

การออกแบบที่นั้งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์



ศิลปนิพนธ์เสนอเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์
ธันวาคม 2558
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยย่นเรศวร

SEAT WITHIN PARK FROM RECYCLED CAR TIRES

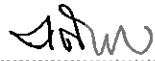
ARKKADATE DIREKSTAPORNKUN



An Art Thesis Submitted in Partial Fulfillment
of the Requirements for the Bachelor Degree of Fine and Applied Arts
in Product and Package Design
December 2015
Copyright 2015 by Naresuan University

คณะกรรมการสอบได้พิจารณาศิลปนิพนธ์เรื่องการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจารี
ไซเคิลยางรถยนต์ ของนายอรรคเดช ดิเรกสถาพรกุล แล้วเห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาศิลปกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์ ของมหาวิทยาลัยนเรศวร

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



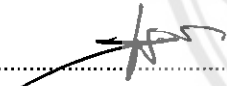
.....ประธาน

(ดร.ตติยา เทพพิทักษ์)



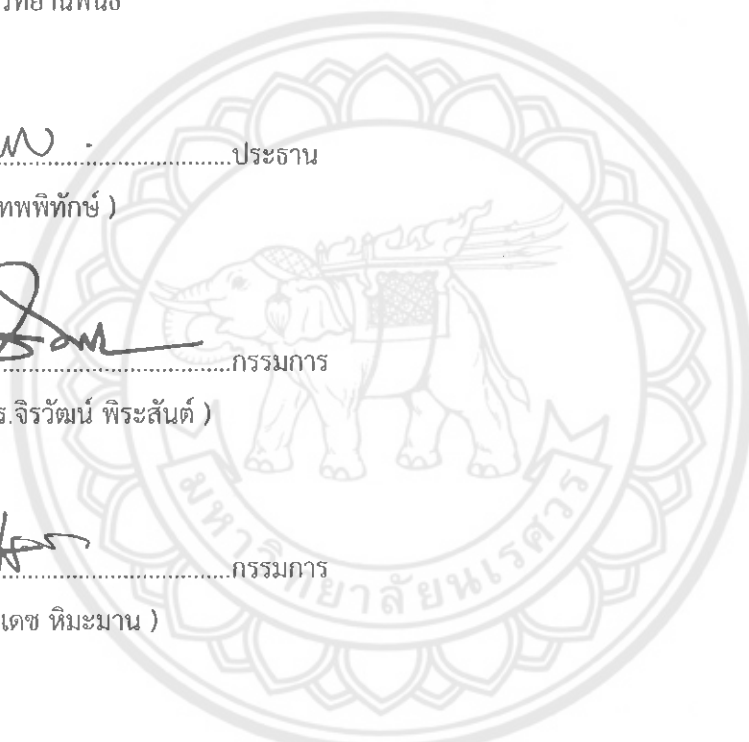
.....กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวุฒิ พิระสันต์)



.....กรรมการ

(อาจารย์ศุกเดช หิมะมาน)



ประกาศคุณูปการ

งานวิจัยฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดีเพราะได้รับการอนุเคราะห์จากผู้มีพระคุณหลายท่านที่อุตสาหะ
สละเวลาอันมีค่ายังคอยให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง
ความกรุณาเป็นอย่างยิ่งจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดน์ พิระสันต์ และ อาจารย์ศุภเดช หิมะมาน
ที่เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ทุกท่านในสาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์ที่ให้ความ
กรุณาให้คำปรึกษา และคอยแนะนำปรับแก้ไขข้อบกพร่อง ตลอดจนช่วยกระตุ้นพลังความ
ผู้วิจัยเกิดการพัฒนาด้านความคิด ที่สำคัญทำให้ผู้วิจัยเกิดความมานะ อดทน และสร้างสรรค์วิทยานิพนธ์
ฉบับนี้ให้มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณลุงจางจ้งผู้เชี่ยวชาญที่คอยให้คำปรึกษาด้านการทำเฟอร์นิเจอร์ไม้
ขอกราบขอบพระคุณ ญาติ พี่น้อง ที่เป็นแรงผลักดันวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้ประสบผลสำเร็จและ
เป็นผู้ที่คอยให้การสนับสนุนงบประมาณและให้คำปรึกษาตลอดจนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ประสบผลสำเร็จ

อรรคเดช ดิเรกสถาพรกุล



ชื่อเรื่อง	การออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์
ผู้วิจัย	อรรคเดช ดิเรกสถาพรกุล
ประธานที่ปรึกษา	ดร.ตติยา เทพพิทักษ์
กรรมการที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.จิรวัดน์ พิระสันต์ อาจารย์ศุภเดช หิมะมาน
ประเภทสารนิพนธ์	ศิลปนิพนธ์ ศป.บ. สาขาวิชาออกแบบผลิตภัณฑ์และบรรจุภัณฑ์, มหาวิทยาลัยนเรศวร, พ.ศ. 2558
คำสำคัญ	การออกแบบ ที่นั่ง สวนสาธารณะ รีไซเคิลยางรถยนต์

บทคัดย่อ

การรีไซเคิลเป็นการนำสิ่งของที่ผ่านการใช้งานแล้วมาใช้ใหม่เป็นหนึ่งในแนวความคิดที่ช่วยลดทรัพยากรที่เหลือทิ้งให้กลับมามีคุณค่าอีกครั้ง ซึ่งประโยชน์ของการรีไซเคิลมีด้วยกันหลายอย่าง อาทิเช่น ช่วยลดภาระในการกำจัดกากของเสียจากกระบวนการทางอุตสาหกรรม, ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายได้อย่างน้อยครั้งหนึ่งของค่าใช้จ่ายในการสื่อสารเคมีใหม่ เพราะสามารถใช้ผลิตภัณฑ์, ช่วยรัฐประหยัดเงินตรา เพราะเคมีภัณฑ์ส่วนใหญ่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ, ช่วยให้การจัดเก็บของเสียมีระเบียบ จนสามารถสร้างวัฒนธรรมใหม่ให้เกิดขึ้นในสังคมไทย, ช่วยลดปัญหาในการจัดหาพื้นที่สำหรับการฝังกลบ และลดปริมาณมลพิษที่เกิดจากการเผาไหม้กาก ช่วยให้เกิดความตระหนักในการใช้ทรัพยากรของโลกด้วยความประหยัดและคุ้มค่า

ซึ่งการวิจัยนี้มีแนวความคิดข้อมูลพื้นฐานประกอบไปด้วย พฤติกรรมของผู้ใช้, สรีระของผู้ใช้, ความแข็งแรงคงทน, ปลอดภัย, รูปแบบที่นั่งที่เหมาะสมกับสวนสาธารณะ, การรีไซเคิลวัสดุยางรถยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้ว, จนนำไปสู่ประเด็นของการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาสู่การวิเคราะห์ในการออกแบบ วิธีที่ใช้ในการวิจัยคือ การวิเคราะห์จากประเด็นของการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องเพื่อนำไปตอบวัตถุประสงค์ของการวิจัยได้อย่างครบถ้วน

จากผลการวิเคราะห์จากการศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้อง สามารถสรุปได้ว่าพฤติกรรมการใช้งานภายในสวนสาธารณะของผู้ใช้นั้นส่วนใหญ่จะนั่งพักผ่อนภายในที่นั่งต่างๆ วัสดุที่นำมาใช้คือ ไม้ชนิดไม้เนื้อแข็ง เพราะมีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน และวัสดุหลักคือยางรถจักรยานยนต์ที่ผ่านการใช้งานแล้วเหมาะกับการใช้งานในที่กลางแจ้ง และสามารถเข้ากับวัสดุไม้ได้เป็นอย่างดี

สารบัญ

บทที่

หน้า

1. บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย.....	4
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	4
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	4
การดำเนินการผลิตต้นแบบ.....	5
กรอบแนวความคิดในการวิจัย.....	5
ขอบเขตการวิจัย.....	6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	7
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	8
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการออกแบบ.....	9
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเฟอร์นิเจอร์.....	20
เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องวัสดุและกรรมวิธีการผลิต.....	26
3. วิธีดำเนินการวิจัย.....	65
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	67
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	67
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	67
การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	67
4. ผลงานวิจัย.....	68
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	68
ดำเนินงานวิจัย.....	72

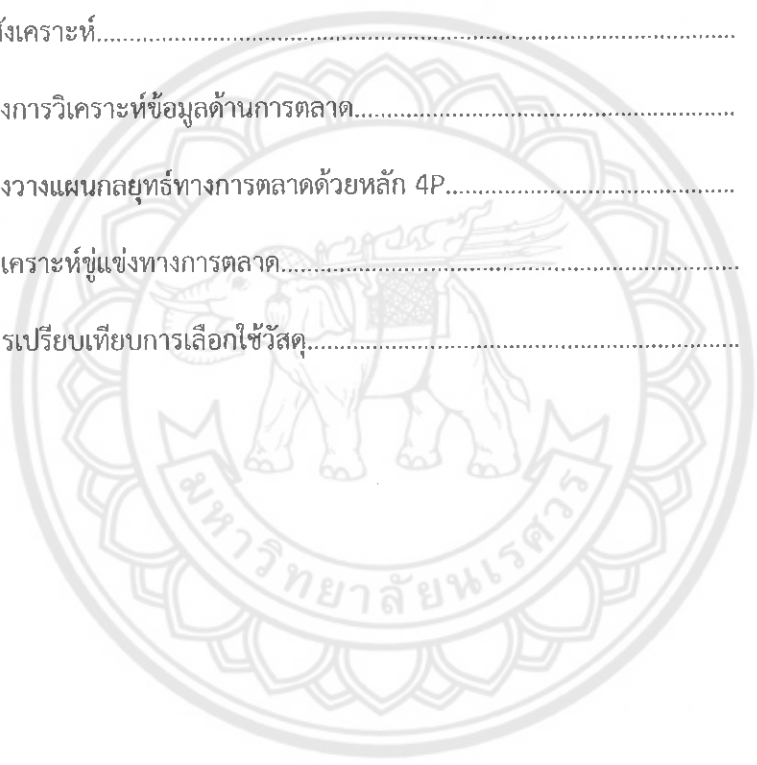
สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
5. บทสรุป.....	80
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	80
สรุปผลการวิจัย.....	80
ข้อเสนอแนะ.....	82
บรรณานุกรม.....	83
ภาคผนวก.....	84
ประวัติผู้วิจัย.....	87



สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการหดตัวของชนิดไม้.....	36
ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงชนิดและโครงสร้างของโมโนเมอร์ที่สำคัญในการสังเคราะห์ยาง... ยางสังเคราะห์.....	54
ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของยางคงรูประหว่างยางธรรมชาติกับ ยางสังเคราะห์.....	55
ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการตลาด.....	69
ตารางที่ 4.2 ตารางวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดด้วยหลัก 4P.....	70
ตารางที่ 4.3 การวิเคราะห์คู่แข่งทางการตลาด.....	71
ตารางที่ 4.4 ผังการเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ.....	71



สารบัญภาพ

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงตัวอย่างเก้าอี้ม้านั่ง.....	24
ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงตัวอย่างเก้าอี้ม้านั่ง.....	25
ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างไม้.....	27
ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงการหาค่าความชื้นของไม้.....	35
ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงการขนส่งไม้โดยไม่ต้องมีหุ่นช่วยในการลอยตัว.....	35
ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงการเสียรูปจากการหดตัว.....	37
ภาพที่ 3.5 ภาพการทดลองหาค่ากลสมบัติของไม้.....	38
ภาพที่ 3.6 ภาพการทดลองหาค่ากลสมบัติของไม้.....	38
ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงไฮฟาของรา ซึ่งแทรกเข้าไปทำอันตรายตามเซลล์ไม้.....	40
ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงการอัดพลาสติก.....	40
ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมแล้วตัวการทำอันตรายไม้.....	41
ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงการอบและนึ่งไม้.....	42
ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงการอัดร้อนไม้.....	42
ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงไม้แช่น้ำยา.....	43
ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงการฟานไม้เป็นไม้อัด.....	45
ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงการใช้ไม้บางประกอบเป็นประตูพื้นเรียบ.....	46
ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงขั้นตอนในการผลิตแผ่นไม้อัด.....	47
ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์.....	49
ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงช่างชักลากไม้แบบติดคู่.....	50
ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงช่างชักลากไม้แบบติดสร้อย.....	50
ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงช่างชักลากไม้แบบติดเทียม.....	51
ภาพที่ 3.20 ภาพแสดงสูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ.....	52
ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงตัวอย่างยางรถยนต์.....	56
ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงขั้นตอนการตีวัลคาไนซ์เศษยางด้วยสารดีลิ่งค์.....	57
ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของยางล้อ.....	60
ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงกระบวนการผลิตยางล้อรถยนต์.....	61
ภาพที่ 3.25 ภาพแสดงตัวเลขค่ายางรถยนต์.....	62
ภาพที่ 3.26 ภาพแสดงตัวเลขอัตราส่วนยาง.....	63
ภาพที่ 3.27 ภาพแสดงตัวเลขเส้นผ่านศูนย์กลางล้อ.....	63

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพ	หน้า
ภาพที่ 4.1 แสดง Design brief ครั้งที่ 1.....	72
ภาพที่ 4.2 แสดง Design brief แบบที่ 2.....	72
ภาพที่ 4.3 แสดง Sketch ครั้งที่ 1.....	73
ภาพที่ 4.4 แสดง Sketch ครั้งที่ 2.....	73
ภาพที่ 4.5 แสดงโมเดลตัวอย่างต้นแบบ.....	74
ภาพที่ 4.6 แสดง 3D Perspective ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ.....	74
ภาพที่ 4.7 แสดง 3D Perspective ด้านหลังที่นั่งสาธารณะ.....	75
ภาพที่ 4.8 แสดง 3D Perspective ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ.....	75
ภาพที่ 4.9 แสดง 3D Perspective ด้านหลังที่นั่งสาธารณะ.....	76
ภาพที่ 4.10 แสดง 3D ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ.....	76
ภาพที่ 4.11 แสดง 3D ด้านข้างที่นั่งสาธารณะ.....	77
ภาพที่ 4.12 แสดง 3D ด้านบนที่นั่งสาธารณะ.....	78
ภาพที่ 4.12 แสดงการเขียนแบบของที่นั่งสาธารณะ.....	78
ภาพที่ 4.13 แสดงผลงานจริง.....	79
ภาพที่ 4.14 แสดงผลงานจริงขณะใช้งาน.....	79

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ยางรถยนต์เป็นผลผลิตจากธรรมชาติ ดังนั้นจึงสามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ อย่างไรก็ตาม การย่อยสลายทางชีวภาพดังกล่าวไม่จัดว่าเป็นการรีไซเคิลเพราะกระบวนการดังกล่าวต้องใช้เวลาอย่างมาก ในปีพ.ศ. 2554 มีการประมาณการว่ามียางรถยนต์ที่ต้องทิ้งในแต่ละปีมากถึง 280 ล้านเส้น และมีปริมาณสะสมจากอดีตถึงปัจจุบัน 2-3 พันล้านเส้น เฉพาะประเทศสหรัฐอเมริกา ส่วนสหภาพยุโรปในปี 1999 มียางรถยนต์เก่าสะสมอยู่ 2.2 ล้านเส้น ประเทศไทยมียางเก่าเกิดขึ้น 56.7-170 ล้านเส้น (ที่มา : Siam Global Lubricant, ตุลาคม, 2554, ฉบับที่9)

สมัยก่อนได้มีความพยายามที่จะรีไซเคิลยางกันมาก เนื่องจากการเพิ่มปริมาณของยางล้อรถเก่า ถูกพิจารณาให้เป็นปัญหาสำคัญต่อสิ่งแวดล้อมในระยะยาว นี่เป็นเหตุผลว่าทำไมในสหภาพยุโรปจึงไม่อนุญาตให้ทั้งยางล้อเก่าอีกต่อไปโดยเริ่มตั้งแต่ พ.ศ. 2546 เป็นต้นไป นโยบายนี้ได้ทำให้ผู้คนให้ความสนใจเกี่ยวกับงานวิจัยทางด้านคาร์รีไซเคิลผลิตภัณฑ์ยาง เนื่องจากองค์ประกอบหลักของยางล้อคือยางธรรมชาติ ดังนั้นการนำยางธรรมชาติกลับมาใช้ใหม่จึงกลายเป็นประเด็นหลักที่ผู้คนให้ความสนใจ

ยางรถยนต์นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภท 1.ยางธรรมชาติ 2.ยางสังเคราะห์ เหตุที่มีการผลิตยางสังเคราะห์ขึ้นมาเนื่องจากในปัจจุบันลำพียงยางธรรมชาติอย่างเดียวไม่สามารถทำให้มีการผลิตยางรถยนต์ออกมาเพียงพอต่อการใช้งาน อันเนื่องมาจากเนื่องจากมีข้อจำกัดคือทนอุณหภูมิได้แค่ 70 องศาเซลเซียสและไม่สามารถทนต่อน้ำมันบางประเภทได้ดังนั้นจึงต้องมีการผลิตยางออกมาเป็นยางสังเคราะห์ ด้วยการใส่ส่วนผสมต่างๆให้มีคุณสมบัติดีขึ้นเหมาะแก่การใช้งานเช่น 1.สารที่ทำให้ยางคงรูป (Vulcanizing Agent) ใส่เพื่อให้สถานะของยางอยู่สถานะยืดหยุ่นได้ กลุ่มนี้ได้แก่ กำมะถัน 2.สารป้องกันยางเสื่อมสภาพ (Protective Agent) สารกลุ่มนี้ได้แก่ สารโอโซน 3.สารช่วยในกระบวนการผลิต เช่น น้ำมัน ช่วยให้ง่ายที่ทำการผสมมีคุณสมบัตินุ่มนวล 4.สารอื่น ๆ เช่น สารที่ทำให้ยางฟู หรือใส่ให้ยางมีสีต่าง ๆ

ปัจจุบันนี้มีการนำผลิตภัณฑ์ยางรถยนต์ที่ใช้แล้วมารีไซเคิลด้วยวิธีการต่างๆ เช่น การนำผลิตภัณฑ์หรือบางส่วนของผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่ เช่น การหล่อดอกยางใหม่, การรีเคลมหลังจากการบดผลิตภัณฑ์การย่อยสลายผลิตภัณฑ์, การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการเผาไหม้เพื่อให้ได้พลังงานกลับคืนมา อย่างไรก็ตามในกระบวนการต่างๆจำเป็นต้องมีกระบวนการผลิตที่ถูกรื้อ อาทิเช่น การนำผลิตภัณฑ์ไปใช้เป็นวัตถุดิบสำหรับการเผาไหม้เพื่อให้ได้พลังงานกลับคืนมาหากมีกระบวนการผลิตที่ผิดวิธีจะก่อให้เกิดผลเสียต่อร่างกายอันจากการเผาไหม้ยางรถยนต์ ดังนี้ 1.แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CARBON MONOXIDE) หากได้รับอันตรายเกิน 0.16% ทำให้หมดสติภายใน 2 ชั่วโมง ถ้ามีอยู่ 1.26% จะหมดสติภายใน 1 ถึง 3 นาที และอาจถึงชีวิตได้ 2.แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ (CARBON DIOXIDE) ไม่ก่ออันตรายแก่ร่างกายโดยตรง ถ้าแก๊สมีความเข้มข้นในอากาศเกิน 5.0% โดยปริมาตร จะมีอันตราย

และทำให้ผู้สูดดมหมดสติได้ 3.แก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ (HYDROGEN CYANIDE) หากมีส่วนผสมในอากาศ 100 ppm มีผลทำให้ผู้สูดดมหมดสติและเสียชีวิตได้ในเวลา 30-60 นาที 4.แก๊สไฮโดรเจนซัลไฟด์ (HYDROGEN SULFIDE) เพียงได้รับ 400- 700 ppm นาน 30-60 นาที ทำให้เสียชีวิต 5.แก๊สซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SULFUR DIOXIDE) เพียง 150 ppm. ในอากาศก็ทำให้เสียชีวิตในเวลา 30-60 นาที 6.แก๊สแอมโมเนีย (AMMONIA) มีกลิ่นฉุนรุนแรง ทำให้เกิดความรำคาญ และทำลายเนื้อเยื่อ 7.ออกไซด์ของแก๊สไนโตรเจน (OXIDE OF NITROGEN) ปริมาณ 100 ppm ในอากาศทำให้เสียชีวิตได้ใน 30 นาที 8.เขม่าและควันไฟ (SOOT AND SMOKE) คือทำให้ผู้ป่วยสำลัก ดังนั้นการรีไซเคิลจึงจำเป็นต้องมีการผลิตภายในโรงงานที่ได้มาตรฐานเพื่อไม่ก่อผลเสียต่อตนเองและผู้อื่น

(ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/359366>)

หลายปีที่ผ่านมา ได้มีการศึกษากันอย่างจริงจังเกี่ยวกับการรีไซเคิลยางด้วยวิธีต่างๆ จึงส่งผลให้ปัญหาต่างๆ หลุดหายไปมาก อย่างไรก็ตามกระบวนการที่มีการพัฒนาขึ้นมาขึ้นเกือบทุกกระบวนการล้วนประสบกับปัญหาอื่นๆ ตามมา เช่น ปัญหาในเรื่องของการนำไปสู่เชิงพาณิชย์ (ราคาของผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการรีไซเคิลยังไม่สามารถแข่งขันได้กับวัสดุใหม่) และ/หรือปัญหาทางสิ่งแวดล้อมเป็นที่ชัดเจนว่าการนำผลิตภัณฑ์กลับมาใช้ใหม่เป็นเพียงการเลื่อนปัญหาออกไปในอนาคตเท่านั้นเองเพราะว่าสุดท้ายแล้วคุณภาพที่เลวร้ายจะทำให้ผลิตภัณฑ์ไม่เป็นที่ยอมรับส่วนการนำผลิตภัณฑ์ยางไปเผาไหม้ก็ถือเป็นทางเลือกที่เลวร้ายที่สุดท้ายซึ่งอาจจะถูกพิจารณาว่าเป็นการสูญเสียวัสดุที่มีค่าไป จากมุมมองนี้กรณีของยางธรรมชาติเป็นสิ่งที่น่าสงสัยมาก ทำไมผู้คนจึงเห็นว่าการเผาไหม้ของน้ำมันพืชและเอทานอลซึ่งได้มาจากอ้อย(เมื่อนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงสำหรับเครื่องยนต์) จึง “เป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม” แต่การเผาไหม้ของยางธรรมชาติซึ่งก็คือเป็นผลิตภัณฑ์จากพืชเช่นกันกลับเป็นสิ่งที่น่ารังเกียจสถานการณ์ที่แปลกอันหนึ่งก็คือ ก่อนที่ผลิตภัณฑ์ยางนั้นจะถูกนำมาเผาเพื่อให้เกิดเป็นแหล่งพลังงานผลิตภัณฑ์เหล่านั้นส่วนใหญ่จะผ่านการใช้งานมาอย่างยาวนานและคุ้มค่าแล้วดังนั้นจึงดูเหมือนว่าสำหรับเวลานี้เราต้องเลือก 2 วิธี คือ การรีเคลมและการย่อยสลายการรีเคลมนั้นจะเริ่มต้นด้วยการนำผลิตภัณฑ์ไปบดให้ละเอียดด้วยเครื่องบด ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้วิธีการผ่านยางเข้าไปในโม่ที่หมุนด้วยความเร็วสูงหรืออาจใช้วิธีการทุบให้ละเอียด ต่อมาก็จะเติมสารที่ทำให้นิ่ม (softeners) และสารเคมีที่ช่วยในการรีเคลม (reclaiming chemicals) ลงไปจากนั้นก็ให้ความร้อน หลังจากขั้นตอนการรีเคลม โครงสร้างร่างแห 3 มิติของยางจะถูกทำลายและยางก็จะมีน้ำหนักโมเลกุลลดลง ปัจจุบันได้มีการพัฒนากระบวนการต่างๆ ขึ้นมามากมายสำหรับการรีเคลมหรือการย่อยสลาย บางกระบวนการค่อนข้างที่จะเก่า คือ มีวิธีการแบบง่ายๆ ส่วนกระบวนการที่ใหม่นั้นก็มักจะมีวิธีการที่ซับซ้อน ซึ่งกระบวนการใหม่ล่าสุดเท่าที่ทราบคือกระบวนการที่ได้รับการจดสิทธิบัตรเมื่อปี พ.ศ. 2542 อย่างไรก็ตาม กระบวนการที่พัฒนาขึ้นมาทั้งหมดนี้ล้วนแล้วแต่มีปัญหาเฉพาะตัวทั้งสิ้นบางกระบวนการก็ประสบปัญหาความแปรปรวนของยางในแต่ละแบ็ทซ์ที่นำมาใช้ บางกระบวนการก็ประสบกับปัญหาของเสียที่เกิดจากกระบวนการหรือบางกระบวนการก็ประสบกับปัญหาสิ่งแวดล้อม หรือปัญหาเกี่ยวกับความปลอดภัยเนื่องจากมีการใช้สารเคมีที่เป็นพิษรวมถึงอันตรายจากไฟไหม้ เป็นต้น แม้ว่ายางธรรมชาติจะสามารถนำมารีไซเคิลได้ง่ายกว่ายางสังเคราะห์

