประเมินความพึงพอใจในการทดลองใช้ด้านความปลอดภัย)

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

....

....

แบบสัมภาษณ์

การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบ
และพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

<u>คำชี้แจง</u>

แบบสัมภาษณ์นี้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการวิเคราะห์รวบรวมข้อมูลประกอบการทำวิจัยวัสดุและรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน ในการนี้ผู้วิจัยจึงใคร่ขอความกรุณาจากท่านโปรดได้พิจารณา และตอบคำถามทุกข้อของแบบสอบถามตามความเป็นจริง เพราะคำตอบของท่านทุกข้อมีความสำคัญยิ่งต่อการทำวิจัยในครั้งนี้

ดังนั้นผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าคงจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดี และขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่ให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีและให้ความร่วมมืออย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ
(อาณัฏ ศิริพิชญ์ตระกูล)
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการออกแบบ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร

แบบสัมภาษณ์

การใช้ประโยชน์ อีวีเอ เหลือทิ้งในอุตสาหกรรมรองเท้าเพื่อการออกแบบ และพัฒนาผลิตภัณฑ์เชิงนิเวศเศรษฐกิจ

1.สัมภาษณ์ด้านรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน

....

....

....

....

....

....

....

....

2.สัมภาษณ์ด้านการผลิตของเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน

....

....

....

....

....

....

....

....

3.สัมภาษณ์ด้านหลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้าน

....

....

....

....

....

....

ภาคผนวก ค

ผลงานวิจัยและต้นแบบงานวิจัย

ภาคผนวก ค

ภาพการเก็บข้อมูลการวิจัย

ภาพประเมินรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ

ภาพที่ ค.1 ภาพการตรวจและประเมินรูปแบบกับ คุณอาทิตย์ โลหะชาละ นักออกแบบผลิตภัณฑ์6 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ภาพที่ ค.2 ภาพการตรวจและประเมินรูปแบบกับ คุณวีรุทัย เตชางกูร นักออกแบบผลิตภัณฑ์6 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม

ภาพประเมินรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ของตกแต่งบ้านผู้ทรงคุณวุฒิด้านการผลิต

ภาพที่ ค.4 ภาพการตรวจและประเมินรูปแบบกับ คุณมุกพล ทัพขวา ผู้เชี่ยวชาญด้านการขึ้นวัสดุ

ภาพที่ ค.5 ภาพการตรวจและประเมินรูปแบบกับ คุณบุญชัย อินทรดิษฐ์ ผู้เชี่ยวชาญด้านการขึ้นรูปเฟอร์นิเจอร์ ช่างไม้ชั้น3 กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กระทรวงอุตสาหกรรม