หากมองในเชิงธุรกิจปัจจุบันโลกกำลังให้ความสนใจกับเรื่องสิ่งแวดล้อม (eco design) ทำให้กระแสการใช้วัสดุรีไซเคิลมีเพิ่มมากขึ้นเนื่องจากผู้คนเริ่มตระหนักถึงปัญหาสิ่งแวดล้อมในปัจจุบัน อีกทั้งการที่ผู้บริโภคหันมาบริโภควัสดุรีไซเคิลยังเป็นการช่วยส่งเสริมบุคลิกของตัวผู้ซื้อว่าเป็นผู้ใส่ใจสิ่งแวดล้อม ผู้ประกอบการจึงเริ่มหันมาผลิตผลิตภัณฑ์จากวัสดุรีไซเคิล ซึ่งช่วยลดต้นทุนการผลิตและช่วยส่งเสริมภาพลักษณ์ขององค์กร อีกทั้งยังเพิ่มมูลค่าของผลิตภัณฑ์นั้นๆ อาทิเช่น บริษัท The REMAKER ด้วยการออกแบบผลิตภัณฑ์จากการนำวัสดุเหลือใช้กลับมาเป็นงานดีไซน์ที่สร้างประโยชน์อีกครั้ง โดยดีไซน์ของวัสดุที่มีรูปร่างและขนาดต่างกันมาจัดกระบวนการใหม่ให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่น่าสนใจ จนเป็นดีไซน์ที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัว นอกจากนี้ ทางบริษัท Nike ยังมีการนำเม็ดยางที่ผลิตจากวัสดุรีไซเคิลจากรองเท้ากีฬาเก่ารวมทั้งเศษวัสดุที่ถูกตัดทิ้งในกระบวนการผลิตรองเท้า เม็ดยางที่ผลิตขึ้นมานี้มีชื่อว่า Nike Grind จะถูกนำไปใช้ทำพื้นเพื่อใช้ปูต่างๆ อย่าง สนามฟุตบอล, คอร์ทเทนนิส, สนามบาสเกตบอล

การนำวัสดุรีไซเคิลมาทำที่นั่งภายในสวนสาธารณะที่คนสามารถใช้งานได้ ช่วยเพิ่มมูลค่าให้แก่วัสดุเหลือใช้ อีกทั้งยังเป็นการช่วยแก้ปัญหาวัสดุประเภทยางที่มีอยู่มากในปัจจุบัน นอกจากนี้ยังเป็นการปลูกจิตสำนึกให้แก่ผู้บริโภคให้ใส่ใจถึงสิ่งแวดล้อม ยางรถยนต์ยังเป็นวัสดุที่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและมีความทนทานมาก สามารถนำไปใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ต่างๆ ได้มากมาย อย่างเช่น โต๊ะสำหรับใช้งานภายในห้องนั่งเล่น, เก้าอี้สำหรับนั่ง, ชั้นวางของ, ของตกแต่งภายในบ้าน เป็นต้น

ผู้วิจัยสนใจในการออกแบบ สร้างชิ้นงานที่เกี่ยวข้องกับการใช้สอยในชีวิตประจำวันแน่นอนว่า จะต้องมีการศึกษา และวิเคราะห์ให้ละเอียดถี่ถ้วน รวมถึงขั้นตอนการผลิต นอกจากเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมสำหรับสรีระของมนุษย์แล้ว การให้ความสำคัญต่อพื้นที่ใช้สอยภายในที่พักอาศัยก็มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่ากัน ในการออกแบบจำเป็นต้องคำนึงขนาดสรีระของผู้ใช้ ความเหมาะสมกับจำนวนผู้ใช้ ความปลอดภัย แม้จะเป็นวัสดุที่ผ่านการใช้งานแล้ว ความสะอาดก็เป็นอีกเรื่องที่ต้องให้ความสำคัญเพราะยางนั้นอาจมีกลิ่นที่ไม่พึงประสงค์ต่อตัวผู้ซื้อจึงจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดและทำการฆ่าเชื้อให้เรียบร้อย หากตัวยางในรถก็ต้องมีการกำจัดคราบสนิม โคลนให้เรียบร้อยก่อนการผลิต เพื่อให้คราบเหล่านั้นอาจมาเปื้อนกับเสื้อผ้าของผู้ใช้งานได้ รวมถึงมีการดีไซน์ที่ทันสมัยและดูสวยงาม เนื่องจากเป็นวัสดุรีไซเคิล เมื่อคิดและออกแบบมาจะต้องสามารถนำไปใช้งานได้จริง นอกจากนี้ยังต้องเป็นส่วนช่วยในการปลูกจิตสำนึกต่อตัวผู้ซื้อให้ใส่ใจต่อสิ่งแวดล้อม และต้องความพึงพอใจแก่ผู้ใช้งาน

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

การวิจัยเรื่องการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์โดยเป็นการการออกแบบที่มีจุดประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษาเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งภายในสวนสาธารณะ
2. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งให้เหมาะสมต่อขนาดและสรีระศาสตร์ของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ
3. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งที่สามารถตอบสนองกิจกรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. การจดบันทึกรวบรวมข้อมูล เพื่อเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์ภายหลัง
2. การสำเนาเอกสารเพื่อเก็บข้อมูล เป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์ภายหลัง
3. การถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลภาพ เป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลสำหรับนำไปวิเคราะห์ภายหลัง
4. อินเทอร์เน็ต (Internet) เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านทางอินเทอร์เน็ต มีความรวดเร็ว ข้อมูลมีหลากหลาย อินเทอร์เน็ตจึงเป็นประโยชน์ต่อการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ในภายหลัง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในการศึกษาดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุรีไซเคิลจากยางรถยนต์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบที่นั่ง
2. อธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษารั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาวัสดุประเภทยางรถยนต์ทั้งยางในและยางนอก โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมาย

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะ โดยศึกษาข้อมูลนำผลการวิเคราะห์ มากำหนดรูปแบบในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยใช้วัสดุประเภทยางรถยนต์ ทำการออกแบบและร่างแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะโดยใช้วัสดุประเภทยางรถยนต์ ที่ได้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่นึ่งจากรีไซเคิลยางรถยนต์

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการประเมินผล ชิ้นงาน ที่นึ่งจากรีไซเคิลยางรถยนต์ โดยผู้บริโภคร่วมกับการใช้แบบสอบถาม

การดำเนินการผลิตต้นแบบ

การดำเนินการผลิตชิ้นงานจริงจากรีไซเคิลยางรถยนต์ได้กำหนดกระบวนการผลิตไว้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์แบบร่างสู่กระบวนการผลิตตามความเหมาะสมของชิ้นงานนั้นๆ

ขั้นตอนที่ 2 เลือกวัสดุที่เหมาะสม ตรงตามแบบที่กำหนดไว้

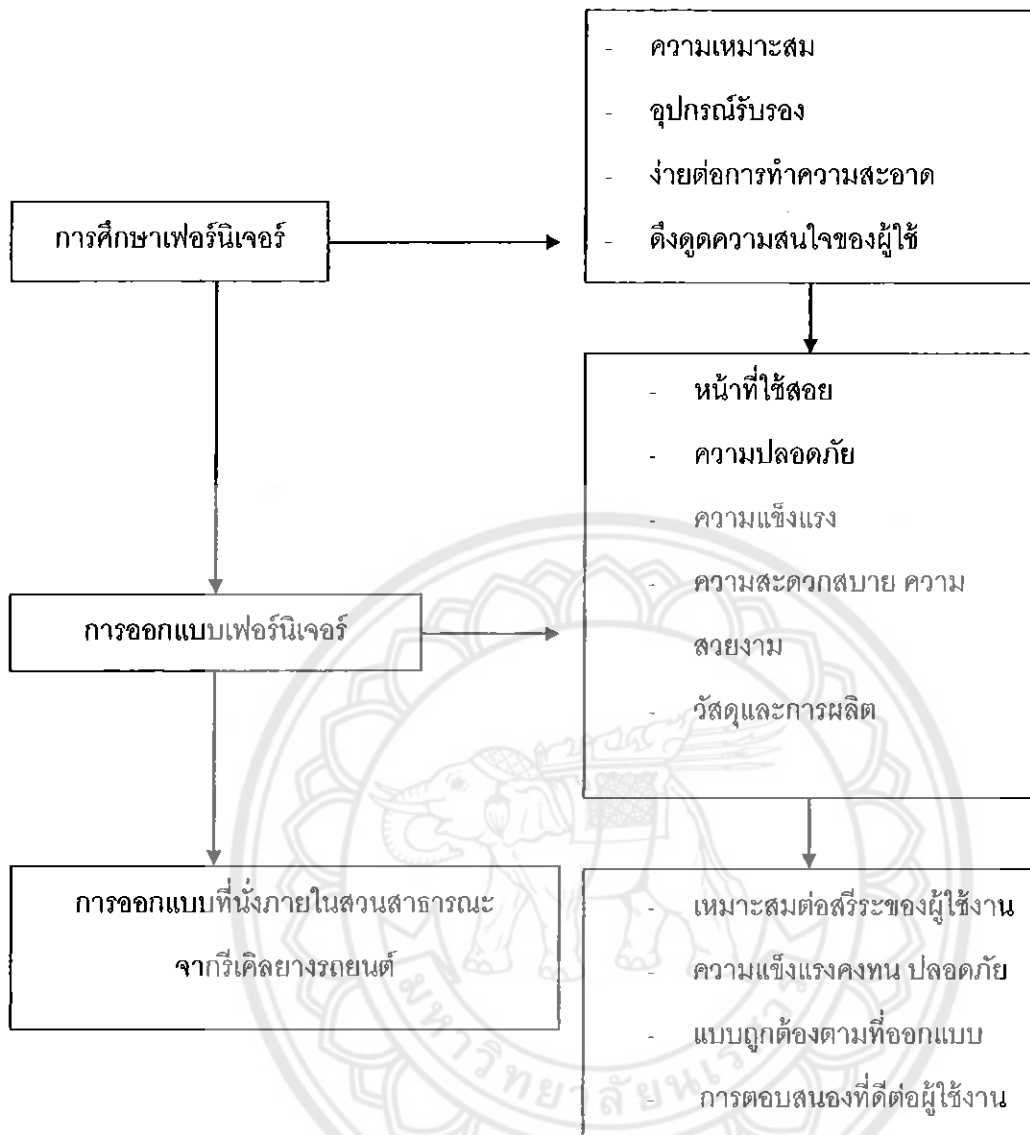
ขั้นตอนที่ 3 สร้างตัวชิ้นงาน ซึ่งในที่นี้จะใช้การขึ้นรูปด้วยมือ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของชิ้นงานนั้นๆ ตามขั้นตอนของกระบวนการผลิต

ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบชิ้นงานและความเรียบร้อย

ขั้นตอนที่ 5 ตรวจสอบผลชิ้นงานวิจัย เมื่อสร้างชิ้นงานจริงจากแบบผลงานจำนวน 5 ชิ้นแล้วจึงนำผลงานจริงไปสำรวจความคิดเห็นจากผู้ใช้งานจริง โดยใช้แบบสอบถามประเมินประสิทธิภาพและสรุปที่ได้อีกครั้ง

กรอบแนวความคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้ออกแบบมีวัตถุประสงค์ที่ต้องการสร้างเฟอร์นิเจอร์ที่มีความเหมาะสมภายในสวนสาธารณะมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ เป็นเฟอร์นิเจอร์สามารถมีประโยชน์ต่อผู้ใช้และอยู่ในที่พักผ่อน มีการใช้แนวคิดจากการศึกษาพฤติกรรมของมนุษย์เพื่อนำมาวิเคราะห์และสร้างชิ้นงานที่จะสามารถลดปัญหาต่างๆภายในบ้าน ทำให้มนุษย์ใช้งานได้อย่างสงบสุข โดยคำนึงถึงปัจจัยที่สำคัญต่างๆมากมายที่จะส่งผลต่อรูปแบบ และคุณภาพงานที่ก่อให้เกิดความพึงพอใจและตอบใจของกลุ่มผู้ใช้เฟอร์นิเจอร์ภายในบ้าน แสดงเป็นกรอบแนวคิดได้ดังนี้



ตารางที่ 1 แสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะ กรณีศึกษา เป็นการออกแบบเพื่อประโยชน์ต่อผู้ใช้ และมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่ภายในสวนสาธารณะเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

2. ขอบเขตด้านการเนื้อหา

2.1 ขอบเขตด้านคุณสมบัติด้านการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิล ยางรถยนต์

- ที่นั่งที่มีความเหมาะสมภายในสวนสาธารณะโดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ชีวิตของผู้ใช้
- เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ช่วยสร้างจิตสำนึกในการใช้วัสดุรีไซเคิลต่อผู้คนที่พบเห็น

2.2. ขอบเขตด้านกระบวนการผลิตที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์

- รูปแบบและโครงสร้างการออกแบบ
- การเลือกใช้วัสดุ
- ดำเนินการผลิต
- ตรวจสอบคุณภาพและการใช้งาน

3. ขอบเขตด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในส่วนต่างๆเพื่อกระบวนการออกแบบดังนี้

- หน้าที่ใช้สอย
- ความปลอดภัย
- ความแข็งแรง
- ความสะดวกสบายในการใช้
- ความสวยงาม
- วัสดุและการผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์โดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ ประกอบด้วย

- ที่นั่งภายในสวนสาธารณะ

1 ชุด

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้ทราบถึงปัญหาข้อจำกัดของการใช้ที่นั่งภายในสวนสาธารณะ
2. ได้ที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ที่เหมาะสมแก่ผู้ใช้งาน
3. ทำให้ทราบถึงกระบวนการผลิตที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การออกแบบ หมายถึง การคิดผลงานที่มีความเหมาะสม และอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน
2. ที่นั่งสาธารณะ หมายถึง ที่นั่งหรือที่สำหรับนั่งพักผ่อนเพื่อประชาชนทั่วไปเป็นของส่วนรวม โดยประชาชนสามารถนั่งพักพิงได้ร่วมกัน ที่นั่งสาธารณะจะมีตามพื้นที่สาธารณะต่างๆซึ่งประโยชน์ก็คือใช้เป็นที่นั่ง



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารหรือการทบทวนวรรณกรรม ก็เพื่อกำหนดกรอบแนวคิดสำหรับการวิจัยโดยผู้วิจัยได้ศึกษาและวิเคราะห์เอกสาร ตำรา บทความทางวิชาการ และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับตัวงานผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ โดยครอบคลุมเนื้อหา ดังนี้

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องการออกแบบ
 - 1.1 ความหมายของการออกแบบ
 - 1.2 องค์ประกอบของการออกแบบ
 - 1.3 หลักในการออกแบบ
2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเฟอร์นิเจอร์
 - 2.1 ความหมายของเฟอร์นิเจอร์
 - 2.2 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์
 - 2.3 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้ทันสมัย
 - 2.4 การออกแบบเก้าอี้มานั่ง
3. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องวัสดุและกรรมวิธีการผลิต
 - 3.1 วัสดุในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์
 - 3.2 วัสดุยางรถยนต์

1. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ

การออกแบบมีอิทธิพลต่อโลกในปัจจุบันนี้มาก ไม่ว่าสิ่งใด ๆ ในโลกล้วนเกิดขึ้นจากฝีมือมนุษย์ การเปลี่ยนแปลงรูปทรงของธรรมชาติให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมกับการใช้งาน ความสะดวกสบาย และทางด้านจิตใจเป็นความต้องการของมนุษย์อย่างไม่มีขีดจำกัดมนุษย์ต้องการสิ่งใหม่ๆ อยู่เสมอจึงเกิดแรงผลักดันให้เกิดการสร้างสรรคผลิผลงานต่างๆอย่างต่อเนื่อง เมื่อเราพิจารณาสิ่งต่างๆ รอบตัวเราจะสังเกตได้ว่า แต่ละสิ่งนั้นล้วนมีการจัดการทั้งสิ้น เช่น บ้านที่พักอาศัย มนุษย์รู้จักการนำวัสดุท้องถิ่นมาประกอบเป็นที่พักอาศัย หลบแดด ฝน หรือเพื่อความเป็นส่วนตัว จนกลายมาเป็นปัจจัยหนึ่งในสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตและมีวิวัฒนาการ

ผลิตภัณฑ์ต่างๆก็เช่นเดียวกันย่อมมีวิวัฒนาการแปรเปลี่ยนตามไปด้วย เราจึงพบเห็นสิ่งอำนวยความสะดวกและเพิ่มความสุขทางกายใจมากยิ่งขึ้นดังเช่นทุกวันนี้

1.1 ความหมายของการออกแบบ

ความหมายของการออกแบบ การออกแบบ คืออะไร ซึ่งความหมายของคำว่า "ออกแบบ" นั้น ถูกให้คำนิยาม หรือคำจำกัดความ ไว้หลายรูปแบบมากมาย ตามความเข้าใจ การตีความหมาย และการสื่อสารออกมาด้วยตัวอักษรของแต่ละคน

- การออกแบบ หมายถึง การรู้จักวางแผนจัดตั้งขั้นตอน และรู้จักเลือกใช้วัสดุวิธีการเพื่อทำตามที่ต้องการนั้น โดยให้สอดคล้องกับลักษณะรูปแบบ และคุณสมบัติของวัสดุแต่ละชนิด ตามความคิดสร้างสรรค์ และการสร้างสรรค์สิ่งใหม่ขึ้นมา เช่น การจะทำโต๊ะขึ้นมาซักหนึ่งตัว เราจะต้องวางแผนไว้เป็นขั้นตอน โดยต้องเริ่มต้นจากการเลือกวัสดุที่จะใช้ในการทำโต๊ะนั้นว่าจะใช้วัสดุอะไรที่เหมาะสมในการยึดต่อระหว่างจุดต่าง ๆ นั้นควรใช้ กาว ตะปู สกรู หรือใช้ข้อต่อแบบใดรู้ถึงวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งาน ความแข็งแรงและการรองรับน้ำหนักของโต๊ะสามารถรองรับได้มากน้อยเพียงใด สีสนควรใช้สีอะไรจึงจะสวยงาม เป็นต้น

- การออกแบบ หมายถึง การปรับปรุงแบบ ผลงานหรือสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่แล้วให้เหมาะสม และดูมีความแปลกใหม่ขึ้น เช่น โต๊ะที่เราทำขึ้นมาใช้ เมื่อใช้ไปนานๆ ก็เกิดความเบื่อหน่ายในรูปทรง หรือสี เราก็จัดการปรับปรุงให้เป็น รูปแบบใหม่ให้สวยกว่าเดิม ทั้งความเหมาะสม ความสะดวกสบายในการใช้งาน ยังคงเหมือนเดิมหรือดีกว่าเดิม เป็นต้น

- การออกแบบ หมายถึง การรวบรวมหรือการจัดองค์ประกอบทั้งที่เป็น 2 มิติ และ 3 มิติ เข้าด้วยกันอย่างมี หลักเกณฑ์การนำองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดรวมกันนั้นผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงประโยชน์ในการใช้สอยและความสวยงาม อันเป็นคุณลักษณะสำคัญของการออกแบบเป็นศิลปะของมนุษย์เนื่องจากการสร้างค่านิยมทางความงาม และสนองคุณประโยชน์ทางกายภาพให้แก่มนุษย์ด้วย

- การออกแบบ หมายถึง กระบวนการที่สนองความต้องการในสิ่งใหม่ๆ ของมนุษย์ ซึ่งส่วนใหญ่เพื่อการดำรงชีวิตให้อยู่รอดและสร้างความสะดวกสบายมากยิ่งขึ้น

- การออกแบบ (Design) คือศาสตร์แห่งความคิด และต้องใช้ศิลปะร่วมด้วย เป็นการสร้างสรรค์ และการแก้ไขปัญหาที่มีอยู่ เพื่อสนองต่อจุดมุ่งหมาย และนำกลับมาใช้งานได้ที่น่าพอใจ ความน่าพอใจนั้นแบ่งออกเป็น 3 ข้อหลักๆ ได้ดังนี้

1. ความสวยงาม เป็นสิ่งแรกที่เราได้สัมผัสก่อน คนเราแต่ละคนต่างมีความรับรู้เรื่อง ความสวยงาม กับความพอใจ ในทั้ง 2 เรื่องนี้ไม่เท่ากัน จึงเป็นสิ่งที่แตกต่างกันอย่างมาก และไม่มีเกณฑ์ ในการตัดสินใดๆ เป็นตัวที่กำหนดอย่างชัดเจน ดังนั้นงานที่เราได้มีการจัดองค์ประกอบที่เหมาะสมนั้น ก็จะมีมองว่าสวยงามได้เหมือนกัน

2. มีประโยชน์ใช้สอยที่ดี เป็นเรื่องที่สำคัญมากในงานออกแบบทุกประเภท เช่นถ้าเป็นการออกแบบสิ่งของ เช่น แก้ว, โคมไฟ นั้นจะต้องออกแบบมาให้มันสบาย ไม่ปวดเมื่อย ถ้าเป็นงานกราฟฟิก เช่น งานสื่อสิ่งพิมพ์นั้น ตัวหนังสือจะต้องอ่านง่าย เข้าใจง่าย ถึงจะได้ชื่อว่า เป็นงานออกแบบที่มีประโยชน์ใช้สอยที่ดีได้

3. มีแนวความคิดในการออกแบบที่ดี เป็นหนทางความคิด ที่ทำให้งานออกแบบสามารถตอบสนอง ต่อความรู้สึกพอใจ ชื่นชม มีคุณค่า บางคนอาจให้ความสำคัญมากหรือน้อย หรืออาจไม่ให้ความสำคัญเลยก็ได้ ดังนั้นบางครั้งในการออกแบบ โดยใช้แนวความคิดที่ดี อาจจะทำให้ผลงาน หรือสิ่ง ที่ออกแบบมีคุณค่ามากขึ้นก็ได้ดังนั้นนักออกแบบ (Designer) คือ ผู้ที่พยายามค้นหา และสร้างสรรค์

สิ่งใหม่หาวิธีแก้ไขหรือหาคำตอบใหม่ๆสำหรับปัญหาต่างๆ

(ที่มา : <http://allalike-design.blogspot.com/2010/12/blog-post.html>)

1.2 องค์ประกอบของการออกแบบ

สิ่งที่ควรทราบในการออกแบบ คือ องค์ประกอบของการออกแบบ (Element of design) ซึ่งเป็นส่วนประกอบต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ เพื่อให้เกิดความงดงาม สมส่วน เป็นที่ยอมรับทางสากล ซึ่งมีลักษณะต่างๆดังนี้

การจัดองค์ประกอบทางศิลปะ เป็น หลักสำคัญสำหรับผู้สร้างสรรค์ และผู้ศึกษางานศิลปะ เนื่องจากผลงานศิลปะใด ๆ ก็ตาม ล้วนมีคุณค่าอยู่ 2 ประการ คือ คุณค่าทางด้านรูปทรง และ คุณค่าทางด้านเรื่องราวคุณค่าทางด้านรูปทรง เกิดจากการนำเอา องค์ประกอบต่าง ๆ ของ ศิลปะ อันได้แก่ เส้น สี แสงและเงา รูปร่าง รูปทรง พื้นผิว ฯลฯ มาจัดเข้าด้วยกันเพื่อให้เกิดความงาม ซึ่งแนวทางในการนำองค์ประกอบต่าง ๆ มาจัดรวมกันนั้น เรียกว่า การจัดองค์ ประกอบศิลป์ (Art Composition) โดยมีหลักการจัดตามที่จะกล่าวต่อไปอีกคุณค่าหนึ่งของงานศิลปะ คือ คุณค่าทางด้านเนื้อหา เป็นเรื่องราวหรือสาระของผลงานที่ศิลปินผู้สร้าง สรรค์ต้องการที่จะแสดงออกมา ให้ผู้ชมได้สัมผัส รับรู้ โดยอาศัยรูปลักษณะที่เกิดจากการจัดองค์ประกอบศิลป์นั่นเองหรืออาจกล่าวได้ว่า ศิลปิน นำเสนอเนื้อหาเรื่องราวผ่านรูปลักษณะที่เกิดจากการจัดองค์ประกอบทางศิลปะ ถ้าองค์ประกอบที่จัดขึ้น ไม่สัมพันธ์กับเนื้อหา เรื่องราวที่นำเสนอ งานศิลปะนั้นก็ขาดคุณค่าทางความงามไป ดังนั้นการจัดองค์ประกอบศิลป์ จึงมีความสำคัญในการสร้างสรรคงานศิลปะเป็นอย่างยิ่ง เพราะจะทำให้งานศิลปะทรงคุณค่าทางความงามอย่างสมบูรณ์

พื้นผิว หมายถึง ลักษณะของบริเวณผิวหน้าของสิ่งต่างๆที่เมื่อสัมผัสแล้วสามารถรับรู้ได้ ว่ามีลักษณะอย่างไรคือรู้ว่ายาบ ขรุขระ เรียบ มัน ด้าน เนียน สาก เป็นต้นลักษณะที่สัมผัสได้ของพื้นผิว มี 2 ประเภท คือ

1. พื้นผิวที่สัมผัสได้ด้วยมือ หรือกายสัมผัส เป็นลักษณะพื้นผิวที่เป็นอยู่จริง ๆ ของผิวหน้าของวัสดุนั้น ๆ ซึ่งสามารถสัมผัสได้จากงานประติมากรรม งานสถาปัตยกรรม และสิ่งประดิษฐ์อื่น ๆ
2. พื้นผิวที่สัมผัสได้ด้วยสายตา จากการมองเห็นแต่ไม่ใช่ลักษณะที่แท้จริงของผิววัสดุนั้นๆ เช่น การวาดภาพก้อนหินบนกระดาษจะให้ความรู้สึกเป็นก้อนหินแต่เมื่อสัมผัสเป็นกระดาษหรือใช้กระดาษพิมพ์ลายไม้ หรือลายหินอ่อน เพื่อปะทับบนผิวหน้าของสิ่งต่างๆ เป็นต้น ลักษณะเช่นนี้ถือว่าเป็นการสร้างพื้นผิวลวงตาให้สัมผัสได้ด้วยการมองเห็นเท่านั้นพื้นผิวลักษณะต่างๆจะให้ความรู้สึกต่องานศิลปะที่แตกต่างกัน พื้นผิวหยาบจะให้ความรู้สึกกระด้างประสาท หนักแน่น มันคง แข็งแรงถาวร ในขณะที่ผิวเรียบ จะให้ความรู้สึกเบา สบาย การใช้ลักษณะของพื้นผิวที่แตกต่างกันเห็นได้ชัดเจนจากงานประติมากรรม และมากที่สุดในงานสถาปัตยกรรมซึ่งมีการรวมเอาลักษณะต่าง ๆ กันของพื้นผิววัสดุ

หลาย ๆ อย่าง เช่น อิฐ ไม้ โลหะ กระจก คอนกรีต หิน ซึ่งมีความขัดแย้งกันแต่สถาปนิกได้นำมาผสมกลมกลืนได้อย่างเหมาะสมลงตัวจนเกิดความสวยงาม

รูปร่าง (Shape) คือ รูปแบน ๆ มี 2 มิติ มีความกว้างกับความยาวไม่มีความหนาเกิดจากเส้นรอบนอกที่แสดงพื้นที่ขอบเขต ของรูปต่าง ๆ เช่น รูปวงกลม รูปสามเหลี่ยม หรือ รูปอิสระที่แสดงเนื้อที่ของผิวที่เป็นระนาบมากกว่าแสดงปริมาตรหรือมวล

รูปทรง (Form) คือ รูปที่ลักษณะเป็น 3 มิติ โดยนอกจากจะแสดงความกว้าง ความยาวแล้ว ยังมีความลึก หรือความหนา นูน ด้วย เช่น รูปทรงกลม ทรงสามเหลี่ยม ทรงกระบอก เป็นต้น ให้ความรู้สึกมีปริมาตร ความหนาแน่น มีมวลสาร ที่เกิดจากการใช้ค่าน้ำหนัก หรือการจัดองค์ประกอบของรูปทรงหลาย รูปรวมกันรูปร่างและรูปทรง เป็นรูปธรรมของงานศิลปะ ที่ใช้สื่อเรื่องราวจากงานศิลปะไปสู่ผู้ชม

รูปร่างและรูปทรงที่มีอยู่ในงานศิลปะมี 3 ลักษณะ คือ รูปเรขาคณิต (Geometric Form) มีรูปที่แน่นอน มาตรฐาน สามารถวัดหรือคำนวณได้ง่าย มีกฎเกณฑ์ เกิดจากการสร้างของมนุษย์ เช่น รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี นอกจากนี้ยังรวมถึงรูปทรงของสิ่งที่มีมนุษย์ประดิษฐ์คิดค้นขึ้นอย่างมีแบบแผน แน่นนอน เช่น รถยนต์ เครื่องจักรกล เครื่องบิน สิ่งของเครื่องใช้ต่างๆ ที่ผลิตโดยระบบอุตสาหกรรมก็จัดเป็นรูปเรขาคณิต เช่นกัน รูปเรขาคณิตเป็นรูป ที่ให้โครงสร้างพื้นฐานของรูปต่างๆ ดังนั้นการสร้างสรรครูปอื่น ๆ ควรศึกษารูปเรขาคณิตให้เข้าใจถ่องแท้เสียก่อน

ค่าน้ำหนัก คือ ค่าความอ่อนแก่ของบริเวณที่ถูกแสงสว่าง และบริเวณที่เป็นเงาของวัตถุหรือความอ่อน- ความเข้มของสีหนึ่ง ๆ หรือหลายสี เช่น สีแดง มีความเข้มกว่าสีชมพู หรือ สีแดงอ่อนกว่าสีน้ำเงิน เป็นต้นนอกจากนี้ยังหมายถึงระดับความเข้มของแสงและระดับ ความมืดของเงา ซึ่งไล่เรียงจากมืดที่สุด (สีดำ) ไปจนถึงสว่างที่สุด (สีขาว) น้ำหนักที่อยู่ระหว่างกลางจะเป็นสีเทา ซึ่งมีตั้งแต่เทาแก่ที่สุดจนถึงเทาอ่อนที่สุดการใช้ค่าน้ำหนักจะทำให้ภาพดูเหมือนจริง และ มีความกลมกลืน ถ้าใช้ค่าน้ำหนักหลาย ๆ ระดับจะทำให้มีความกลมกลืนมากยิ่งขึ้น และถ้าใช้ค่าน้ำหนักจำนวนน้อยที่แตกต่างกันมากจะทำให้เกิด ความแตกต่าง ความขัดแย้ง

แสงและเงา (Light & Shade) เป็นองค์ประกอบของศิลป์ที่อยู่คู่กันแสง เมื่อส่องกระทบ กับวัตถุ จะทำให้เกิดเงา แสงและเงาเป็นตัวกำหนดระดับของค่าน้ำหนัก ความเข้มของเงาจะขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง ในที่มีแสงสว่างมาก เงาจะเข้มขึ้น และในที่มีแสงสว่างน้อย เงาจะไม่ชัดเจน ในที่ไม่มีแสงสว่าง จะไม่มีเงา และเงาจะอยู่ในทางตรงข้ามกับแสงเสมอ ค่าน้ำหนักของแสงและเงาที่เกิดบนวัตถุสามารถจำแนกเป็นลักษณะที่ ต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. บริเวณแสงสว่างจัด (Hi-light) เป็นบริเวณที่อยู่ใกล้แหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด จะมี ความสว่างมากที่สุด ในวัตถุที่มีผิวมันวาวจะสะท้อนแหล่งกำเนิดแสงออกมาให้เห็นได้ชัด
2. บริเวณแสงสว่าง (Light) เป็นบริเวณที่ได้รับแสงสว่าง รองลงมาจากบริเวณแสงสว่าง จัด เนื่องจากอยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงออกมา และเริ่มมีค่าน้ำหนักอ่อน ๆ
3. บริเวณเงา (Shade) เป็นบริเวณที่ไม่ได้รับแสงสว่าง หรือเป็นบริเวณที่ถูกบดบังจาก แสงสว่าง ซึ่งจะมีค่าน้ำหนักเข้มมากขึ้นกว่าบริเวณแสงสว่าง

4. บริเวณเงาเข้มจัด (Hi-Shade) เป็นบริเวณที่อยู่ห่างจากแหล่งกำเนิดแสงมากที่สุด หรือ เป็นบริเวณที่ถูกบดบังมาก ๆ หลาย ๆ ชั้น จะมีค่าน้ำหนักที่เข้มมากไปจนถึงเข้มที่สุด

5. บริเวณเงาตกทอด เป็นบริเวณของพื้นหลังที่เงาของวัตถุทาบลงไป เป็นบริเวณเงาที่อยู่ภายนอกวัตถุ และจะมีความเข้มของค่าน้ำหนักขึ้นอยู่กับ ความเข้มของเงา น้ำหนักของพื้นหลัง ทิศทาง และระยะของเงา

ความสำคัญของค่าน้ำหนัก

1. ให้ความแตกต่างระหว่างรูปและพื้น หรือรูปทรงกับที่ว่าง
2. ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว
3. ให้ความรู้สึกเป็น 2 มิติ แก่รูปร่าง และความเป็น 3 มิติแก่รูปทรง
4. ทำให้เกิดระยะความตื้น – ลึก และระยะใกล้ – ไกลของภาพ
5. ทำให้เกิดความกลมกลืนประสานกันของภาพ

เส้น คือ ร่องรอยที่เกิดจากเคลื่อนที่ของจุด หรือถ้าเรานำจุดมาวางเรียงต่อ ๆ กันไป ก็จะเป็นเส้นขึ้น เส้นมีมิติเดียว คือ ความยาว ไม่มีความกว้าง ทำหน้าที่เป็นขอบเขต ของที่ว่าง รูปร่าง รูปทรง น้ำหนัก สี ตลอดจนกลุ่มรูปทรงต่าง ๆ รวมทั้งเป็นแกนหรือ โครงสร้างของรูปร่างรูปทรง

เส้นเป็นพื้นฐานที่สำคัญของงานศิลปะทุกชนิด เส้นสามารถให้ความหมาย แสดง ความรู้สึก และอารมณ์ได้ด้วยตัวเอง และด้วยการสร้างเป็นรูปทรงต่าง ๆ ขึ้น เส้นมี 2 ลักษณะคือ เส้นตรง (Straight Line) และ เส้นโค้ง (Curve Line) เส้นทั้งสองชนิดนี้ เมื่อนำมาจัดวางในลักษณะต่าง ๆ กัน จะมีชื่อเรียกต่าง ๆ และให้ความหมาย ความรู้สึกที่แตกต่างกันอีกด้วย

ลักษณะของเส้น

1. เส้นตั้ง หรือ เส้นตั้ง ให้ความรู้สึกทางความสูง สง่า มั่นคง แข็งแรงหนักแน่นเป็นสัญลักษณ์ของความซื่อตรง
2. เส้นนอน ให้ความรู้สึกทางความกว้าง สงบ ราบเรียบ นิ่ง ผ่อนคลาย
3. เส้นเฉียง หรือ เส้นทแยงมุม ให้ความรู้สึก เคลื่อนไหว รวดเร็ว ไม่มั่นคง
4. เส้นหยัก หรือ เส้นซิกแซก แบบฟันปลา ให้ความรู้สึก เคลื่อนไหว อย่างเป็นจังหวะ มีระเบียบ ไม่ราบเรียบ น่ากลัว อันตราย ขัดแย้งความรุนแรง
5. เส้นโค้ง แบบคลื่น ให้ความรู้สึก เคลื่อนไหวอย่างช้า ๆ ลื่นไหลต่อเนื่องสุภาพอ่อนโยน นุ่มนวล

6. เส้นโค้งแบบกันหอย ให้ความรู้สึกเคลื่อนไหว คลื่นคล้าย หรือเติบโตในทิศทางที่หมุนวนออกมา ถ้ามองเข้าไปจะเห็นพลังความเคลื่อนไหวที่ไม่สิ้นสุด
7. เส้นโค้งวงแคบ ให้ความรู้สึกถึงพลังความเคลื่อนไหวที่รุนแรง การเปลี่ยนทิศทางที่รวดเร็ว ไม่หยุดนิ่ง
8. เส้นประ ให้ความรู้สึกที่ไม่ต่อเนื่อง ขาดหาย ไม่ชัดเจน ทำให้เกิดความเครียด

ความสำคัญของเส้น

1. ใช้ในการแบ่งที่ว่างออกเป็นส่วน ๆ
2. กำหนดขอบเขตของที่ว่าง หมายถึง ทำให้เกิดเป็นรูปร่าง (Shape) ขึ้นมา
3. กำหนดเส้นรอบนอกของรูปทรง ทำให้มองเห็นรูปทรง (Form) ชัดขึ้น
4. ทำหน้าที่เป็นน้ำหนักอ่อนแก่ ของแสดงและเงา หมายถึง การแรงงาด้วยเส้น
5. ให้ความรู้สึกด้วยการเป็นแกนหรือโครงสร้างของรูป และโครงสร้างของภาพ

1.3 หลักในการออกแบบ (Principle of design)

เป็นการนำเอาองค์ประกอบของการออกแบบมาจัดโดยให้ความรู้สึกที่สัมพันธ์กันซึ่งได้แก่ ความกลมกลืนกัน (Harmony) จังหวะ (Rhythm) ความสมดุล (Balance) การเน้น (Emphasis) สัดส่วน (Proportion) เอกภาพ (Unity) และความต่างกัน (Contrast)

1 ความกลมกลืน (Harmony)

ความกลมกลืน (Harmony) โดยทั่วไป หมายถึงการประสานเข้าสนิทกัน กลมกลืน ประองดอง สามัคคี ลงรอย ในทางทัศนศิลป์ ความกลมกลืน หมายถึง การรวมกันของ หน่วยย่อยต่าง ๆ ซึ่งได้แก่ ส่วนประกอบมูลฐาน ของศิลปะ คือได้แก่ จุด เส้น รูปร่าง รูปทรง สี พื้นผิว น้ำหนัก อย่างใดอย่างหนึ่ง หรือหลายอย่าง และการจัดวางองค์ประกอบ เช่นจังหวะ ช่องว่าง ทำให้เกิดเป็นการประสานเข้า กันได้ อย่างสนิท โดยไม่มีความขัดแย้ง ทำให้ผลงานการออกแบบ ทัศนศิลป์ มีความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน หรือความมีเอกภาพ แต่อย่างไรก็ตาม ความกลมกลืนถ้ามีมากเกินไป ก็อาจจะ ทำให้ผลงานนั้นอาจดูน่าเบื่อได้ จึงต้องมีการ เพิ่มการขัดแย้ง หรือ ความแตกต่าง (Contrast) เข้าไปร่วมบ้างเพียงเล็กน้อย ก็จะทำให้ผลที่น่าสนใจขึ้น

ประโยชน์อีกลักษณะหนึ่ง ของความกลมกลืนที่มีต่องานออกแบบทัศนศิลป์ ก็คือ การใช้ความกลมกลืนเป็นตัวกลางหรือตัวประสาน (Transition) ทำสิ่งที่มีความขัดแย้งกัน หรือสิ่งที่มีความแตกต่าง

กัน ให้อยู่ร่วมกันได้ เช่นสีดำ กับสีขาว เป็นน้ำหนักที่ตัดกันอย่างรุนแรง มีความขัดแย้ง กันอย่างสิ้นเชิง ก็ใช้น้ำหนักเทา หรือ น้ำหนักอ่อนแก่ระหว่างขาว ดำ มาเป็นตัวประสาน ให้สีดำ และสีขาวนั้นมีความกลมกลืนกัน

การสร้างความกลมกลืนในงานออกแบบทัศนศิลป์ มี 2 แนวทาง คือ

1. การสร้างความกลมกลืนทางด้านโครงสร้าง
2. การสร้างความกลมกลืนทางด้านรูปแบบและแนวคิด

1. การสร้างความกลมกลืนทางด้านโครงสร้าง

หมายถึง ความกลมกลืน ที่เกิดจากส่วนประกอบมูลฐาน และ องค์ประกอบ หรือหลักการ ทัศนศิลป์ มีแนวทาง ดังต่อไปนี้

1. ความกลมกลืนด้วยเส้น
2. ความกลมกลืนด้วยรูปร่าง
3. ความกลมกลืนด้วยลักษณะผิว
4. ความกลมกลืนด้วยน้ำหนักอ่อน แก่
5. ความกลมกลืนด้วยจังหวะกับบริเวณว่าง
6. ความกลมกลืนด้วยสี
7. ความกลมกลืนด้วยขนาดและสัดส่วน

2. การสร้างความกลมกลืนทางด้านรูปแบบและแนวคิด

หมายถึง ความกลมกลืน ที่เกิดจากเรื่องราวเนื้อหา ที่ปรากฏในงาน ออกแบบทัศนศิลป์ มีความสัมพันธ์เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันอย่างเด่นชัด ทั้งนี้ รวมถึงผลงาน ที่มีรูปแบบ แนวคิดที่เป็นแบบอย่างเฉพาะของ แต่ละ บุคคล ลัทธิ เชื้อชาติ ศาสนา เป็นต้น แม้ว่าผลงานเหล่านั้น อาจจะมีโครงสร้างที่ไม่กลมกลืนกันก็ตาม

2. จังหวะ (Rhythm)

จังหวะลีลา (Rhythm) หมายถึง การเคลื่อนไหวที่เกิดจากการซ้ำกันขององค์ประกอบ เป็นการซ้ำที่เป็นระเบียบ จากระเบียบธรรมดาที่มีช่วงห่างเท่าๆ กัน มาเป็นระเบียบที่สูงขึ้น ซับซ้อนขึ้นจนถึงขั้นเกิดเป็นรูปลักษณะของศิลปะ โดยเกิดจาก การซ้ำของหน่วย หรือการสลับกันของหน่วยกับช่องไฟหรือเกิดจาก การเคลื่อนไหวต่อเนื่องกันของเส้น สี รูปทรง หรือ น้ำหนัก รูปแบบๆ หนึ่ง อาจเรียกว่าแม่ลาย การนำแม่ลายมาจัดวางซ้ำ ๆ กันทำให้เกิดจังหวะ และถ้าจัดจังหวะให้แตกต่างกันออกไป ด้วยการเว้นช่วง หรือสลับช่วง ก็เกิดลวดลาย ที่แตกต่างกันออกไป ได้อย่างมากมาย แต่จังหวะของลายเป็นจังหวะอย่างง่าย ๆ ให้ความรู้สึกเพียงผิวเผิน และเบื่อง่าย เนื่องจากขาดความหมาย เป็นการรวมตัวของ

สิ่งที่เหมือนกัน แต่ไม่มีความหมายในตัวเอง จังหวะที่น่าสนใจและมีชีวิต ได้แก่ การเคลื่อนไหวของ คน สัตว์ การเติบโตของพืช การเต้นรำ เป็นการเคลื่อนไหวของโครงสร้างที่ให้ความบันเทิง ในการสร้าง รูปทรงที่มีความหมายเนื่องจากจังหวะของลายนั้น ข้าตัวเองอยู่ตลอดไปไม่มีวันจบ และมีแบบรูปของการซ้ำ ที่ตายตัว แต่งานศิลปะแต่ละชิ้นจะต้องจบลงอย่างสมบูรณ์ และมีความหมายในตัว งาน ศิลปะ ทุกชิ้นมีกฎเกณฑ์และระเบียบที่ซ่อนลึกลงอยู่ใน ไม่สามารถมองเห็นได้ชัดเจน งานชิ้นใดที่แสดง ระเบียบกฎเกณฑ์ที่ชัดเจนเกินไป งานชิ้นนั้นก็จะมีจำกัดตัวเองไม่ต่างอะไรกับลวดลายที่มองเห็นได้ง่ายไม่ มีความหมายให้ผลเพียงความเพลิดเพลินสบายตาแก่ผู้ชม

3. ความสมดุล (Balance)

ความสมดุล หรือ ดุลยภาพ (Balance) หมายถึง น้ำหนักที่เท่ากันขององค์ประกอบ ไม่เอนเอียง ไปข้างใดข้างหนึ่ง ในทางศิลปะยังรวมถึงความประสานกลมกลืน ความพอเหมาะพอดีของ ส่วนต่าง ๆ ในรูปทรงหนึ่ง หรืองานศิลปะชิ้นหนึ่ง การจัดวางองค์ประกอบต่าง ๆ ลงใน งานศิลปกรรมนั้นจะต้อง คำนึงถึงจุดศูนย์ถ่วง ในธรรมชาตินั้น ทุกสิ่งสิ่งหนึ่งที่ทรงตัวอยู่ได้โดยไม่ล้มเพราะมีน้ำหนักเฉลี่ยเท่ากันทุก ด้าน ฉะนั้น ในงานศิลปะถ้ามองดูแล้วรู้สึกว่ามีบางส่วนหนักไป แขนงไป หรือ เบาลงไปก็จะทำให้ภาพนั้น ดูเอนเอียง และเกิดความ รู้สึกไม่สมดุล เป็นการบกพร่องทางความงาม ดุลยภาพในงานศิลปะ มี 2 ลักษณะ คือ

1. ดุลยภาพแบบสมมาตร (Symmetry Balance) หรือ ความสมดุลแบบซ้ายขวาเหมือนกัน คือ การวางรูปทั้งสองข้างของแกนสมดุล เป็นการสมดุลแบบธรรมชาติลักษณะแบบนี้ใน ทางศิลปะมีใช้น้อย ส่วนมากจะใช้ในลวดลายตกแต่ง ในงานสถาปัตยกรรมบางแบบ หรือ ในงานที่ต้องการดุลยภาพที่นิ่งและ มั่นคงจริง ๆ

2. ดุลยภาพแบบอสมมาตร (Asymmetry Balance) หรือ ความสมดุลแบบซ้ายขวาไม่เหมือน กัน มักเป็นการสมดุลที่เกิดจากการจัดใหม่ของมนุษย์ ซึ่งมีลักษณะที่ทางซ้ายและขวาจะไม่ เหมือนกัน ใช้องค์ประกอบที่ไม่เหมือนกัน แต่มีความสมดุลกัน อาจเป็นความสมดุลด้วย น้ำหนักขององค์ประกอบ หรือสมดุลด้วยความรู้สึกก็ได้ การจัดองค์ประกอบให้เกิดความ สมดุลแบบอสมมาตรอาจทำได้โดย เลื่อน แกนสมดุลไปทางด้านที่มีน้ำหนักมากกว่า หรือ เลื่อนรูปที่มีน้ำหนักมากกว่าเข้าหาแกน จะทำให้เกิดความ สมดุลขึ้น หรือใช้หน่วยที่มีขนาดเล็กแต่มีรูปลักษณะที่น่าสนใจถ่วงดุลกับรูปลักษณะที่มีขนาดใหญ่แต่มี รูปแบบธรรมดา

4. การเน้น (Emphasis)

การเน้น (Emphasis) หมายถึง การกระทำให้เด่นเป็นพิเศษกว่าธรรมดา ในงานศิลปะจะต้องมี ส่วนใดส่วนหนึ่ง หรือจุดใดจุดหนึ่ง ที่มีความสำคัญกว่าส่วนอื่น ๆ เป็นประธานอยู่ ถ้าส่วนนั้นๆ อยู่ปะปน กับส่วนอื่น ๆ และมีลักษณะเหมือน ๆ กัน ก็อาจถูกกลืน หรือ ถูกส่วนอื่น ๆ ที่มีความสำคัญน้อยกว่าบด

บัง หรือแย่งความสำคัญ ความน่าสนใจไปเสีย งานที่ไม่มีจุดสนใจ หรือประธาน จะทำให้ดูน่าเบื่อ เหมือนกับสวดลายที่ถูกจัดวางซ้ำกันโดยปราศจากความหมาย หรือเรื่องราวที่น่าสนใจ ดังนั้น ส่วนนั้นจึง ต้องถูกเน้น ให้เห็นเด่นชัดขึ้นมา เป็นพิเศษกว่าส่วนอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้ผลงานมีความงาม สมบูรณ์ ลงตัว และน่าสนใจมากขึ้น การเน้นจุดสนใจสามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การเน้นด้วยการใช้องค์ประกอบที่ตัดกัน (Emphasis by Contrast) สิ่งที่แปลก แตก ต่างไปจากส่วนอื่นๆ ของงาน จะเป็นจุดสนใจ ดังนั้น การใช้องค์ประกอบที่มีลักษณะ แตกต่าง หรือ ขัดแย้ง กับส่วนอื่น ก็จะทำให้เกิดจุดสนใจขึ้นในผลงานได้ แต่ทั้งนี้ต้อง พิจารณาลักษณะความแตกต่างที่ นำมาใช้ด้วยว่า ก่อให้เกิดความขัดแย้งกันในส่วนรวม และทำให้เนื้อหาของงานเปลี่ยนไปหรือไม่ โดยต้อง คำนึงว่า แม้มีความขัดแย้ง แตก ต่างกันในบางส่วน และในส่วนรวมยังมีความกลมกลืนเป็นเอกภาพ เดียวกัน

2. การเน้นด้วยการด้วยการอยู่โดดเดี่ยว (Emphasis by Isolation) เมื่อสิ่งหนึ่งถูก แยก ออกไปจากส่วนอื่น ๆ ของภาพ หรือกลุ่มของมัน สิ่งนั้นก็จะเป็นจุดสนใจ เพราะเมื่อ แยกออกไป แล้วก็จะเกิดความสำคัญขึ้นมา ซึ่งเป็นผลจากความแตกต่าง ที่ไม่ใช่แตก ต่างด้วยรูปลักษณะ แต่เป็น เรื่องของตำแหน่งที่จัดวาง ซึ่งในกรณีนี้ รูปลักษณะนั้นไม่ จำเป็นต้องแตกต่างจากรูปอื่น แต่ตำแหน่งของ มันได้ตั้งสายตาออกไป จึงกลายเป็น จุดสนใจขึ้นมา

3. การเน้นด้วยการจัดวางตำแหน่ง (Emphasis by Placement) เมื่อองค์ประกอบอื่น ๆ ชี้นำมายังจุดใด ๆ จุดนั้นก็จะจุดสนใจที่ถูกเน้นขึ้นมา และการจัดวางตำแหน่งที่ เหมาะสม ก็ สามารถทำให้จุดนั้นเป็นจุดสำคัญขึ้นมาได้เช่นกัน

พึงเข้าใจว่า การเน้น ไม่จำเป็นจะต้องชี้แนะให้เห็นเด่นชัดจนเกินไป สิ่งที่จะต้อง ระลึกถึงอยู่ เสมอ คือ เมื่อจัดวางจุดสนใจแล้ว จะต้องพยายามหลีกเลี่ยงไม่ให้สิ่งอื่นมา ดึงความสนใจออกไป จนทำ ให้เกิดความสับสน การเน้น สามารถกระทำได้ด้วยองค์ ประกอบต่าง ๆ ของศิลปะ ไม่ว่าจะเป็น เส้น สี แสงเงา รูปร่าง รูปทรง หรือ พื้นผิว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการนำเสนอของศิลปินผู้สร้างสรรค์

5 สัดส่วน (Proportion)

สัดส่วน (Proportion) หมายถึง ความสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสมระหว่างขนาดของ องค์ประกอบที่แตกต่างกันทั้งขนาดที่อยู่ในรูปทรงเดียวกันหรือระหว่างรูปทรง และรวมถึง ความสัมพันธ์ กลมกลืนระหว่างองค์ประกอบทั้งหลายด้วย ซึ่งเป็นความพอเหมาะพอดีไม่มากไม่น้อย ขององค์ประกอบ ทั้งหลายที่นำมาจัดรวมกันความเหมาะสมของสัดส่วนอาจพิจารณาจากคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. สัดส่วนที่เป็นมาตรฐาน จากรูปลักษณะตามธรรมชาติ ของ คน สัตว์ พืช ซึ่งโดยทั่วไป ถือว่า สัดส่วนตามธรรมชาติจะมีความงามที่เหมาะสมที่สุดหรือ จากรูปลักษณะที่เป็นการสร้างสรรค์ของมนุษย์

เช่น Gold section เป็นกฎในการสร้างสรรค์รูปทรงของกรีก ซึ่งถือว่า “ส่วนเล็กสัมพันธ์กับส่วนที่ใหญ่กว่า ส่วนที่ใหญ่กว่าสัมพันธ์กับส่วนรวม” ทำให้สิ่งต่างๆ ที่สร้างขึ้นมีสัดส่วนที่สัมพันธ์กับทุกสิ่งอย่างลงตัว

2. สัดส่วนจากความรู้สึก โดยที่ศิลปะนั้นไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อความงามของรูปทรงเพียงอย่างเดียว แต่ยังสร้างขึ้นเพื่อแสดงออกถึง เนื้อหา เรื่องราว ความรู้สึกด้วย สัดส่วนจะช่วย เน้นอารมณ์ ความรู้สึก ให้เป็นไปตามเจตนาอารมณ์ และเรื่องราวที่ศิลปินต้องการ ลักษณะเช่นนี้ ทำให้งานศิลปะของชนชาติต่าง ๆ มีลักษณะแตกต่างกัน เนื่องจากมีเรื่องราว อารมณ์ และ ความรู้สึกที่ต้องการแสดงออกต่าง ๆ กันไป เช่น กรีก นิยมในความงามตามธรรมชาติเป็น อุดมคติ เน้นความงามที่เกิดจากการประสานกลมกลืนของรูปทรง จึงแสดงถึงความเหมือน จริงตามธรรมชาติ ส่วนศิลปะแอฟริกันดั้งเดิม เน้นที่ความรู้สึกทางวิญญาณที่น่ายกย่อง ดังนั้น รูปลักษณะจึงมีสัดส่วนที่ผิดแผกแตกต่างไปจากธรรมชาติทั่วไป

6 เอกภาพ (Unity)

เอกภาพ (Unity) หมายถึง ความเป็นอันหนึ่งอันเดียวกันขององค์ประกอบศิลปะทั้งด้านรูปลักษณะและด้านเนื้อหาเรื่องราว เป็นการประสานหรือจัดระเบียบของส่วนต่าง ๆ ให้เกิดความเป็นหนึ่งเดียว เพื่อผลรวมอันไม่อาจแบ่งแยกส่วนใดส่วนหนึ่งออกไป การสร้างงานศิลปะ คือ การสร้างเอกภาพขึ้นจากความสับสน ความยุ่งเหยิง เป็นการจัดระเบียบ และดุลยภาพ ให้แก่สิ่งที่ขัดแย้งกัน เพื่อให้รวมตัวกันได้ โดยการเชื่อมโยงส่วนต่าง ๆ ให้สัมพันธ์กันเอกภาพของงานศิลปะมีอยู่ 2 ประการ คือ

1. เอกภาพของการแสดงออก หมายถึง การแสดงออกที่มีจุดมุ่งหมายเดียว เน้นอ่อนและมี ความเรียบง่าย งานชิ้นเดียวจะแสดงออกหลายความคิด หลายอารมณ์ไม่ได้ จะทำให้สับสน ขาดเอกภาพ และการแสดงออกด้วยลักษณะเฉพาะตัวของศิลปินแต่ละคน ก็สามารถทำให้เกิดเอกภาพแก่ผลงานได้

2. เอกภาพของรูปทรง คือ การรวมตัวกันอย่างมีดุลยภาพ และมีระเบียบขององค์ประกอบ ทางศิลปะ เพื่อให้เกิดเป็นรูปทรงหนึ่ง ที่สามารถแสดงความคิดเห็นหรืออารมณ์ของศิลปินออกได้อย่างชัดเจน เอกภาพของรูปทรง เป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดต่อความงามของผลงานศิลปะ เพราะเป็นสิ่งทีศิลปินใช้เป็นสื่อในการแสดงออกถึงเรื่องราว ความคิด และอารมณ์ ดังนั้นกฎเกณฑ์ในการสร้างเอกภาพในงานศิลปะเป็นกฎเกณฑ์เดียวกันกับธรรมชาติ ซึ่งมีอยู่ 2 หัวข้อ คือ

1. กฎเกณฑ์ของการขัดแย้ง (Opposition) มีอยู่ 4 ลักษณะ คือ

1.1 การขัดแย้งขององค์ประกอบทางศิลปะแต่ละชนิด และรวมถึงการขัดแย้งกันขององค์ประกอบต่างชนิดกันด้วย

1.2 การขัดแย้งของขนาด

1.3 การขัดแย้งของทิศทาง

1.4 การขัดแย้งของที่ว่างหรือจังหวะ

2. กฎเกณฑ์ของการประสาน (Transition) คือ การทำให้เกิดความกลมกลืนให้สิ่งต่างๆ เข้ากันได้ อย่างสนิทเป็นการสร้างเอกภาพจากการรวมตัวของสิ่งๆ ที่เหมือนกันเข้าด้วยกันการประสานมีอยู่ 2 วิธี คือ

2.1 การเป็นตัวกลาง (Transition) คือ การทำสิ่งที่ขัดแย้งกันให้กลมกลืนกันด้วยการใช้ตัวกลางเข้าไปประสาน เช่น สีขาวกับสีดำซึ่งมีความแตกต่างขัดแย้งกันสามารถทำให้อยู่ร่วมกันได้อย่างมีเอกภาพด้วยการใช้สีเทาเข้าไปประสานทำให้เกิดความกลมกลืนกันมากขึ้น

2.2 การซ้ำ (Repetition) คือ การจัดวางหน่วยที่เหมือนกันตั้งแต่ 2 หน่วยขึ้นไป เป็นการสร้างเอกภาพที่ง่ายที่สุดแต่ก็ทำให้ดูจืดชืดน่าเบื่อที่สุด

นอกเหนือจากกฎเกณฑ์หลักคือ การขัดแย้งและการประสานแล้วยังมีกฎเกณฑ์รองอีก 2 ข้อ คือ

1. ความเป็นเด่น (Dominance) ซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

1.1 ความเป็นเด่นที่เกิดจากการขัดแย้ง ด้วยการเพิ่มหรือลดความสำคัญความน่าสนใจ ในหน่วยใดหน่วยหนึ่งของคู่ที่ขัดแย้งกัน

1.2 ความเป็นเด่นที่เกิดจากการประสาน

2. การเปลี่ยนแปลง (Variation) คือ การเพิ่มความขัดแย้งลงในหน่วยที่ซ้ำกันเพื่อป้องกันความจืดชืด น่าเบื่อ ซึ่งจะช่วยให้มีความน่าสนใจมากขึ้นการเปลี่ยนแปลงมี 4 ลักษณะ คือ

2.1 การเปลี่ยนแปลงของรูปลักษณะ

2.2 การเปลี่ยนแปลงของขนาด

2.3 การเปลี่ยนแปลงของทิศทาง

2.4 การเปลี่ยนแปลงของจังหวะ

การเปลี่ยนแปลงรูปลักษณะจะต้องรักษาคุณลักษณะของการซ้ำไว้ ถ้ารูปมีการเปลี่ยนแปลงไปมากการซ้ำก็จะหมดไปกลายเป็นการขัดแย้งเข้ามาแทนและถ้าหน่วยหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว มีความแตกต่างจากหน่วยอื่นๆ มากจะกลายเป็นความเป็นเด่นเป็นการสร้างเอกภาพด้วยความขัดแย้ง (ที่มา : <https://krittayakorn.wordpress.com/category/elements-of-art/>)

2. เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวกับเฟอร์นิเจอร์

เฟอร์นิเจอร์ หรือ เครื่องเรือน (อังกฤษ: Furniture) เป็นสิ่งของที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ที่อาจรองรับการใช้งานของร่างกายมนุษย์ (เช่นเครื่องเรือนการนั่งและเตียงนอน) หรือมีไว้สำหรับเก็บของหรือเก็บวัตถุทางแนวตั้งเหนือพื้นผิวของพื้นดิน เครื่องเรือนสำหรับเก็บของมักมีประตู บานเลื่อน และชั้นเก็บของ ที่อาจเก็บของชิ้นเล็ก ๆ อย่างเสื้อผ้า, อุปกรณ์, หนังสือ ข้าวของเครื่องใช้

เฟอร์นิเจอร์อาจเป็นผลิตภัณฑ์ที่เกิดจากการออกแบบทางด้านศิลปะ และอาจถือได้ว่าเป็นงานศิลปะประดับตกแต่ง นอกจากนี้อาจมีความหมายในทางเชิงสัญลักษณ์หรือทางด้านศาสนา เครื่องเรือนอาจมีส่วนประกอบรวมอื่นอย่างเช่นนาฬิกาหรือโคมไฟ เพื่อประโยชน์ใช้สอยพื้นที่ภายใน เครื่องเรือนสามารถทำได้จากวัสดุหลากหลายประเภท อย่างเช่น เหล็ก, พลาสติก และไม้

2.1 ความหมายของเฟอร์นิเจอร์

ในปัจจุบันนี้ ความหมายของเฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือนนั้นได้มีผู้ให้ความหมายอยู่หลายท่าน แต่ละท่านได้ให้ความหมายของเฟอร์นิเจอร์ทั้งแนวกว้างและแนวลึกตามหลักวิชาการต่างๆ ซึ่งทางผู้เขียนขอรวบรวมและนำเสนอต่อไปนี้ ศาคร คันธโชติ กล่าวว่า เฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือน หมายถึง เครื่องตกแต่งบ้านพักอาศัยหรืออาคาร มีประโยชน์ใช้สอย มีความสะดวกสบายในการใช้เป็นต้น เครื่องเรือนเป็นผลิตภัณฑ์ประเภทผลิตภัณฑ์อุปโภค ได้แก่ โต๊ะอาหาร โต๊ะทำงาน ตู้ใส่เสื้อผ้า เตียงนอน ก่องเก็บของ เก้าอี้ หิ้งหนังสือ ชั้นวางของ เป็นต้น วัฒนะ จุฑะวิภาต กล่าวไว้ว่าเฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือนคือสิ่งที่มนุษย์คิดค้นประดิษฐ์ขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกสำหรับกิจกรรมต่าง ๆ ภายในบ้าน ที่ทำงาน หรือที่สาธารณะ กิจกรรมดังกล่าวได้แก่ การนอน การนั่ง รับประทานอาหาร ทำงาน ฯลฯ เครื่องเรือนถูกออกแบบสำหรับคนเดียวหรือกลุ่มคน ทำด้วยวัสดุ หลายชนิดแตกต่างกัน เช่น ไม้ โลหะ พลาสติก ฯลฯ เครื่องเรือนจัดว่าเป็นส่วนเชื่อมระหว่างผู้อยู่อาศัยกับตัวบ้าน หรือมนุษย์กับสถาปัตยกรรม บุญศักดิ์ สมบุญรอด ได้กล่าวไว้ว่า เฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือน หมายถึง เครื่องตกแต่งบ้านพักอาศัย มีประโยชน์ใช้สอย มีความสะดวกสบายในการดำรงชีพ แต่ในปัจจุบันเครื่องเรือนยังมีบทบาทมากยิ่งขึ้นทุกขณะสนองความสุขทางกายและใจอันจะมีผลต่อคุณภาพชีวิต และประสิทธิภาพในการทำงานโดยตรง พิฑูร ผลพนิชรัศมี ได้ให้ความหมายของเฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือนว่า สิ่งที่มนุษย์ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่ออำนวยความสะดวกสบายเหมาะสมกับกริยาท่าทางของสรีระมนุษย์ และสิ่งที่ใช้เก็บสัมภาระต่าง ๆ ซึ่งสามารถตกแต่งอาคารบ้านเรือนให้มีความสวยงามและน่าอยู่ ได้แก่ โต๊ะ เก้าอี้ ตู้ เตียง หีบ กำปั้นและอีกสิ่งหนึ่งที่จัดว่าเป็นเครื่องเรือนคือ นาฬิกาแขวนหรือตั้ง เนื่องจากเป็นสิ่งที่บอกเวลาและสามารถประดับอาคารบ้านเรือนให้ดูสวยงาม เสาวนิตย์ แสงวิเชียร ได้กล่าวว่าองค์ประกอบที่มีความสำคัญยิ่งในการอำนวยความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้อาคารก็คือ เฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือน ดังนั้นอาจจะสรุปให้ความหมายของเฟอร์นิเจอร์หรือเครื่องเรือนไว้ว่าสิ่งที่มนุษย์ได้ประดิษฐ์ขึ้นมาเพื่อตอบสนองความต้องการด้านประโยชน์ใช้สอยในการดำรงชีวิตภายใต้การทำกิจกรรมต่าง เช่น การนั่ง นอนรับประทานอาหาร

อาหาร ทำงาน และใช้ประกอบกับอาคารทางด้านงานสถาปัตยกรรมทั้งภายในและภายนอก
(ที่มา : <http://nopsakon-net.blogspot.com/2007/03/1.html>)

ดังนั้นการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ (Furniture Design) คือ การออกแบบเครื่องเรือน เครื่องตกแต่งภายในอาคารที่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความงาม ความสะดวกในการใช้งานมากที่สุดโดยเน้นด้านประโยชน์ใช้สอยก่อนความงาม

2.2 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์

การออกแบบนั้นมีการรอบแนวคิดหลากหลายในที่นี่ขอให้หลักการไว้ว่าต้องคำนึงถึงอะไรเป็นอันดับแรก สิ่งแรกที่ต้องคำนึงถึงคือผู้ใช้ (Users) สถานที่ (Where, Site, Location) พฤติกรรมการใช้ (User Behavior) ขนาดสัดส่วน (human Dimension) การใช้งาน (Function) วัสดุ (Materials) อุปกรณ์ (Fitting, Accessories) ความสวยงาม (Esthetic) เทคโนโลยีการผลิต (Production Technology) รักษาสิ่งแวดล้อม (Environment)

หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ภายนอกอาคาร (Outdoor Furniture) เฟอร์นิเจอร์ภายนอกอาคารคือเฟอร์นิเจอร์ที่มีความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับ มนุษย์สนองตอบ ความต้องการการใช้งานตามพฤติกรรมที่เกิดขึ้น สัมพันธ์กับอาคารตามลักษณะของประเภทของ อาคาร สัมพันธ์กับ สิ่งแวดล้อมรอบอาคาร มนุษย์ใช้เวลาอยู่กับ เฟอร์นิเจอร์ประเภทนี้ไม่มากนัก เพียง ชั่วครั้งชั่วคราวตามการใช้งาน ทนทานต่อดินฟ้าอากาศ

อาคารพักอาศัย (Residential Building)

ชุดสนามนั่งเล่น ชุดกาแฟ ชุดอาหาร ชุดสระน้ำ เคาน์เตอร์บาร์

การออกแบบ (Design)

จะเน้นการรู้จักใช้วัสดุที่เหมาะสมและทนต่อสภาพอากาศมีความรู้เรื่อง น้ำหนัก การเก็บ สะดวกรวดเร็วความมั่นคงต่อสภาพของสถานที่ภูมิอากาศวัสดุสังเคราะห์ที่ถึงธรรมชาติหรือเลียนแบบธรรมชาติที่ผ่านกรรมวิธีการผลิตอาคารพาณิชย์พักอาศัย (Residential Commercial Building) อาคารประเภทนี้ปัจจุบัน ส่วนใหญ่จะจัดเป็นสวนพักอาศัยและประกอบการค้า ประกอบชุดพักผ่อน ที่นั่ง พานอาหารวางมุมกาแฟ เพื่อบริการลูกค้าการออกแบบ (Design)

เน้นด้านรูปแบบที่เหมาะสมกับการออกแบบตกแต่งที่กลมกลืนกัน ใช้วัสดุที่เน้นความรู้ที่ประทับใจมากขึ้น มีงานมาประกอบการตกแต่ง สามารถจัดตกแต่งไว้ประจำที่ได้ไม่ต้องเก็บ หรือจัดได้ว่าสถานที่จัดวางทั้งภายในและนอกมีกันสาดป้องกันแสง วัสดุสังเคราะห์ที่ถึงธรรมชาติหรือเลียนแบบธรรมชาติจัดเป็นส่วน

อาคารพาณิชย์(Commercial Building)

อาคารประเภทนี้ปัจจุบัน เป็นอาคารขนาดใหญ่ในเมืองที่เป็นย่านธุรกิจ ส่วนใหญ่จะจัดเป็นพื้นที่ต่าง ๆ ให้เช่าตามความต้องการของธุรกิจการค้า ประกอบด้วยอาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ห้างสรรพสินค้า ในแต่ละส่วนก็มีส่วนบริการลูกค้าทั้งในอาคารและนอกอาคารเห็นได้ชัดจากโรงแรมในเมือง นอกเมือง ชายทะเลเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นส่วนกลางแจ้งหรือรำไรจะมีหลายส่วนแรกก็คือ ส่วนสระว่ายน้ำ ภัตตาคาร สวนอาหาร ที่นั่ง ทานอาหารวาง มุมกาแฟตามระเบียงห้องพัก

การออกแบบ (Design)

เน้นด้านรูปแบบที่เข้ากันได้กับ ชนิดและประเภทของอาคารมีการวิเคราะห์การออกแบบที่ยั่งยืน เพราะการลงทุนสูงคำนึงตามเอกลักษณ์ของโครงการกับ สถานที่ตั้งเป็นการขีดหน้าชูตาท้องถิ่น ใช้วัสดุที่เน้นความรู้สึกที่ประทับใจหรูหรา งานเฟอร์นิเจอร์ทุกตัวมีคุณค่าเฉพาะตัว โดยเด่นเหมาะกับผู้ใช้ที่หลากหลายเพราะอาคารประเภทนี้จัดการกับลูกค้าที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย มีงานมาประกอบการตกแต่งสามารถจัดตกแต่งไว้ประจำ ที่ได้ไม่ต้องเก็บ หรือจัดได้ว่า สถานที่จัดวางทั้งภายในและนอก มีกัน สาดป้องกันแสง วัสดุจากธรรมชาติสังเคราะห์ที่ธรรมชาติหรือเลียนแบบธรรมชาติ

อาคารสาธารณะ (Public Building)

เป็นอาคารที่เน้นการให้บริการกับลูกค้าจำนวนมากรายได้ที่ ได้รับจากการบริการน้อยแถบที่จะไม่พอกับการพัฒนางบประมาณส่วนใหญ่จะได้รับจากงบประมาณกลาง ประกอบด้วยสถานศึกษา สำนักงานของรัฐโรงพยาบาล พิพิธภัณฑ์ศูนย์ศิลปวัฒนธรรม โรงละคร สนามกีฬา สนามบิน สถานีขนส่ง อาคารสาธารณะในปัจจุบันมีบริษัทเอกชนเข้ามาทำ ธุรกิจทำ ให้อาคารประเภทนี้พัฒนาได้ดีมาก

การออกแบบ (Design)

เน้นด้านรูปแบบที่เข้ากันได้ดีกับ ชนิดและประเภทของอาคารมีการวิเคราะห์การออกแบบที่ใช้เทคโนโลยีนวัตกรรมใหม่ๆ มีอุปกรณ์เครื่องมือมากที่มีผลกระทบต่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ทุนสูงคำนึงตามเอกลักษณ์ของโครงการที่กลมกลืนกับสถานที่ตั้งเป็นการขีดหน้าชูตาเมือง ท้องถิ่น ใช้วัสดุที่เน้น เทคโนโลยีเพื่ออนาคต ความรู้สึกที่ประทับใจก้าวหน้าวัสดุศาสตร์งานเฟอร์นิเจอร์ทุกตัวมีคุณค่าเฉพาะตัว โดยเด่นด้านวัสดุศาสตร์เหมาะกับผู้ใช้ที่หลากหลายเพราะอาคารประเภทนี้จัดการกับลูกค้าที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย มีงานมาประกอบการตกแต่งเป็นแลนมาร์คขนาดใหญ่สามารถจัดตกแต่งไว้ประจำ ที่ได้ไม่ต้องเก็บ หรือจัดได้ว่า สถานที่จัดวางทั้งภายในและนอก มีกัน สาดป้องกันแสง

2.3 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ให้ทันสมัย

งานออกแบบที่ดูแล้วให้ความรู้สึกที่ทันสมัย (Modern design) เข้ากับสมัยนิยม มีหลักในการพิจารณาดังนี้

1. สามารถใช้ได้จริง ตรงกับความจำเป็นในชีวิตประจำวันของปัจจุบัน

2. การออกแบบตรงกับความต้องการอย่างชัดเจนในช่วงเวลานั้น
3. เกิดประโยชน์ในด้านความก้าวหน้าทั้งทางศิลปะและประโยชน์ใช้สอยไปพร้อมๆกัน
4. มีการใช้วัสดุใหม่หรือวัสดุรีไซเคิล เทคนิคใหม่มีการพัฒนาให้ดีขึ้นกว่าที่เคยเห็นอยู่ตามปกติ สามารถเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสม
5. มีการพัฒนาด้านรูปทรง พื้นผิว และ สี ซึ่งเกิดมากจากความต้องการโดยตรงที่สอดคล้องเหมาะสมวัสดุที่ใช้และเทคนิคการผลิต
6. มีความชัดเจนในด้านคุณภาพ และความงามของวัสดุที่ใช้อย่าทำให้วัสดุดูเหมือนว่าเป็นอย่างอื่นที่ทำให้เกิดความเข้าใจผิดต่อวัสดุที่แท้จริงนั้น ไม่พยายามบดบังพื้นผิวที่แท้จริงของวัสดุ
7. ลักษณะงามสามารถบ่งบอกวิธีการใช้งานอย่างชัดเจน เช่น ไม่ทำให้งานที่ผลิตในระบบอุตสาหกรรม มีลักษณะเหมือนกับงานหัตถกรรม
8. มีการใช้วัสดุและกรรมวิธีการผลิตอย่างกลมกลืนอย่างเป็นที่น่าพอใจ สร้างความพึงพอใจแก่ผู้พบเห็น
9. สามารถใช้เครื่องจักรในการผลิตอย่างเหมาะสมและสะดวกสำหรับควบคุมการผลิต
10. สามารถสนองความต้องการของผู้บริโภคในวงกว้าง
11. มีความแข็งแรงทนทานโดยเลือกใช้โครงสร้างเหมาะสม คำนึงถึงความปลอดภัยขณะใช้งาน
12. มีความสะดวกสบายในการใช้งาน คำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งานขนาดและขีดจำกัดของผู้ใช้ เช่น โต๊ะต้องมีสัดส่วนที่เหมาะสมกับการใช้งาน
13. มีความสวยงามน่าใช้
14. มีราคาพอสมควร นักออกแบบที่ดีต้องรู้จักกำหนดการใช้วัสดุให้ถูกต้อง รวมทั้งกรรมวิธีการผลิตที่เหมาะสม ผลิตได้ง่าย สะดวก ทั้งยังรวมไปถึงราคาของงานนั้นให้มีราคาเหมาะสมกับวัสดุและสมควรตามความต้องการของมนุษย์
15. การขนส่ง การออกแบบจะต้องคำนึงถึงการประหยัดค่าขนส่ง ขนส่งสะดวก กินเนื้อที่ให้การส่งหรือไม่ การขนส่งทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศต้องทำการบรรจุหีบห่ออย่างไรโดยไม่ให้เกิดความชำรุดเสียหายขนาดของรถตู้บรรทุกสินค้า หรือเนื้อที่ที่ใช้ในการขนส่ง
16. การซ่อมแซมง่ายต้องทำการออกแบบให้สามารถแก้ไขได้และการหล่อต้ำ

นอกจากนี้แล้วนักออกแบบจะต้องแสดงออกถึงเอกลักษณ์เฉพาะตัวของนักออกแบบไม่จะเป็นรูปแบบสีเส้นหรือเทคนิคที่นักออกแบบแต่ละคนพึงจะมี ซึ่งสิ่งนี้เป็นเครื่องแสดงถึงความสามารถของนักออกแบบได้ว่ามีฝีมือหรือมีความสามารถระดับไหน

2.4 การออกแบบเก้าอี้ม้านั่ง

ม้านั่งในสวน (GARDEN BENCH) ม้านั่งสวนเป็นส่วนสำคัญของพื้นที่พักผ่อนนอกบ้าน โดยเฉพาะเป็นองค์ประกอบหลักของลานพักผ่อนจึงนิยมสร้างตามที่ต่างๆ เช่น ศาลาในสวน ริมสระน้ำ ได้

ต้นไม้หรือรอบต้นไม้สวนสาธารณะ เป็นต้น ปัจจุบันรูปทรงและขนาดของม้านั่งสวนจึงมีหลากหลายตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้น

การออกแบบม้านั่ง

การออกแบบม้านั่งให้นั่งได้อย่างสบาย พิจารณาดังนี้

1. ความสูง ของม้านั่งที่เหมาะสมที่สุดคือ ระหว่าง 15 – 18 นิ้ว (35 – 45 ซม.)
2. ความกว้าง แลัวแต่การใช้งาน โดยทั่วไปกว้าง 18 – 36 นิ้ว (45 – 90 ซม.)
3. ขาของม้านั่งต้องแข็งแรง ช่วงขาระหว่างม้านั่ง ควรวางห่างประมาณ 0.9 – 1.50 เมตร
4. ไม้ที่ใช้สำหรับใช้นั่ง นิยมใช้ขนาด 2 X 3 นิ้ว ตีห่างกันประมาณ $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ นิ้ว เพื่อเกิดร่องระบายน้ำ

ม้านั่งสนาม แบ่งตามวัสดุที่นำมาสร้าง

1. ม้านั่งที่ทำจากวัสดุธรรมชาติ
2. ม้านั่งที่ทำจากคอนกรีต
3. ม้านั่งที่ทำจากเหล็ก
4. ม้านั่งที่ทำจากวัสดุผสม
 - คอนกรีตกับไม้
 - ไม้กับเหล็ก
5. ม้านั่งที่ทำจากวัสดุเลียนแบบธรรมชาติ



ภาพที่ 2.1 ภาพแสดงตัวอย่างเก้าอี้ม้านั่ง



ภาพที่ 2.2 ภาพแสดงตัวอย่างเก้าอี้มานั่ง

3.เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวัสดุและกรรมวิธีการผลิต

กรรมวิธีการผลิตในยุคก่อนๆ การทำเฟอร์นิเจอร์จะทำในลักษณะช่างไม้ ช่างฝีมือ ที่จะต้องใช้เครื่องมือ (Hand Tool) เช่นการเลื่อยไม้ ไสไม้ ตอกตะปูด้วยแรงคน เย็บหนังและเศษผ้าด้วยเข็มและด้าย จะช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกฝนทักษะ แต่ในปัจจุบันมีเครื่องจักรมาช่วยในการผลิตมากมาย ดังนั้นกระบวนการผลิตจึงมี 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ กระบวนการผลิตตามลูกค้าสั่ง ซึ่งมีเป็นจำนวนน้อยและกระบวนการผลิตในระบบอุตสาหกรรม กระบวนการจึงแตกต่างกันทั้งวัสดุและขั้นตอนการผลิต ผู้ออกแบบจึงควรศึกษาหาข้อมูลจากสมรรถนะทางกายวิภาคของมนุษย์การเลือกแบบในการผลิต การเลือกใช้วัสดุให้สอดคล้องกัน เช่น ถ้าต้องการออกแบบโต๊ะรูปทรงอิสระอาจเลือกใช้พลาสติก โฟมเหลวหรือโพลียูรีเทน แล้วแต่ผู้ออกแบบจะเลือกใช้กระบวนการผลิตให้เหมาะสมกับรูปทรงที่ออกแบบไว้ ซึ่งในปัจจุบันนี้มีวัสดุใหม่ ๆ เครื่องจักรใหม่ ๆ เกิดขึ้นมากมายทำให้กระบวนการผลิตเพื่อลูกค้าเฉพาะกลุ่มและในระบบอุตสาหกรรม

3.1 วัสดุในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์

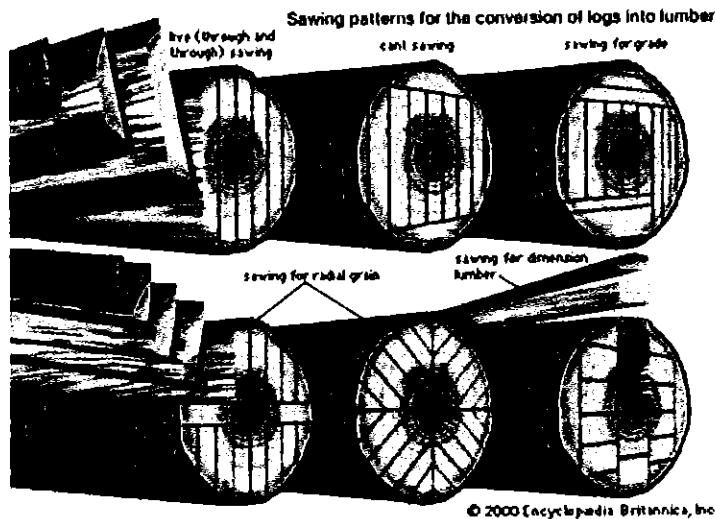
วัสดุที่นำมาออกแบบเฟอร์นิเจอร์มีหลายชนิด การเลือกวัสดุนั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องและเหมาะสมกับแบบโดยพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ข้อดีและข้อเสียของวัสดุชนิดนั้น เพื่อที่จะเลือกใช้ได้เหมาะสมกับการใช้งาน นักออกแบบโดยทั่วไปจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุประเภทต่าง ๆ วัสดุที่ใช้มาการออกแบบเฟอร์นิเจอร์มี 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ โลหะ สารอินทรีย์สังเคราะห์ และสารอินทรีย์ธรรมชาติ

1.โลหะ (Metallic materials) แบ่งเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

- (1) โลหะประเภทเหล็ก (Ferrous metal) เป็นโลหะที่มีเหล็กผสมอยู่หรือเป็นส่วนประกอบ เช่น เหล็กกล้า เหล็กเหนียว เหล็กไร้สนิม เหล็กหล่อ เป็นต้น
- (2) โลหะประเภทไม่ใช่เหล็ก (Nonferrous metal) เป็นโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก เช่น อะลูมิเนียม ทองเหลือง ทองแดง บรอนซ์ สังกะสี เป็นต้น

2. สารอินทรีย์สังเคราะห์ (Organic materials : Synthetically) เป็นวัสดุสังเคราะห์หรือวัสดุเทียม ที่นักวิทยาศาสตร์ได้นำมาพัฒนาจากวัสดุที่มีโครงสร้างง่ายๆ โดยอาศัยความร้อน ความดัน แคละลิสต์ทำปฏิกิริยาทางเคมีซับซ้อนจนเกิดสารใหม่ที่มีโครงสร้างซับซ้อน และเกิด คุณสมบัติเฉพาะต่างๆ มากมาย เช่น พลาสติก ยางเทียม ไยสังเคราะห์ เป็นต้น

3. สารอินทรีย์ธรรมชาติ (Organic materials from natural sources) ได้แก่วัสดุที่ได้จากธรรมชาติโดยตรง เช่น ไม้ ยาง ดิน หิน หนังสัตว์ เป็นต้น



ภาพที่ 3.1 ภาพแสดงลักษณะโครงสร้างไม้

ลักษณะโครงสร้างไม้

ไม้เป็นวัสดุประเภท anisotropic คือแต่ละด้านของไม้จะมีคุณสมบัติแตกต่างกัน ด้านต่าง ๆ ของไม้มีอยู่ 4 ด้าน คือ ด้านยาว เป็นด้านที่ยาวตามของไม้ท่อน ด้านรัศมีเป็นด้านที่ขนานกับแนวเส้นรัศมีที่ลากจากใจไม้ไปยัง เปลือกไม้และยาวไปตามความยาวของไม้ท่อนด้านสัมผัสเป็นด้านที่ตั้งฉากกับด้านรัศมี และยาวไปตามความยาวของไม้ท่อนหรือด้านที่เห็นเมื่อเอาเปลือกไม้ของไม้ท่อนออก ด้านหน้าตัดเป็นด้านที่ตั้งฉากกับด้านทั้ง 3 ดังกล่าว หรือเป็นด้านที่เห็นทางด้านปลายทั้ง 2 ของไม้ท่อน เมื่อดูด้านต่างๆของไม้นี้จะเห็นเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้มีลักษณะแตกต่างกันทั้งที่เป็นเซลล์ชนิดเดียวกัน นอกจากนี้เซลล์ในเนื้อไม้ยังมีการเรียงตัวไม่เหมือนกันทั้งหมดอีกด้วยจึงทำให้ด้านต่างๆของไม้มีคุณสมบัติแตกต่างกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปัจจัยที่อยู่ในไม้อันได้แก่ โครงสร้างซึ่งก็คือ เซลล์ชนิดต่างๆที่ประกอบเป็นเนื้อไม้

ปัจจัยต่างๆดังกล่าวอาจแบ่งได้ดังนี้

1. ปริมาณของสารเคมีต่างๆที่ประกอบกันขึ้นเป็นผนังเซลล์ของเนื้อไม้ ซึ่งวัดด้วยค่าความถ่วงจำเพาะ (ถ.พ.มีประโยชน์มากใช้เป็นตัวชี้คุณสมบัติของไม้ได้)
2. ปริมาณของน้ำที่มีอยู่ในเนื้อไม้ น้ำน่าจะถือได้ว่าเป็นองค์ประกอบส่วนหนึ่งของโครงสร้างไม้น้ำจะมีอยู่ในไม้ตั้งแต่ยังมีชีวิตอยู่จนถึงตัดโค่นลงแล้วน้ำเป็นปัจจัยสำคัญที่มีต่อคุณสมบัติของไม้
3. สัดส่วนของสารเคมีที่ประกอบเป็นผนังเซลล์และสารแทรกที่มีอยู่ในไม้
4. การเรียงตัวของสารเคมีเป็นผนังเซลล์เป็นปัจจัยที่เกี่ยวกับแนวเส้นไม้
5. ชนิด ขนาด และสัดส่วนของเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้

ปัจจัยต่างๆเหล่านี้มีผลต่อคุณสมบัติของไม้ซึ่งกล่าวพอสังเขปได้ดังนี้

1. น้ำในไม้ ธรรมชาติของไม้นั้นเป็นวัสดุที่มีคุณสมบัติ hygroscopic คือสามารถดูดและคายความชื้นและน้ำได้ทั้งสามารถทำให้คุณสมบัติของไม้เปลี่ยนแปลงเช่น

1.1 น้ำหนักของไม้ ไม้ที่มีความชื้นมากจะมีน้ำหนักมากกว่าไม้ที่มีความชื้นน้อยไม้จะมีน้ำหนักน้อยที่สุดเมื่อไม้ถูกอบแห้งและจะมีน้ำหนักมากที่สุดเมื่อไม้น้ำอยู่เต็มที่ ดังนั้นการบอกรน้ำหนักของไม้จึงต้องบอกเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไม้ในขณะเดียวกันไว้ด้วย

1.2 การยืดหดตัวของไม้ เมื่อไม้ดูดความชื้นหรือน้ำเข้าไปอยู่ในผนังเซลล์จะทำให้ผนังเซลล์ขยายตัว นั่นคือจะทำให้ไม้ขยายตัวมีขนาดมากกว่าแต่ก่อนดูดความชื้นหรือน้ำในทางกลับกันถ้าไม้หรือความชื้นในผนังเซลล์คายออกมา จะทำให้ไม้มีขนาดเล็กลงกว่าเดิมสำหรับน้ำที่อยู่ในช่องว่างของเซลล์จะไม่มีผลทำให้ไม้ยืดหดตัว เพียงทำให้น้ำหนักเพิ่มขึ้นหรือลดลง ไม้สามารถดูดความชื้นจากบรรยากาศและคายความชื้นออกสู่บรรยากาศได้ และจะหยุดดูดคายความชื้นในบรรยากาศ ต่อเมื่อมีความชื้นได้สมดุลกับความชื้นในบรรยากาศดังนั้นการนำไม้ไปใช้งานในสภาพแวดล้อมต่างๆต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ด้วย ก่อนนำไม้ไปใช้งานต้องทำให้ความชื้นในไม้มีอยู่ใกล้เคียงกับความชื้นในบรรยากาศของสถานที่ที่จะนำไม้ไปใช้งานเพื่อป้องกันมิให้เกิดการหดขยายตัวมากจนอาจทำให้สิ่งของที่ทำด้วยไม้นั้นเกิดความเสียหายได้ การยืดหดตัวของไม้จะมีค่าแตกต่างกันในแต่ละด้านของไม้ ด้านของไม้ด้านที่สัมผัสจะมีการยืดหดตัวมากที่สุด และมากกว่าด้านรัศมีประมาณ 2 เท่า ส่วนด้านยาวจะมีการยืดหดตัวน้อยมากประมาณ 0.1-0.2% จนอาจจะไม่คำนึงถึงได้ การยืดหดตัวของไม้นอกจากจะขึ้นอยู่กับความชื้นของไม้แล้ว ปริมาณของสารที่ประกอบเป็นผนังเซลล์ยังเป็นตัวชี้ค่าการยืดหดตัวของไม้ได้อย่างคร่าวๆ ไม้ชนิดที่มีสารประกอบผนังเซลล์มากก็จะมี การยืดหดตัวได้มาก แต่ไม่ใช่ทุกชนิดจะเป็นดังนี้

1.3 ความถ่วงจำเพาะ ปริมาณของสารประกอบผนังเซลล์ของไม้ชนิดต่างๆจะแตกต่างกัน ค่าความถ่วงจำเพาะ(ถ.พ.) จะใช้แสดงปริมาณของสารดังกล่าวต่อหน่วยปริมาตรซึ่งตามปกติในงานวิจัยจะคำนวณจาก น้ำหนัก และปริมาณของไม้ที่อบแห้งไม่มีน้ำรวมอยู่ด้วยซึ่งจะได้ปริมาณของสารดังกล่าวล้วนๆแต่ในสภาพการใช้งานจริงๆของไม้จะปรากฏว่ามีความชื้นรวมอยู่ในไม้ด้วยซึ่งทำให้ปริมาตรและน้ำหนักของไม้เพิ่มขึ้น ค่า ถ.พ.จะเปลี่ยนไปโดยมีค่าลดลงเมื่อความชื้นเพิ่มขึ้น(ถ้าใช้น้ำหนักของไม้ที่สภาพอบแห้ง)และจะมีคคงที่เมื่อไม้มีความชื้นสูงกว่า30% โดยประมาณในบางครั้งจึงมีการคำนวณค่าถ.พ.โดยใช้น้ำหนักและปริมาตรของไม้ที่มีความชื้นในขณะนั้นค่าถ.พ.มีประโยชน์ในการใช้เป็น ตัวแสดงคุณสมบัติไม้

1.4 คุณสมบัติของการนำความร้อน ไม้มีคุณสมบัติการยอมให้ความร้อนผ่านได้ถึง3 ด้านโดยด้ายยาว(ขนาดเส้นไม้)จะมีการนำความร้อนสูงกว่าด้านสัมผัส และด้านรัศมี จะมีค่าใกล้เคียงกันการนำความร้อนของไม้จะเพิ่มขึ้นเมื่อไม้มีความชื้นเพิ่มขึ้น เช่น ไม้ที่มีความชื้นมากกว่า40% จะค่าการนำความร้อนมากกว่าไม้ที่แห้งกว่าถึง1/3เท่า การนำความร้อนของไม้จะมีค่าต่ำกว่าโลหะ

1.5 คุณสมบัติการนำไฟฟ้า ไม้มีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าซึ่งจะมีค่าสัมพันธ์กับความชื้นในไม้ถ้าความชื้นในไม้เพิ่มขึ้นในช่วง 0 ถึงจุดหมุดค่าการนำไฟฟ้าของไม้จะเพิ่มขึ้นอย่างน้อยถึง 10 เท่าไม้ที่แห้งจะเป็นฉนวนไฟฟ้า

2. ปริมาณของสารเคมี ที่ประกอบเป็นผนังเซลล์ (ค่าความถ่วงจำเพาะ) ปริมาณของสารประกอบผนังเซลล์ในไม้ต่อหน่วยปริมาตรวัดได้โดยการคำนวณค่าความถ่วงจำเพาะค่าถ.พ. มีประโยชน์ใช้เป็นค่าแสดงคุณสมบัติของไม้

2.1 ความแข็งแรงของไม้ ค่าถ.พ. จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับความแข็งแรงของไม้ถ้าค่าถ.พ. สูงความแข็งแรงของไม้จะสูงตามไปด้วย

2.2 คุณสมบัติการนำความร้อน การนำความร้อนของไม้จะสัมพันธ์กับค่าถ.พ. เป็นเส้นตรงค่า ถ.พ. สูงการนำความร้อนของไม้จะไม่สูงตามไปด้วย

2.3 คุณสมบัติเกี่ยวกับกระแสไฟฟ้าสลับ ความสามารถในการเป็นฉนวนต่อกระแสไฟฟ้าสลับวัดได้ด้วยค่าคงที่ที่เรียกว่า dielectric constant” ค่าคงที่นี้ในไม้จะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับค่าถ.พ. และความชื้นในไม้

3. การเรียงตัวของเส้นไม้ เส้นไม้ในแต่ละชนิดจะเรียงตัวเหมือนกัน อาจจะมีการเรียงขนานกับแกนยาวของไม้หรือทำมุมกับแกนยาวของไม้ ทิศทางการเรียงตัวของเส้นไม้จะมีผลต่อความแข็งแรงของไม้ โดยเฉพาะกับแรงดึง ซึ่งจะมีค่าลดลงเมื่อความลาดชันของไม้เส้นไม้(การเรียงตัวทำมุมของเส้นไม้กับแกนยาวของไม้) มีมากกว่า 1 ต่อ 25 จึงจะได้รับผลกระทบ ส่วนความแข็งแรงในการตัดจะไม่มี การเปลี่ยนแปลงลดค่าลงจนกว่าจะมีความลาดชันมากกว่า 1 ต่อ 20 ถ้าความลาดชันของเส้นไม้สูงกว่าขีดจำกัดดังกล่าวข้างต้นจะทำให้ความแข็งแรงลดลงอย่างมาก เช่น ความลาดชัน 1 ต่อ 8 จะทำให้ความแข็งแรงในการตัดลดลงถึงครึ่งหนึ่งและความแข็งแรงในการบีบจะลดลงถึง 1 ใน 3

4. ความกว้างของวงปี อัตราการเจริญเติบโตของต้นไม้มีผลต่อค่าความถ่วงจำเพาะ คือ ความกว้างของวงปีที่แตกต่างกันจะมีผลทำให้ความถ่วงจำเพาะและความแข็งแรงของไม้เปลี่ยนแปลงไปด้วย ในไม้เนื้อแข็งที่เซลล์พอร์ในวงปีมีขนาดแตกต่างกันอย่างชัดเจน (ringporous) เมื่อมีอัตราการเจริญเพิ่มขึ้น (วงปีกว้างขึ้น) ส่วนเนื้อในปลายฤดูก็จะเพิ่มขึ้นซึ่งเซลล์ในส่วนนี้จะเป็นเซลล์ที่มีผนังหนา และมีจำนวนมากก็จะทำให้ค่าถ.พ. และความแข็งแรงของไม้เพิ่มขึ้น ส่วนไม้เนื้อแข็งที่เซลล์พอร์ ในวงปีมีขนาดและกระจายสม่ำเสมอ (diffuse porous) แม้จะมีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้นก็ไม่มีผลต่อค่าถ.พ. และความแข็งแรงของไม้เว้นแต่จะมีการเจริญเติบโตที่สูงมากเกินไป เช่นเดียวกับกรณีไม้เนื้อแข็งที่เซลล์พอร์ขนาดต่างกันส่วนในไม้เนื้ออ่อนที่มีอัตราการเจริญเติบโตเพิ่มมากขึ้น จะทำให้ส่วนเนื้อไม้ต้นฤดูที่มีความหนาแน่นต่ำเพิ่มจำนวนขึ้น เป็นผลให้ความแข็งแรงและความหนาแน่นของไม้ลดลงเมื่อวงปีกว้างมากขึ้น ยกเว้นไม้เนื้ออ่อนบางชนิดที่แก่นวงปีมีขนาดแคบ ก็อาจจะมี ความหนาแน่นต่ำได้

5. ตำแหน่งที่เป็นตาไม้ ตาไม้ที่มีอยู่ในเนื้อไม้จะทำให้ความแข็งแรงของไม้ลดลง ทั้งนี้ยังขึ้นอยู่กับขนาดและบริเวณที่ต่อไม้ขึ้นอยู่กับ ตาไม้ที่อยู่รวมกันเป็นกลุ่มจะสำคัญกว่าตาไม้ที่อยู่กระจัดกระจาย และตาไม้ที่มีขนาดใหญ่ก็จะมีผลกระทบมากกว่าขนาดเล็ก

6. ลักษณะโครงสร้างของไม้ที่เกี่ยวกับความทนทานตามธรรมชาติของไม้ ไม้แต่ละชนิดมีความทนทานต่อการทำลายของเห็ด รา และแมลงแตกต่างกัน ไม้ที่ทนทานต่อการทำลายของเห็ดราได้ อาจไม่ทนทานต่อแมลงก็ได้ สาเหตุสำคัญที่ทำให้ไม้มีความทนทานตามธรรมชาติ คือ เนื้อไม้จะมีสารแทรกที่เป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตที่จะทำลายเนื้อไม้ ซึ่งสารแทรกนี้จะมีอยู่ในแก่นไม้ ยังมีเหตุผลอีกบางประการที่

สามารถใช้อธิบายถึงเหตุผลที่ไม่มี ความทนทานตามธรรมชาติ เช่น การที่ไม่มี ความชื้นต่ำ การที่ช่องว่างของเซลล์มีสารบรรจุอยู่ เช่น กัมเรซินโทโลส เป็นต้น มีปัจจัยบางประการที่น่าสังเกตที่เกี่ยวข้องกับความทนทานตามธรรมชาติของไม้ ได้แก่ ความหนาแน่น มีไม้หลายชนิดที่มีความหนาแน่นมาก แล้วมีความทนทานตามธรรมชาติสูงแต่มีข้อสังเกตว่า ไม้บางชนิดก็ไม่เป็นไปตามนี้ นอกจากนั้น ไม้ที่มีน้ำหนักมากบางชนิดยังมีแก่นไม้ที่มีความทนทานตามธรรมชาติ

คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด

การจำแนกชนิดของไม้

ไม้เนื้ออ่อน (Hard Wood) เป็นไม้ที่มีวงปีกว้างมาก เนื่องจากเป็นไม้โตเร็ว ลำต้นใหญ่ เนื้อค่อนข้างเหนียว แต่ใช้ทำงานง่าย เนื้อไม้มีสีจาง หรือ ค่อนข้างซีด เช่น ไม้ยาง ไม้ฉำฉา ไม้โมก ไม้กระถ่อน ไม้ยมหอม ไม้จำปาป่า ไม้สนต่างประเทศ เป็นต้น เหมาะกับงานในที่ร่มหรืองานชั่วคราว งานตกแต่ง และเครื่องมือเครื่องใช้

ไม้เนื้อแข็ง (Soft Wood) เป็นไม้ที่มีวงปีมากกว่าไม้เนื้ออ่อน เพราะเจริญเติบโตช้ากว่า คือต้องมีอายุหลายสิบปี จึงจะนำมาใช้งานได้ ลักษณะทั่วไปของไม้จะมีเนื้อมัน ลายละเอียด มีน้ำหนักมาก เนื้อแน่น สีเข้ม (แดงถึงดำ) แข็งแรงทนทาน เช่น ไม้สัก ไม้ตะแบก ไม้ประดู่ ไม้มะเกลือ เป็นต้น เหมาะสำหรับ งานเฟอร์นิเจอร์ งานก่อสร้างบ้านและเครื่องมือ

ไม้เนื้อแกร่ง เป็นไม้ที่มีการเจริญเติบโตช้ามาก จึงทำให้วงปีถี่มากกว่าไม้สองชนิดแรก คือต้องมีอายุไม่น้อยกว่า 60-70 ปี จึงจะนำมาใช้งานได้ เนื้อไม้มีสีเข้มค่อนข้างแดง น้ำหนักมาก และแข็งกว่าไม้เนื้อแข็ง ไม้ที่จัดอยู่ในกลุ่มนี้ส่วนใหญ่เป็นไม้ที่ใช้ในการก่อสร้าง หรือเป็นโครงสร้าง อาทิ คาน ตง เสาคาน ได้แก่ ไม้แดง ไม้ชิงชัน ไม้ตะเคียน ไม้มะค่าโมง ไม้พะยูง ไม้เต็ง เป็นต้น

คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้แต่ละชนิด

ในที่นี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติและประโยชน์ของไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งปานกลาง และไม้เนื้ออ่อน ที่ควรทราบตามลำดับ ดังนี้

1. ไม้เนื้อแข็ง

มีหลายชนิด เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้

1.1 ไม้เต็ง เป็น ไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดงทั่วไปยกเว้นภาคใต้ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อน เมื่อแรกตัดทิ้งไว้นาน จะเป็นสีน้ำตาลแก่แกมแดง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอแข็งแรง และทนทานมากแห้งแล้วเสี้ยนสับสนได้ยาก น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,040 กิโลกรัม ต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรางรถไฟเครื่องมือกลกรรมโครงสร้างอาคาร เช่น ตง คาน วงกบ ประตูหน้าต่าง โครงหลังคา เสาคาน

1.2 ไม้รัง เป็นต้นไม้ขนาด กลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดงทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลอมเหลือง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง หนัก แข็งแรง และทนทานมาก

เลื่อยไสกบตกแต่งค่อนข้างยาก เมื่อแห้งจะมีลักษณะคุณสมบัติคล้ายไม้เต็ง จึงในบางครั้งเรียกว่าไม้เต็ง ริงน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเสาและโครงสร้างอาคารต่างๆ ทำหมอนรางรถไฟ ทำเครื่องมือกลึงกรรม

1.3 ไม้แดง เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นทั่วไปในป่าเบญจพรรณแล้งและชื้น ลักษณะของเนื้อไม้มีสีแดงเรื่อๆ หรือ สีน้ำตาลอมแดง เสี้ยนเป็นลูกคลื่นหรือสับสน เนื้อละเอียดพอประมาณ แข็งเหนียวแข็งแรงและทนทาน เลื่อยไสกบแต่งได้เรียบร้อยขัดชักเงาได้ดีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรไม้นี้นิยมในการก่อสร้างในส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น พื้น วงกบประตูหน้าต่าง ทำเกวียน ทำเรือหมอนรางรถไฟ เครื่องเรือน เครื่องมือกลึงกรรม ด้านเครื่องมือ คันชั่ง ไม้แดงนี้ปลวกหรือเพรียงจะไม่ค่อยรบกวน และเป็นไม้ที่ต้านทานไฟในตัวด้วย ไม้แดง เป็นไม้ที่มีความแข็งแรงมาก ทำให้เวลาเกิดความชื้นหรือร้อน และขยายตัว จะดันจนกำแพงแตกได้ (กรณีเป็นพื้น) หรือ หากไปตีขีด ทำฝาเพดาน (ชายคา) ด้านนอกบ้าน ก็จะดันจน เครื่องหลังคา มีปัญหาง่าย ต่างกับไม้สักหรือมะค่า ที่อ่อน/แข็ง แต่ยืดหดตัวน้อยกว่าครับ ยิ่งถ้าเป็น ตะเคียนทองแท้ (ต้องมีรอยมอดป่า) การยืดหดค่อนข้างน้อยมาก ครับ เอาไปทำวงกบละก็ ดีมากเลย

1.4 ไม้ตะเคียนทอง เป็นต้นไม้ใหญ่และสูงมากขึ้นเป็นหมู่ตามป่าดิบชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้มีสีเหลืองหม่นสีน้ำตาลอมเหลืองมักมีเส้นสีขาวหรือเทาขาวผ่าน เสมอ สีที่ผ่านนี้เป็นท่อน้ำมันหรือยาง เสี้ยนมักสับสนเนื้อละเอียดปานกลางแข็ง เหนียว ทนทาน ทนปลวกได้ดี เมื่อนำไปเลื่อย ไสกบตกแต่งและชักเงาได้ดีมาก น้ำหนักโดยเฉลี่ย 750 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ไม้หมอนรางรถไฟ ไม้ชนิดนี้นิยมใช้ทำเรือมาก และยังใช้การได้ดีทุกอย่างที่ต้องการความแข็งแรง เหนียว และทนทาน

1.5 ไม้ตะแบก เป็นต้นไม้สูงใหญ่ตอนโคนมีลักษณะเป็นพู ขึ้นในป่าเบญจพรรณชื้นและแล้งทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีเทาจนถึงสีน้ำตาลอมเทาเสี้ยนตรงหรือเกือบตรง เนื้อละเอียดปานกลาง เป็นมัน แข็งเหนียว แข็งแรงทนทานดีถ้าใช้โร้มน้ำตากแดดตากฝนใช้ทำเสาบ้าน ทำเรือ แพ เกวียน เครื่องกลึงกรรม ไม้ตะแบกชนิดหลายใช้ทำเครื่องเรือนได้สวยงามมาก ใช้ทำด้ามมีด ไม้ถือ กรอบรูป ด้ามปืน เป็นต้น

1.6 ไม้สัก เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ในป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือและบางส่วนของภาคกลางและตะวันตก ลักษณะเนื้อไม้สีเหลืองทองนานเข้าจะกลายเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแกมสีคล้ำ เหมือนหนังฟอกเก่าๆ และมีน้ำมันในตัวมักมีเส้นสีแก่แทรกเสี้ยนตรงเนื้อหยาบและไม่สม่ำเสมอ แข็งพอประมาณแข็งแรงทนทานที่สุดปลวกมอดไม่ทำอันตราย นำไปเลื่อย ไสกบตกแต่งง่าย แกะสลักได้ดี ชักเงาได้ง่ายและดีมากเป็นไม้ที่ฝังให้แห้งได้ง่ายและอยู่ตัวดี น้ำหนักโดยประมาณ 640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม้สักเป็นที่นิยมมากในการทำเครื่องเรือนทำบานประตูหน้าต่าง ทำเรือ แกะสลักต่างๆ ปริมาณที่ท่าออกจำหน่ายยังมีมากพอสมควร ไม้สักเป็นไม้ที่เป็นสินค้าส่งออกและเป็นที่นิยมของชาวต่างประเทศมาก ไม้สักที่ใหญ่ที่สุดในโลกปัจจุบันนี้ขึ้นอยู่ที่บ้านปางเกลือ ตำบลน้ำไคร้ อำเภอน้ำป่าด จังหวัดอุดรธานี มีความสูง 51 เมตร วัตรอบต้นได้ 10.58 เมตร ใช้คนกางแขนโอบรอบต้นได้ไม่น้อยกว่า 8 คน กรมป่าไม้ได้ประมาณอายุต้นสักนี้ไว้ไม่น้อยกว่า 1,500 ปี

1.7 ไม้ซีก เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นตามป่าดิบและป่าเบญจพรรณชื้นทั่วประเทศเว้นแต่ทางภาคเหนือ ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนถึงแก่เสี้ยนตรงพอประมาณเนื้อหยาบและสับสนแข็งพอ

ประมาณ เหนียวทนทานนำไปเลื่อย โสภบตบแต่งได้ยาก บางครั้งเรียกว่า เต็งตง น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 961 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรองรถไฟ ใช้ก่อสร้าง เช่น ทำโครงสร้าง ตง คาน โครงหลังคา พื้น

1.8 ไม้เคี่ยม เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงตรง ขึ้นชุกชุมในป่าดิบชื้นทางภาคใต้บางแห่งใหญ่ วัดเส้นผ่าศูนย์กลางได้ถึง 3 เมตร ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลหรือสีน้ำตาลอ่อน ทิ้งไว้นานเป็นสีน้ำตาลแก่หรือเกือบดำ เส้นค่อนข้างสั้นเนื้อละเอียดแข็ง เหนียวหนัก แข็งแรงมาก ใช้ในน้ำได้ทนทานดี นำไปเลื่อยโสภบตบแต่งได้ค่อนข้างง่ายน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 800 - 990 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตรใช้ทำหมอนรองรถไฟโครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงมาก สะพาน แพ พื้น ใช้ในที่แจ้งทนแดดทนฝนดีมาก

1.9 ไม้มะค่าแต้ เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ขึ้นประปรายในป่าแดงและป่าเบญจพรรณแล้ว ทั่วไปลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแก่ เลื่อยทิ้งไว้นานสีจะเข้มขึ้น มีเส้นเสี้ยน ผ่านซึ่งมีสีแก่กว่าสีพื้นเสี้ยนสับสนเนื้อค่อนข้างหยาบแต่สม่ำเสมอเป็นมัน เลื่อม แข็งและทนทานมากทนผดปลวกได้ดี เลื่อยโสภบตบแต่งได้ยาก ถ้าดอกตะปูลงในแก่นไม้จะตอกไม้ยากและตะปูกัดคองเพราะความแข็งแรงของไม้ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,090 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างต่าง ๆ ทำไม้หมอนรองรถไฟทำเครื่องเกวียน เครื่องไถนา เครื่องเรือน เป็นต้น

1.10 ไม้ประดู่ เป็นต้นไม้ต้นสูงใหญ่ ขึ้นในเบญจพรรณชื้นและ แล้งทั่วไปเว้นแต่ทางภาคใต้ มีชุกชุมทางภาคเหนือและภาคอีสานลักษณะเนื้อไม้สีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอย่างสี อีฐแก่ สีเส้นเสี้ยนแก่กว่าสีพื้นบางที่มีลวดลาย สวยงามมาก เส้นสับสนเป็นริ้ว เนื้อละเอียดปานกลาง แข็งและทนทาน โสภบตบแต่งได้ดีและชักเงาได้ดีน้ำหนักโดยเฉลี่ย 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้าง ทำเกวียนเรือเรือนที่สวยงามทำจากปุ่มประดู่ทำด้ามเครื่องมือและสิ่งอื่นๆ ที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน ในประเทศจีนและญี่ปุ่นนิยมใช้ทำเครื่องเรือนกันมาก ไม้ประดู่ ส่วนใหญ่คือ ประดู่แดงหรือ ประดู่เหลือง ความแข็งใกล้เคียงกับไม้แดง แต่ยืดหยุ่นน้อยกว่า (ถามจากช่างไม้ และช่างทำวงกบมาหลายราย) แต่คนไม่ค่อยชอบ เพราะ สีบางครั้งออกเป็นจ้ำๆ (ไม่สวยเหมือนมะค่า) แต่ก็ไม่เรียบร้อยเหมือน ไม้แดง ตอนแรกๆ ก็เลยไม่เป็นที่นิยมกัน ... จนมาปิดป่าไม้แดง เมื่อหลายปี มาปีนี้แหละครับ ไม้ประดู่ จึงเริ่มเป็นที่รู้จักกัน อย่าง จริงจัง ครับ

2. ไม้เนื้อแข็งปานกลาง

มีหลายชนิดเช่นไม้ยางไม้กระบากหรือไม้กะบากไม้กระท้อน และอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้

2.1 ไม้ยาง เป็นต้นไม้สูงใหญ่ สูงชูด ไม่มีกิ่งที่ลำต้น มักขึ้นเป็นหมู่ในป่าดิบชื้น และที่ต่ำชุ่มชื้นตามบริเวณใกล้เคียงแม่น้ำลำธารในป่าดิบและป่าอื่นๆ ทั่วไป ต้นบางชนิดสามารถเผาเอาน้ำมันยางได้ (แต่เป็นคนละชนิดกับต้นยางพารา) ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อหรือสีน้ำตาลหม่นเสี้ยนมักตรงเนื้อหยาบ แข็งปานกลางใช้ในร่มทนทานดีเลื่อยโสภบตบแต่งได้ดีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 650 - 720 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ทำหีบ ที่นิยมใช้กันมากคือใช้เป็นไม้ฝา ไม้คร่าว ฝาเพดาน คร่าวฝา

2.2 ไม้กระบากหรือไม้กะบาก เป็นต้นไม้สูงใหญ่ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณขึ้นทั่วประเทศ ทางพฤกษศาสตร์จะมีอยู่หลายชนิด แต่ในส่วนเนื้อไม้ และการใช้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ใช้ร่วมกันได้ดีลักษณะเนื้อไม้โดยรวมมีสีตั้งแต่ขาวเหลืองถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดงเรื่อๆ เสี้ยนมักตรงเนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง เหนียว เด็งพอประมาณ เลื่อยไสกบตกแต่งได้ไม่ยาก แต่มีข้อเสียคือเนื้อเป็นทรายทำให้กัดคมเครื่องมือ ผึ่งแห้งง่ายและไม่ค่อยเสื่อมเสีย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ดีเพราะถูกน้ำแล้วไม่บดงหรือโค้ง ทำเครื่องเรือนราคาถูก ทำกล่องใส่ของเก่าๆ

2.3 ไม้ชุมแพรก เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นประปรายตามป่าดิบชื้นทางภาคตะวันออก เช่นทางอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และในภาคกลางบางแห่ง ลักษณะเนื้อไม้เมื่อเลื่อยหรือตัดใหม่ๆ จะเป็นสีแดงเข้มเมื่อทิ้งไว้ถูกอากาศจะเป็นสีน้ำตาลอมแดงเป็นมันลื่น เสี้ยนมักตรงและสม่ำเสมอ เป็นริ้วห่างๆ เหนียวแข็ง ใช้ในร่มทันทานดี เลื่อยไสกบตกแต่งได้ง่าย ชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ก่อสร้าง เช่น ทำพื้น ฝา

2.4 ไม้ันนรี เป็นต้นไม้ขนาดกลาง ขึ้นในป่าดิบชื้นและป่าโปร่งชื้น ลักษณะไม้สีชมพูอ่อน ถึงน้ำตาลแกมชมพู เป็นมันลื่น เสี้ยนตรงหรือเป็นลูกคลื่น หรือสับสนบ้างเล็กน้อย เนื้อหยาบปานกลาง เลื่อนผ่าไสกบตกแต่งได้ง่ายๆ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 575 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำไม้พื้นเพดานและฝา ทำเครื่องเรือน ทึบใส่ของต่างๆ

2.5 ไม้มะม่วงป่า เป็นต้นไม้ใหญ่ ขึ้นห่างๆกันในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ หรือตามที่ชุ่มชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่นมากนัก สีน้ำตาลไหม้ เสี้ยนค่อนข้างตรง เนื้อเป็นมันเล็กน้อย แข็งเหนียว ใช้ในร่มทันทานดีเลื่อยไสกบง่ายน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือน ทึบใส่ของ ไม้บรรทัด ปอกออกมาเป็นแผ่นบางๆ ใช้ทำไม้อัด

2.6 ไม้กระท้อน เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามป่าดิบชื้นทั่วประเทศ ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อๆ ปนเทา เสี้ยนไม่ตรง เนื้อค่อนข้างหยาบ แข็งแรงปานกลาง ใช้ในร่มทันทานพอสมควร เลื่อนไสกบตกแต่งได้ง่ายขัดและชักเงาได้ ผึ่งให้แห้งได้ง่าย แต่หดตัวมาก ใช้ทำพื้น เพดาน เครื่องเรือน

3. ไม้เนื้ออ่อน

มีหลายชนิดเช่น ไม้สยาขาว ไม้ก้านเหลือง ไม้มะยมป่า ไม้ต้นมะพร้าว ซึ่งคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบต่อไปนี้

3.1 ไม้สยาขาว เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามไหล่เขา และบนเขาในป่าดิบทางภาคใต้ บางจังหวัด เช่น ยะลา นราธิวาส ลักษณะเนื้อไม้สีชมพูอ่อนแกมขาวถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดง มีริ้วสีแก่กว่าสีพื้นเป็นมันลื่นเสี้ยนสับสนเนื้อหยาบอ่อน ค่อนข้างเหนียว ทันทานในร่ม เลื่อย ไส ฝาได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 480 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือนและส่วนของอาคารที่อยู่ในร่ม เปลือกใช้ทำไม้อัดได้

3.2 ไม้ก้านเหลือง เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นตามริมน้ำแม่น้ำลำธาร หรือในที่ชุ่มชื้นทั่วไปลักษณะเนื้อไม้สีเหลืองเข้มถึงสีเหลืองปนแสดเสี้ยน ตรงละเอียดพอประมาณ และอ่อน

นำไปเสียบใส่กับได้ง่ายชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 540 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำพื้น ฝา เครื่องเรือน ฝ้า ฝ้าของ

3.3 ไม้มะยมป่า เป็นไม้ขนาดกลาง ถึงขนาดใหญ่ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นหรือป่าเบญจพรรณขึ้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่นสีจากถ้าถูกอากาศนานๆ สีจะนวลขึ้น เส้นตรง เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอและอ่อนใส่กับได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำทำานไม้ขีดไฟ กลักไม้ ชิดไฟ ฝ้า ฝ้าของ ปัจจุบันใช้ทำเครื่องเรือนต่างๆ

3.4 ไม้ต้นมะพร้าว เนื้อมีความหนาแน่นใช้เป็นโครงสร้างได้ ความหนาแน่นตรงริมมีมากกว่าตรงกลางต้นตอนกลางๆ มีความหนาแน่น 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร แต่ตอนริมมีความหนาแน่นถึง 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (ที่มา: "ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย" ฝ่ายวิจัยไม้กรมป่าไม้) คุณสมบัติของไม้

โดยที่ไม้เกิดจากต้นไม้อายุหลายชนิด คุณสมบัติในด้านต่างๆ ที่จะนำมาใช้ประโยชน์ จึงมีความแตกต่างกันไป ไม้แต่ละชนิดย่อมเหมาะสมกับงานแต่ละอย่างมากขึ้นน้อยไม่เหมือนกัน ในงานก่อสร้าง เรามักคำนึงถึงความแข็งแรง และความทนทาน ในประดิษฐกรรม เครื่องเรือน หรือส่วนประกอบเครื่องจักรกล ซึ่งต้องการความสวยงาม และแน่นอนในการเข้าไม้ เราอาจคำนึงถึงลวดลายในไม้ การหด หรือการพองตัว ความยากง่ายในการไสกับตกแต่ง ตลอดจนการลงน้ำมัน ในการทำลึงใส่ของ เราอาจคำนึงถึงความหนักเบา และความยากง่ายในการตีตะปู ในการทำ เยื่อกระดาษเราสนใจถึงปริมาณส่วนประกอบทางเคมีของไม้ และลักษณะของเส้นใย รวมทั้งความยากง่ายในการฟอกสี

ความชื้น หมายถึง น้ำที่มีอยู่ในไม้ มีความสัมพันธ์ต่อคุณสมบัติของไม้ในด้านต่างๆ อย่างสำคัญยิ่ง ปริมาณความชื้นในไม้ นิยมแสดงเป็นค่าส่วนร้อยของน้ำหนักของเนื้อไม้แท้ๆ ซึ่งความชื้นในไม้ หาได้จากสูตร

$$\% \text{ ความชื้นของไม้} = (ก-ล) \times 100 / ล$$

โดย ก หมายถึง น้ำหนักก่อนอบ

ล หมายถึง น้ำหนักหลังอบ

เช่น ไม้ชิ้นหนึ่ง ชั่งน้ำหนักขณะที่มีความชื้นอยู่ได้ 112 กรัม หลังจากนำเข้าเตาอบจนกระทั่งน้ำระเหยไปหมด ชั่งอีกครั้งหนึ่ง ได้น้ำหนักเหลือ 100 กรัม

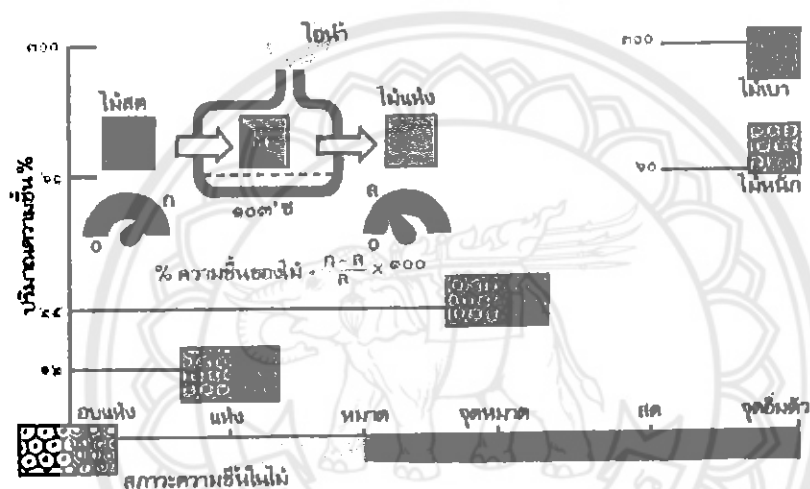
$$\begin{aligned} \text{เมื่อคำนวณแล้วได้ความชื้นของไม้} &= (112 - 100) \times 100 / 100 \\ &= 12 \% \end{aligned}$$

น้ำหนัก 12 กรัมที่หายไป คือ น้ำหนักน้ำ คิดเป็นส่วนร้อยของน้ำหนักไม้ได้ร้อยละ 12

ตามปกติ ไม้จะมีความชื้นอยู่ในตัวเสมอไม่มากก็น้อย ในขณะที่ถูกตัดโค่นลงใหม่ๆ ความชื้นอาจมีแตกต่างกันระหว่างร้อยละ 60-300 หรือสูงกว่านั้น และมีบรรจุอยู่ในช่องเซลล์ และผนังเซลล์ เมื่อปล่อยให้ไว้ในอากาศ หลังจากตัดทอนหรือแปรรูปเป็นแผ่นแล้ว ไม้จะค่อยๆ แห้งลงเอง โดยที่น้ำในช่อง

เซลล์จะแห้งไปก่อน จนถึงระดับหนึ่ง ซึ่งความชื้นในผนังเซลล์ยังมีอยู่เต็ม แต่ความชื้นในช่องเซลล์หมดไป เราเรียก ความชื้นระดับนี้ว่า จุดหมาด ความชื้นที่จุดหมาดของไม้ชนิดต่างๆ มีค่าไล่เลี่ยกันระหว่างร้อยละ 25 - 30 ไม้ที่มีความชื้นสูงกว่าจุดหมาด เรียกว่า สด ไม้ที่หมาดแล้วนี้ จะต้องเสียความชื้นต่อไป จนกระทั่งได้ส่วนสัมพันธ์กับความชื้นในอากาศโดยรอบ ไม้ที่แห้งจนได้ส่วนสัมพันธ์กับความชื้นในอากาศแล้วนี้ เรียกว่า แห้ง หรือแห้งในอากาศ สำหรับประเทศไทย ปริมาณความชื้นไม้แห้งจะมีค่าเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่างร้อยละ 10 - 16 หรืออาจสูงต่ำกว่านี้บ้าง ตามความเปลี่ยนแปลงความชื้นในอากาศของฤดูกาลต่างๆ

เป็นที่สังเกตว่า การที่จะไม่ให้มีความชื้นเหลืออยู่เลยตามธรรมชาตินั้น เป็นสิ่งที่เป็นไปได้ เว้นแต่จะทำการอบด้วยเตาอบ มีอุณหภูมิสูงกว่า 100 องศาเซลเซียสเท่านั้น สภาพที่ไม่มีมีความชื้นเป็นศูนย์เช่นนี้ เรียกว่า อบแห้ง



ภาพที่ 3.2 ภาพแสดงการหาค่าความชื้นของไม้

น้ำหนัก เป็นคุณสมบัติที่รู้จักกันแพร่หลาย และทดสอบหาค่าได้ง่ายกว่าคุณสมบัติอย่างอื่น การกล่าวถึงน้ำหนักของสาร โดยทั่วไป เราใช้วิธีเทียบเป็นทศนิยมของน้ำหนักน้ำที่มีปริมาตรเท่ากัน ซึ่งเรียกกันว่า ความถ่วงจำเพาะ (ถพ.) เนื้อไม้แห้งๆ จะมีค่าความถ่วงจำเพาะโดยเฉลี่ยประมาณ 1.54 หรือหนักกว่าน้ำประมาณหนึ่งเท่าครึ่ง การที่ไม้ลอยน้ำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้แห้ง เพราะฉะนั้นเนื้อไม้มีช่องว่างอยู่ทุกๆ ไป ในประเทศไทยมีไม้หลายพันธุ์ และมีความถ่วงจำเพาะแตกต่างกันระหว่าง 0.3 - 1.3 เป็นส่วนใหญ่ ไม้ที่เบาที่สุด ได้แก่ ไม้เทีย ถพ. 0.12 ซึ่งมีทางภาคใต้ ที่หนักที่สุด ได้แก่ ไม้มะเกลือ ถพ. 1.35 มีอยู่ทุกๆ ไป

ไม้จะหนัก หรือเบาเพียงไร ขึ้นอยู่กับความหนาบางของผนังเซลล์คำนวณเป็นสำคัญ ไม่มีผนังเซลล์คำนวณหนักก็เบา ถ้าบางก็เบา ความชื้นในไม้มีบทบาทเกี่ยวกับน้ำหนักอยู่มาก กล่าวคือ ถ้ามีความชื้นสูงก็มีน้ำหนักมาก ถ้ามีความชื้นน้อยก็มีน้ำหนักเบา ลงตามส่วน ในสมัยที่การคมนาคมทางบกไม่สะดวก การทำไม้สักต้องใช้วิธี "กาน" หรือตัดกระพี้ โดยรอบโคนต้นให้ขาดถึงแก่น ทำให้ไม้ตาย

ปล่อยให้ไว้ให้แห้งประมาณ 2 ปีเสียก่อน จึงทำการตัดโค่น การทำเช่นนี้ ทำให้ไม้ลอยน้ำได้โดยไมจำเป็นต้องมีหุ่นช่วย และหุ่นค่าใช้จ่ายได้มาก



ภาพที่ 3.3 ภาพแสดงการขนส่งไม้โดยไม้ไม่ต้องมีหุ่นช่วยในการลอยตัว

การหดและการพองตัว เกิดขึ้นเมื่อไม้เสียความชื้น หรือได้รับความชื้นเพิ่มตามลำดับ ในระดับที่มีความชื้นต่ำกว่า จุดหมาด ไม้ที่เสกบดกแต่งประกอบเข้าชิดสนิทกัน ดูงามดีในขณะที่ไม้ยังสด ภายหลังเมื่อไม้แห้งลงจะเกิดร่อง หรือความหละหลวมที่รอยต่อนั้นๆ เนื่องมาจากการหดตัวของไม้ โดยนัยกลับกัน หากนำไม้แห้งอัดชิด แล้วปล่อยให้ถูกน้ำหรือความชื้นสูง ส่วนประกอบนั้นอาจ ดันกันจนโค้งงอขึ้นมาได้ เพื่อป้องกันการเสียหายอันเกิดจากการหดการพองตัวนี้ จึงมีความจำเป็นที่เราจะต้องเลือกใช้ไม้ที่มีความชื้นให้เหมาะสมถูกต้องกับกาลเทศะ

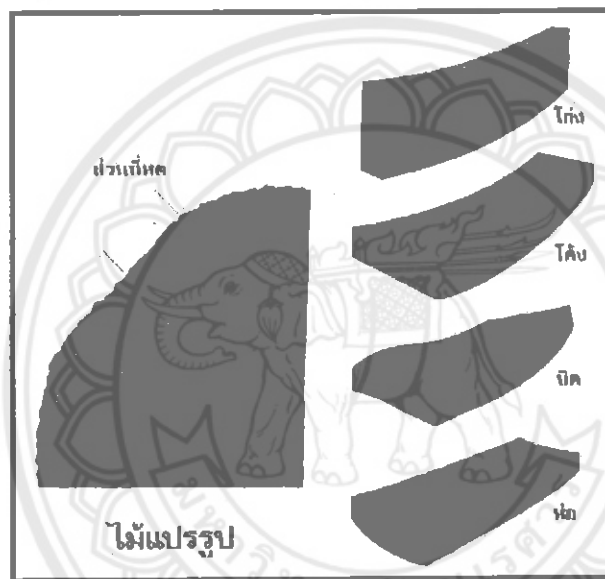
ขนาดของการหดและพองตัว เราเรียกกันเป็นส่วนร้อยของขนาดหรือปริมาตรเดิม เช่น ไม้สดมีขนาดวัดได้ 100 มิลลิเมตร แห้งแล้ววัดได้ 96 มิลลิเมตร หายไป 4 มิลลิเมตร ดังนี้เรียกว่า ไม้ นั้นหดตัวตั้งแต่ อยู่ในสภาพสดถึงแห้งร้อยละ 4 ไม้โดยทั่วๆ ไป หดตัวมากที่สุดตามแนวสัมผัส ซึ่งจะมีความประมาณ 1.5 - 2 เท่าของการหดตัวตามแนวรัศมี และหดตัว น้อยมากตามแนวยาวของลำต้น ตัวอย่างการหดตัวตั้งแต่อยู่ในสภาพสดถึงอบแห้งของไม้ไทยบางชนิด ได้นำมาเปรียบเทียบให้ดูดังต่อไปนี้

ชนิดไม้	การหดตัว (%)		
	รัศมี	สัมผัส	ตามยาว
สัก	2.7	5.2	0.00
ท่าโจร	6.1	12.8	0.41
มะมื่น	6.3	9.0	0.03
สนเขา	4.4	6.3	0.34
สมพง	4.0	7.3	0.13

ตารางที่ 3.1 ตารางแสดงการหดตัวของชนิดไม้

การที่ไม้หดตัวตามทิศทางต่างๆ ไม่เท่ากันนี้ ทำให้ไม้แปรรูปที่ได้จากส่วนต่างๆ ของต้นไม้เมื่อยังสด มีรูปเปลี่ยนแปลงไปได้เมื่อไม้แห้งลง ไม้ที่ด้านกว้างสองด้านขนานกับปริซึม จะหดตัวมากทางความหนา ที่ด้านกว้างสองด้านขนานกับแนวสัมผัส จะหดตัวมากทางความกว้าง ที่มีด้านก้ำกึ่งอยู่ระหว่าง 2 พวกแรก มุมที่เคยได้อาจจะกลับเย็บไป สำหรับไม้ท่อนกลม หรือไม้แปรรูปที่มีไส้หรือใจติดอยู่ตรงกลาง มักจะมีรอยแตกอ้าตามผิวรอยหนึ่ง หรือหลายๆ รอยเสมอ สำหรับตามแนวยาวของไม้ อาจจะมีการโก่ง โค้ง และบิด

ไม้ที่ใช้งานตากแดดตากฝนอยู่เป็นประจำ เช่น พื้นชาน ก็มีเหตุที่ทำให้ไม้หดตัวไม่เท่ากัน เกิดจากความแตกต่างของปริมาณความชื้น ที่ผิวของไม้กับไม้ ส่วนที่อยู่ลึกๆ ลงไป ในที่สุดก็ทำให้เกิดรอยปริ รอยร้าว หรือรอยแตกปรากฏอยู่ทั่วไป



ภาพที่ 3.4 ภาพแสดงการเสียรูปจากการหดตัว

ความแข็งแรง หมายถึง ความสามารถของไม้ที่จะรับน้ำหนัก หรือแรงภายนอก เช่น แรงน้ำ แรงแลม น้ำหนักของสิ่งของ หรือแรงที่มนุษย์ทำขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบโดยเฉพาะ เป็นคุณสมบัติสำคัญที่จะต้องพิจารณาเมื่อนำไม้มาใช้ก่อสร้างบ้านเรือน หรืองานอื่นๆ ในลักษณะเดียวกัน แรงที่เข้ามากระทำต่อไม้ที่ใช้ในการก่อสร้างนั้น แยกได้เป็น 3 ประเภท คือ

แรงดึง ซึ่งมีผลทำให้ไม้แยกออกจากกัน เช่น ไม้ที่ใช้ยึดโยงต่างๆ

แรงบีบ มีผลให้ไม้บีบตัวเข้าหากัน เช่น ไม้ที่ใช้เป็นเสาตอม่อ หรือไม้ค้ำยัน

แรงเฉือน ทำให้ไม้ส่วนหนึ่งไถลเลื่อนเคลื่อนคลาดออกไปจากส่วนข้างเคียง

บางกรณี เช่น ไม้ที่ใช้งานในลักษณะคาน คง ได้รับแรงทั้ง 3 ประเภท เข้ากระทำพร้อมๆ กัน กล่าวคือ รับแรงบีบทางด้านบน หรือด้านโค้งเข้า แรงดึงทางด้านล่าง หรือด้านโค้งออก และแรงเชือดตามแนวยาวของคาน ความจริงยังมีคุณสมบัติที่เกี่ยวข้องกับความแข็ง แรงอยู่อีก 3 อย่าง คือ ความยากง่ายในการทำให้ไม้ เสียรูป เรียกว่า ความตื้อ หรือความยืดหยุ่น ความยาก ง่ายในการทำให้ไม้แตกหักออกจากกัน เรียกว่า ความ เหนียว หรือความเปราะ และความสามารถด้านทานต่อ ความขีดข่วนเจาะไช เรียกว่า ความแข็ง คุณสมบัติทั้งสี่นี้ รวมเรียกว่า กลสมบัติของไม้

ในการทดลองหาค่าทางกลสมบัติของไม้ตามวิธี มาตรฐานสากล มีการทดลองในการดัด (รับแรงอย่าง คานโดยเพิ่มน้ำหนักหรือแรงที่ละน้อยๆ) การเคาะ (รับแรงอย่างคานแต่เป็นแรงที่มีความเร็วต้นหรือแรง กระแทก) การบีบขนานเสี้ยนและตั้งฉากเสี้ยน การ เชือดตามแนวเสี้ยน การตั้งตั้งฉาก เสี้ยน และความแข็ง ทั้งนี้โดยทำการทดลองที่ 2 ระดับความชื้น คือ เมื่อสด มีความชื้นเกินร้อยละ 30 และแห้งมีความชื้นร้อยละ 12 โดยทั่วไป ค่าแรงดัดมีความสำคัญมากที่สุด ไม้แห้งจะมีค่าสูงกว่าไม้สด ประมาณ 1.4 – 1.5 เท่า

ค่ากลสมบัติที่ได้จากการทดลอง ใช้เป็นเกณฑ์ ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติไม้ ทำให้เราสามารถเลือกใช้ไม้ได้ตามความเหมาะสม วิศวกรได้อาศัยใช้ในการคำนวณ กำหนดขนาดตัวไม้ที่ใช้เป็นส่วนต่างๆ ของอาคาร



ภาพที่ 3.5 ภาพการทดลองหาค่ากลสมบัติของไม้



ภาพที่ 3.6 ภาพการทดลองหาค่ากลสมบัติของไม้

ความทนทาน หมายถึง ความสามารถในการต่อต้าน หรือต้านทานต่อตัวการทำลายไม้ต่างๆ ที่สำคัญ คือ รา ซึ่งเป็นพืชชั้นต่ำ ทำให้ไม้ผุ หรือเสียสี มอดและปลวก เป็นแมลง ซึ่งอาศัยกินสารในไม้ หรือเนื้อไม้เป็นอาหาร

สำหรับไม้ที่ใช้ในน้ำ ถ้าเป็นน้ำจืด จะมีตัวอ่อน ของแมลงพวกชีปะขาว หรือที่เรียกว่า เพรียงน้ำจืด เข้าทำอันตรายเพื่อใช้เป็นที่ยลบกัย ในน้ำกร่อยหรือน้ำ เค็ม จะมีเพรียง พวกหอยสองฝา และสัตว์พวกกุ้งปู บาง ชนิดเข้าทำลาย เพื่อใช้เป็นที่ยลบกัยอยู่อาศัย และกินเป็นอาหาร สาเหตุที่ทำให้ไม้มีความทนทานแตกต่างกันนั้นวิเคราะห์กันว่า เนื่องมาจากเหตุ 2 ประการ คือความแน่น และสารแทรกในเนื้อไม้ ไม้ที่มีความแน่นสูง หรือมีช่องรูุดตัน ย่อมให้ น้ำ และอากาศถ่ายเทได้ยาก จะมีความทนทานสูงกว่าไม้ที่เบา หรือที่ โครงสร้างโปร่ง แต่ที่สำคัญที่สุด คือ ชนิด และปริมาณสารแทรกที่มีในเนื้อไม้ เห็นได้ชัดจากสารแทรกที่มีในส่วนกระพี้ และแก่นไม้ดังกล่าวมาแล้วแต่ต้น

วิธีทดลองหาความทนทานของไม้ตามธรรมชาติ ที่ถือเป็นสากลในปัจจุบันคือ ใช้ไม้ขนาดกว้างหนา 5 เซนติเมตร ยาว 50 เซนติเมตร ปักไว้ในดินกลางแจ้ง แล้วคอยตรวจตราทุกๆ ระยะ 6 เดือน บันทึกความเสียหายที่เกิดขึ้นเป็นระยะๆ จนไม้เสียหายสิ้นเชิงจึงจะถือว่าเสร็จสิ้นการทดลองไม้ที่ไม่ทนทาน เช่น ปออีแก้ง ปักอยู่ไม่ถึง 6 เดือนก็ผุหรือปลวกมอดทำลายหมดไม้อย่างทนทานได้ 3-4 ปี ไม้ตะเคียนทอง ทนทานได้ถึง 7 ปี ไม้เต็ง รัง สัก ทนทานเกิน 10 ปีขึ้นไป

เกี่ยวกับความทนทานของไม้นี้ เขาแบ่งสภาพ แวดล้อมของสถานที่ซึ่งนำไปใช้ไว้เป็น 6 สภาพ คือ

- ในร่ม หมายถึง เป็นที่พ้นจากแดดฝน ไม่มีโอกาสถูกน้ำ ซ้ำซากได้ กลางแจ้ง ถูกแดดถูกฝนได้ตามกาลเวลา แต่จะไม่เปียกชื้นอยู่นาน
- ที่แฉะชื้น คือ ที่ใช้ติดดินหรือ ที่เปียกชุ่มอยู่เสมอเป็นเวลานานๆ ในน้ำจืดและน้ำเค็ม เช่น เสาเขื่อน สะพาน หรือเรือ และใช้ใต้ดิน เช่น เสาเข็ม
- ไม้ที่ใช้ในร่ม จัดว่าอยู่ในที่ปลอดภัยที่สุด กล่าวคือ ไม่มีโอกาสผุหรือขึ้นรา ถ้าเป็นแก่นก็มักปลอดภัยมอด หากไม่มีมาตรการป้องกันปลวกที่ดี ก็อาจได้รับอันตรายจากปลวกได้
- ไม้ที่ใช้กลางแจ้ง และที่แฉะชื้น มีความล่อแหลมต่ออันตรายจากรา มอด และ ปลวกน้อยมากตามลำดับ
- ไม้ที่จมอยู่ในน้ำ ปลอดภัยจากรา มอด และปลวก แต่ยังมีเพรียงทำลายได้อยู่
- ไม้ที่อยู่ใต้ดิน ในระดับลึกกว่าดินผิวหน้าระดับที่มีซาก พืช หรืออยู่ใต้ระดับน้ำในดินจะปลอดภัยจากตัวการทำอันตรายทั้งปวง

การปรับปรุงคุณภาพไม้

แต่ก่อนมา ตลาดไม้เมืองไทยรู้จักไม้อยู่เพียงไม่กี่ชนิด ที่สำคัญก็มีสัก ประดู่ แดง เต็ง ริง ตะเคียน เคี่ยม และหลุมพอ ไม้เหล่านี้ส่วนใหญ่ง่ายต่อการเลื่อย ผ่า และไสกบตกแต่ง มีความแข็งแรง และทนทานตามธรรมชาติสูง ทดตัวไม่มาก จึงไม่ค่อยแตกร้าว หรือบิดงอ เกิดความเสียหายในสิ่งปลูกสร้างหรือเครื่องใช้ไม้สอยโดยทั่วไป ดังนั้น ความจำเป็นในการปรับปรุงคุณภาพไม้ให้ดีขึ้น จึงไม่ค่อยมี หากมีผู้คิดริเริ่มดำเนินการขึ้นบ้างก็มักขาดการสนับสนุน เนื่องจาก คนไม่ไว้วางใจในประสิทธิภาพ และไม่ยอมเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม อันเนื่องมาจากการปรับปรุงนั้น แต่บัดนี้ ปริมาณไม้ที่ตลาดต้องการมีมากขึ้น ในขณะที่ไม้ดีมีค่าจากป่ามีน้อยลง จำเป็นต้องใช้ไม้ที่มีคุณสมบัติรองๆ ลงไป การปรับปรุงคุณภาพไม้จึงค่อยมีความสำคัญขึ้นมา



ภาพที่ 3.7 ภาพแสดงโฮฟของราซึ่งแทรกเข้าไปทำอันตรายตามเซลล์ไม้

การปรับปรุงคุณภาพไม้นั้นเราอาจทำได้ทั้งในด้านสีความแข็งแรงการหดการพองตัวรวมถึงความทนทาน

การย้อมสี เป็นวิธีหนึ่ง ซึ่งทำไม้ที่มีสีจาง เช่น กระพี้ไม้ มีสีสวยงามขึ้นได้อย่างกว้างขวาง น้ำยาอาบไม้บางอย่าง ก็มีผลทำให้ไม้มีสีสวยงามขึ้นได้ไม่น้อย ปัญหานี้ได้มีการศึกษา และปฏิบัติกันบ้างแล้ว แต่ยังไม่แพร่หลาย



การอัดพลาสติก เป็นวิธีที่ทำให้ความแข็งแรง และทนทานของไม้ดีขึ้นได้ วิธีการ คือ เราอัดสารที่เป็นพลาสติกเข้าไปในไม้ตั้งแต่เมื่อสารนั้นยังอยู่ในสภาพของของเหลว แล้วจึงทำให้มันรวมตัวจับกันเป็นเนื้อพลาสติก ซึ่งเป็นของแข็งในภายหลัง ทั้งนี้อาจทำได้ โดยอาศัยตัวเร่งทางเคมี หรือฉายรังสี ไม้ที่อัดพลาสติกแล้ว อาจไสกบตกแต่งได้อย่างไม่ธรรมดา

ภาพที่ 3.8 ภาพแสดงการอัดพลาสติก

การอัดไม้ด้วยความร้อน ทำให้ไม้มีปริมาตรเล็ก เข้าและคงรูปอยู่ได้ภายหลังการอัด วิธีนี้ทำให้เราสามารถปรับปรุงไม้ที่เบาๆ ให้เป็นไม้หนักขึ้นได้ ในเวลาเดียวกัน ก็ทำให้ไม้แข็งและทนทานขึ้นได้ตามส่วน การอัดไม้ให้มีความถ่วงจำเพาะ 1.2-1.3 (เปรียบเทียบกับความถ่วงจำเพาะของไม้แท้ๆ 1.54) สามารถทำได้โดยง่าย

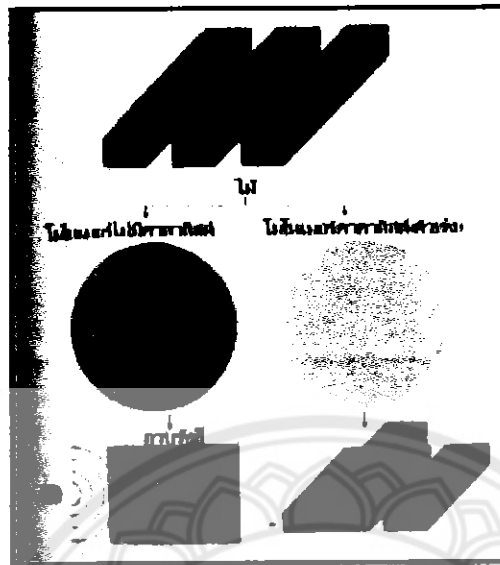


ภาพที่ 3.9 ภาพแสดงสภาพแวดล้อมแล้วตัวการทำอันตรายไม้

สภาพแวดล้อมและตัวการทำอันตรายไม้

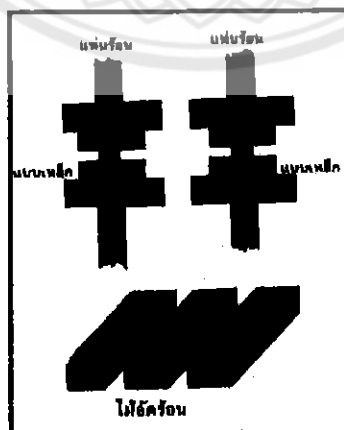
1. ในร่ม
2. กลางแจ้ง
3. ที่ชื้นแฉะ
4. ในน้ำ
 - 4.1 ในน้ำจืด
 - 4.2 ในน้ำเค็ม
5. ในดิน
 - 5.1 ในดินลึก
 - 5.2 ในดินใต้ระดับน้ำ

การอบหรือนึ่งไม้ที่อุณหภูมิสูงๆ ทำให้สารประกอบทางเคมีบางประเภท ซึ่งดูดคายน้ำได้มาก สลายตัว จึงมีผลทำให้การพอง และหดตัวของไม้ลดลงไปด้วย จัดได้ว่าเป็นวิธีปรับปรุงคุณภาพไม้วิธีหนึ่ง



ภาพที่ 3.10 ภาพแสดงการอบและนึ่งไม้

การอบหรือผึ่ง เป็นวิธีทำให้ไม้แห้ง ได้ความชื้นสมดุลกับความชื้นในอากาศเสียก่อน เพื่อป้องกันการหดตัวของไม้ในภายหลังได้เป็นอย่างดี ซึ่งทำได้ไม่ยาก และในปริมาณครั้งละมากๆ ในการอบหรือผึ่งต้องกองไม้ให้โปร่ง ทำให้อากาศในกองไม้ถ่ายเทได้สะดวก การผึ่ง (ผึ่งในอากาศ) ปกติไม้แห้งช้า ต้องเสียเวลานาน เวลาใดอากาศแห้ง ไม้ก็แห้งเร็ว ถ้าอากาศชื้นดั่งเช่นในฤดูฝน ไม้ก็แห้งช้า เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องนี้ จึงได้มีการคิดเตาอบขึ้นใช้ ในเตาอบเราอาจบังคับควบคุมให้อากาศร้อนเย็น แห้งหรือชื้นได้ ตามที่ต้องการ จึงสามารถทำให้ไม้แห้งได้เร็ว เท่าที่จะไม่ทำให้ไม้เสียหายจากการหดตัวของไม้เท่ากันดังกล่าวมาแล้ว



ภาพที่ 3.11 ภาพแสดงการอัดร้อนไม้

การกองไม้ โดยกองให้กองไม้แน่นโปรงไม้ชิดกัน นอกจากจะทำให้ไม้แห้งเร็วแล้ว ยังช่วยป้องกันการเกิดราที่ทำให้ไม้เสียสี และทำให้ไม้ผุได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ส่วนของไม้ที่เป็นกระพี้หรือไม้ที่ไม่ทนทานโดยทั่วๆ ไป หากกองชิดกันในระยะที่แปรรูปออกมาสดๆ เพียงวันสองวัน จะเกิดราขึ้นเต็ม บางที่ทำให้ไม้ติดกันเป็นตับ ถ้าไม่แยกสิ่งให้ทันท่วงที อาจเสียหายถึงกับใช้การไม่ได้ตลอดไป

การแช่น้ำ ถ้าแช่น้ำเป็นระยะเวลานานๆ ทำให้สารจำพวกแป้งและน้ำตาลที่มีในไม้ สลายตัวไป ภายหลังเมื่อนำไม้ มาใช้งาน แม้จะมีส่วนที่เป็นกระพี้ติดอยู่ด้วย ก็จะไม่มียอดเข้รบกวน

การอาบน้ำยา ทำให้ไม้มีประสิทธิภาพในด้านความทนทานสูงขึ้นได้อย่างกว้างขวาง สามารถทนทานต่อรา มอด ปลวก รวมทั้งเฟรียงในทะเล ทั้งนี้เพราะน้ำยานั้น มีหลายประเภท ทั้งที่เป็นพวกน้ำมัน เช่น ครีโอสต และพวกเกลือละลายน้ำ เช่น เกลือของ สารหนู ทองแดง ปริมาณที่อาบ อาจบังคับให้น้อยตามความจำเป็น และตามสภาพที่จะนำไปใช้งาน โดยวิธีทา จุ่ม แช่ หรืออัดน้ำยาเข้าไป ด้วยแรงอัดสูง



วิธีอัดน้ำยาที่มีประสิทธิภาพสูงสุดนั้น เมื่อนำไม้เข้าท่อปิดฝาสนิทแล้ว ต้องดูดอากาศในไม้ และในท่อออกเสียก่อน ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ แล้วจึงปล่อยน้ำยาเข้าไป และเพิ่มความกดของอากาศในหม้อให้สูงขึ้น ถึงระดับที่ต้องการ รักษาความกดตัน ที่ระดับนั้นไว้ชั่วระยะหนึ่ง แล้วจึงลดความดัน และเปิดท่อนำไม้ออกมาได้

ภาพที่ 3.12 ภาพแสดงไม้แช่น้ำยา

ไม้ที่อาบน้ำยาแล้วนี้ จะมีความทนทานสูงกว่าไม้ ธรรมชาติถึงเท่าตัวหรือหลายๆ เท่า เช่น ไม้ป้ออีแกง ที่กล่าวว่าทนทานไม่เกิน ๖ เดือนนั้น เมื่ออาบน้ำยาแล้ว ทนทานได้ถึง ๑๓ ปี

ไม้แปรรูป

โดยทั่วๆ ไป หมายถึง เฉพาะไม้ที่แปรรูปจากไม้ซุงท่อน ด้วยการเลื่อยหรือตาก เพื่อนำไปใช้ประโยชน์ในการก่อสร้าง ทำเครื่องเรือน หรือแปรรูปต่อไปเป็นอย่างอื่น สำหรับการแปรรูปไม้ซุงขนาดเล็ก เช่น ทำเป็นเสา หรือหมอนรองรางรถไฟ ยังนิยมใช้วิธีตากด้วยขวานกันอยู่ทั่วไป แต่ถ้าเป็นไม้ขนาดใหญ่

ใหญ่ต้องการแบ่งไม้ออกเป็นสองส่วน หรือหลายๆ ส่วน ต้องใช้เลื่อย เลื่อยที่ใช้แรงคนมักเป็นเลื่อยแบบ ซัก หากเป็นโรงเลื่อยจักร อาจมีเลื่อยใช้ได้หลายแบบ คือ ทั้งเลื่อยซัก เลื่อยสายพาน และเลื่อยวงเดือน โรงเลื่อยจักรนั้น จัดเป็นโรงงานอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับไม้มาก่อนอุตสาหกรรมประเภทอื่น ไม้แปรรูปที่ได้ สำหรับตลาดภายในประเทศ นิยมเรียกชื่อตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ เช่น เรียกว่า ไม้เสา คาน ตง คร่าว พื้น ฝาและระแนงส่วนตลาดระหว่างประเทศแบ่งเรียกตามขนาดไม้ซึ่งโดยทั่วๆ ไปมีข้อกำหนด ดังนี้ ถ้าเป็นไม้ที่มีความหนาต่ำกว่าครึ่งหนึ่งของความกว้าง ที่กว้างต่ำกว่า 150 มิลลิเมตร เรียกว่า ไม้ หน้าแคบ ที่กว้างตั้งแต่ 150 มิลลิเมตรขึ้นไป เรียกว่า ไม้หน้ากว้าง ไม้หน้ากว้างที่หนาไม่เกิน 50 มิลลิเมตร เรียกว่า ไม้กระดาน ที่หนาเกิน 50 มิลลิเมตร เรียกว่า กระดานหนาไม้ที่หนาตั้งแต่ครึ่งหนึ่งของความกว้างขึ้นไปรวมทั้งไม้เหลี่ยมถ้ามีขนาดกว้างหนาไม่เกิน 225 x 150 มิลลิเมตร หรือ 250 x 125 มิลลิเมตร เรียกว่า ไม้หน้าเล็ก ที่เกินขึ้นไป เรียกว่า ไม้หน้าใหญ่ สำหรับการซื้อขายไม้ สักที่หนาตั้งแต่ 125 มิลลิเมตรขึ้นไป กว้างตั้งแต่ 175 มิลลิเมตรขึ้นไป เรียกว่า ไม้ดับ อันที่จริงไม้ดับนั้น หมายถึง ไม้ที่จะต้องนำไปแปรรูปต่อ เช่น ขอยเป็นกระดาน หรือผ่านเป็นไม้บาง ไม้เหลี่ยม หมายถึง ไม้ ที่มีหน้าทั้งสี่เท่ากัน ไม้ซุงที่ตากหรือเลื่อย เพื่อให้ได้รูปหน้าตัดขวางเป็นสี่เหลี่ยม เรียกว่า ซุงเหลี่ยม

การแปรรูปด้วยเลื่อยจักร ตามปกติจะให้ไม้แปรรูปประมาณร้อยละ 40-70 ของปริมาตรไม้ท่อน แล้วแต่ขนาดไม่ว่าเล็กโต และลักษณะไม่ว่าคดงอเป็นทลึบเป็นพู หรือว่าตรงเปลา (ไม่มีกิ้ง) ส่วนที่เสียไป จากส่วนนอกๆของท่อน เนื่องจากการทำให้ไม้กลม เป็นเหลี่ยม เรียกว่า ปีกไม้ ส่วนที่มีตำหนิ เช่น ตา หรือรอยแตกร้าว ต้องตัดทิ้งไปเป็นเศษ และที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งได้แก่ ขี้เลื่อย ซึ่งได้จากการตัดหรือ ขอย ไม้ทั้งดีและเสียลงให้ได้ขนาดที่ต้องการ ที่แล้วมา ส่วนเสียของไม้เหล่านี้ นำไปใช้เป็นเชื้อเพลิงต้มน้ำ ทำไอขับเคลื่อนกังหันกำเนิดกำลังเป็นส่วนใหญ่ ส่วนที่เหลือก็ใช้เผาถ่าน หรือไม้ก็เผาทิ้งไป อย่างไรก็ตาม เป็นที่หวังว่า เมื่ออุตสาหกรรมด้านอื่นๆ เจริญขึ้น การใช้ของเสียจากโรงเลื่อย จะเป็นไปด้วยดีกว่าที่เป็นอยู่ในปัจจุบัน และแทนที่จะทำการเลื่อยไม้เพียงอย่างเดียว ต่อไปโรงเลื่อยอาจเป็นที่รวมของ อุตสาหกรรมอย่างอื่น เช่น การอาบน้ำยาไม้ อบไม้ และการผลิตผลิตภัณฑ์จากไม้ประเภทอื่นๆ

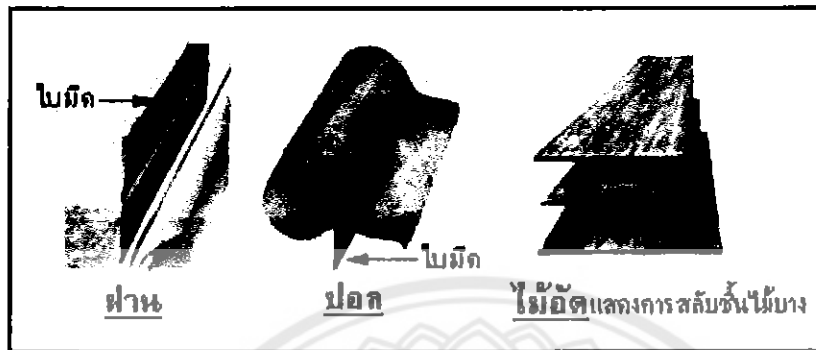
ไม้บาง ไม้อัด และไม้ประสาน

จากการที่ไม้ดีๆ ต้องสูญเสียไปกับคลองเลื่อย ในการแปรรูปไม้โดยวิธีเลื่อยตามธรรมดาจำนวนมาก จึงทำให้มีผู้คิดหาทางแก้ไข พบว่ามีวิธีหนึ่งที่ได้ผลดี คือ ปอก หรือผานเป็นไม้บาง มีความหนา ตั้งแต่ 1-4 มิลลิเมตร ไม้บางนี้ลำพังตัวของมันเองไม่มีคุณสมบัติในด้านความแข็งแรง อาจฉีก หรือหักให้ แยกจากกันได้ง่าย ต้องนำไปตากแล้วอัดติดกันหลายๆ ชั้น หรือติดกับวัตถุอย่างอื่น จึงจะใช้งานได้

ไม้บาง ที่ได้จากการปอกเป็นแผ่นต่อเนื่อง เราอาจตัดให้มีแผ่นกว้างแคบเพียงใดได้ตามต้องการ ส่วนที่ได้จากการผาน มีลักษณะเป็นชิ้นๆ มีความกว้างเท่ากับความกว้างของไม้ดิบที่นำมาผานนั้น ปกติ นิยมว่า ไม้ผานมีความสวยงามกว่าไม้ปอก เนื่องจากเมื่อนำไปใช้แล้ว มีส่วนคล้ายกระดาน และอาจจัด

ลวดลายไม้ให้สวยงามได้ตามความพอใจ ไม้ที่มีค่าจึงมักทำเป็นไม้บางด้วยวิธีฝาน และใช้เป็นหน้าไม้อัด ส่วนไม้เนื้ออ่อนที่ขาดความสวยงามมักปกและใช้เป็นไส้ไม้อัด

ไม้เนื้ออ่อนส่วนใหญ่ เมื่อตัดลงใหม่ๆ สามารถนำเข้าปกได้ทันที แต่สำหรับไม้เนื้อแข็ง หรือไม้ที่แห้งหมาดแล้ว จะปกหรือฝานต้องต้มให้ไม้อ่อนตัวเสียก่อน



ภาพที่ 3.13 ภาพแสดงการฝานไม้เป็นไม้อัด

ไม้อัด เป็นไม้ที่ได้จากการนำไม้บาง 3 หรือ 5 หรือ 7 แผ่นมาทากาว แล้วอัดให้แผ่นที่อยู่ติดกัน มีแนวเสี้ยนตั้งฉากกัน อาจผลิตให้มีความหนาบางแตกต่างกันได้หลายขนาด โดยเลือกใช้ไม้บางที่มีความหนาต่างๆ กัน หรือเพิ่มจำนวนชั้นไม้บางตามความเหมาะสม ไม้บางที่ผลิตออกสู่ตลาดถือตามขนาดมาตรฐาน คือ กว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต แต่ในโอกาสต่อไปอาจต้องเปลี่ยนเป็น กว้าง 120 เซนติเมตร ยาว 240 เซนติเมตร ตามมาตรฐานของไทย ซึ่งมีการกำหนดให้ 30 เซนติเมตร เป็นหน่วยมาตรฐาน

ไม้อัดอาจแบ่งออกได้เป็น ไม้อัดภายใน และไม้อัดภายนอก ตามประเภทของกาวที่ใช้ กาวที่ใช้ในอุตสาหกรรมไม้อัดสำคัญของโลกปัจจุบัน ได้แก่ กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ หนน้ำได้ดีพอควร ใช้สำหรับทำไม้อัดภายใน กาวรีซอสซีนอล และฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ สามารถทนน้ำและความร้อนได้ดี แม้แช่ในน้ำหรือต้ม ไม้อัดก็ไม่หลุดลอกออกจากกัน จึงใช้ทำไม้อัดภายนอก

ไม้อัดที่ใช้กันอยู่ทั่วไปในเวลานี้ มักคำนึงถึงแต่ความสวยงามและความทนทานต่อการหลุดลอกเมื่อถูกความชื้นหรือน้ำ ในโอกาสต่อไปอาจจะต้องมีการพิจารณาในเรื่องความแข็งแรงด้วย เมื่อมีการนำไปใช้ประกอบโครงสร้างที่ต้องรับกำลังมากๆ เช่น ทำเป็น คาน ตง



นอกจากไม้อัดที่มีขนาดตามมาตรฐานของตลาดดังกล่าวแล้ว การอัดไม้ให้ได้ขนาดจำเพาะตามวัตถุประสงค์ที่จะนำไปใช้ หรืออัดให้มีรูปโค้งนูนอย่างไร อาจมีทางทำได้เป็นอเนกประการ

ภาพที่ 3.14 ภาพแสดงการใช้ไม้บางประกอบเป็นประตูพื้นเรียบ

ไม้ประสาน

ต่างกับไม้อัดตรงที่การเรียงไม้ ซึ่งต้องให้แนวเส้นของไม้ทุกชั้นทอดไปตามแนวเดียวกัน และจะให้ไม้จำนวนชั้นเท่าไร ก็สามารถทำได้ จนกว่าจะได้ความหนาที่ต้องการ ไม้ประสาน นอกจากทำจากไม้บางสำหรับใช้เป็นเครื่องมือเล็กๆ น้อยๆ แล้ว ยังอาจทำจากไม้แปรรูปใช้ในงานก่อสร้างโดยทั่วๆ ไปได้ด้วย ความแข็งแรงของไม้ประสานจะมีเพียงใด ย่อมขึ้นอยู่กับชนิดไม้ และชนิดกาวที่ใช้ สำหรับไม้ที่ใช้เป็นส่วนประกอบโครงสร้างที่ต้องรับแรงมากๆ ดังกล่าวแล้ว มักมีการจำกัดให้ใช้กาวภายนอก จากวิธีการทำไม้ประสาน ทำให้เราสามารถใช้ไม้ขนาดเล็ก หรือสั้นๆ ให้เป็นประโยชน์ในการก่อสร้างได้อย่างกว้างขวาง กล่าวคือ จะประกอบให้เป็นตัวไม้ขนาดใหญ่เท่าใดก็ได้ หรือจะอัดให้โค้ง หรือมีรูปเป็นอย่างอื่นก็ได้ เชื่อว่า อุตสาหกรรมไม้ประสานนี้ จะมีลู่วางก้าวหน้าได้มากในอนาคต

ไม้ประกอบ

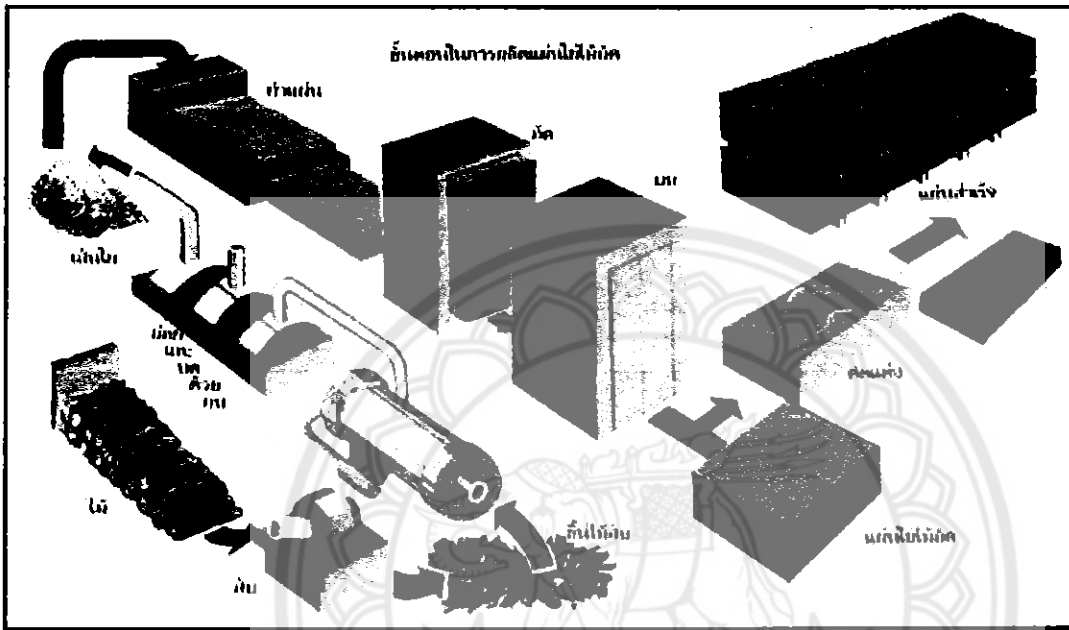
หมายถึง ผลิตภัณฑ์จากไม้ที่ย่อยเป็นชิ้น ไซเป็นฝอย หรือแยกเป็นเส้นใย แล้วนำมาอัดรวมกันเข้าเป็นชิ้น เป็นแผ่น ทั้งนี้ โดยจะมีวัตถุเชื่อมประสานด้วยหรือไม่ก็ได้ จัดเป็นอุตสาหกรรมที่ใช้ไม้ขนาดเล็ก ตลอดจนเศษไม้ปลายไม้ให้เป็นประโยชน์อย่างสำคัญ ไม้ประกอบอาจแบ่งออกได้เป็น 3 พวก คือ แผ่นขึ้นไม้อัด แผ่นใบไม้อัด และแผ่นฝอยไม้อัด

แผ่นขึ้นไม้อัด

ทำขึ้นโดยการสับ หรือไสไม้ให้เป็นชิ้นเล็กๆ คัดให้ได้ขนาดสม่ำเสมอเป็นพวงๆ ผสมกาวแล้วอัดเข้าเป็นแผ่น เพื่อให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดี อาจใช้ชิ้นไม้ที่มีขนาดต่างๆ โรยสลับกันเป็นชั้นๆ เฉพาะ

ชั้นที่เป็นผิวหน้า ใช้ชั้นไม้ขนาดเล็ก และผสมกาวให้มีปริมาณมากเป็นพิเศษ จะทำให้ได้แผ่นที่แข็งแรง และชั้นไม้ไม่หลุดล่อนง่ายเมื่อนำไปใช้งาน

แผ่นชั้นไม้อัด อาจตัดแต่ง เสาะร่อง ขัดกระดาษทราย ทาสี ลงน้ำมัน หรือตกแต่งให้สวยงาม โดยวิธีอื่นๆ ได้หลายวิธี หรือหากจะใช้ไม้บางปะหน้า ก็ทำให้ดูเป็นแผ่นกระดาน เหมาะสำหรับใช้เป็นฝา เพดาน เครื่องเรือน และของใช้โดยทั่วไป



ภาพที่ 3.15 ภาพแสดงขั้นตอนในการผลิตแผ่นไม้อัด

แผ่นใยไม้อัด

มีกรรมวิธีที่สตาไปจากแผ่นชั้น ไม้อัดตรงที่ เมื่อสับไม้เป็นชิ้นๆ แล้ว ต้องไปย่อยแยกให้เป็น เส้นใยเสียก่อน ในการประกอบแผ่น ถ้าเป็นเส้นใยแห้งต้องมีกาวเป็นส่วนผสม หากเป็นเส้นใยเปียกก็ไม่ จำเป็นต้องใช้กาว จากนั้นก็อัดร้อนจนได้แผ่นสำเร็จ รูปออกมาในทำนองเดียวกัน แผ่นใยไม้อัด แตกต่างจากแผ่นชั้นไม้อัดตรงที่มีเนื้อละเอียดกว่า จะอัดผิวให้เรียบหรือมีลวดลายอย่างไร อาจทำได้ แนบเนียน และกว้างขวาง นอกจากนั้นจะอัดให้มีความแน่นมากน้อยเพียงไร ก็สามารถทำได้ แผ่นใยไม้ อัดที่มีความแน่นน้อย มีคุณสมบัติช่วยเป็นฉนวนความร้อนและเก็บเสียง

แผ่นฝอยไม้อัด

หมายถึง เฉพาะแผ่นที่ใช้ซีเมนต์เป็นวัตถุเชื่อมประสาน ตามปกติผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ต้องไสไม้ ให้เป็นฝอยยาวๆ เพื่อแผ่นที่ได้จะมีความแข็งแรง แต่สำหรับการอัดให้เป็นแท่ง หรือรูปอื่น ชั้นไม้ที่มี รูปร่างเป็นอย่างอื่นก็ใช้ได้ ชนิดไม้ก็มีความสำคัญในการทำผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ กล่าวคือ ไม้ชนิดที่มี แป้ง และน้ำตาลมาก ทำให้ปูนไม่แข็งตัว ไม่ สามารถทำให้เป็นแผ่นได้ วิธีทำ คือ เมื่อนำฝอยไม้ที่แช่น้ำ

ไว้ก่อนคลุกปูนผสมน้ำเข้ากันดีแล้ว ก็นำเข้าอัดในแบบปล่อยทิ้งไว้จนปูนแข็งตัวก็ถอดแบบออกใช้งานได้ เช่นเดียวกับงานปูนอื่นๆ แผ่นฝอยไม้อัด สามารถตัดได้ดีด้วยเลื่อย ทาสี หรือฉาบปูนภายนอกได้แผ่นที่ ไม้ฉาบปูนหรือตกแต่งจนผิวเรียบเป็นอย่างดีอันมีคุณสมบัติในการเก็บเสียงและเป็นสื่อความร้อนได้อย่างดี

การทำไม้

การล้มน้ด้วยเครื่องมือธรรมดา

เครื่องมือธรรมดาที่ใช้ในการโค่นล้มน้ในบ้านเรานั้น ประกอบด้วย เลื่อยตัด ขวาน และลิ้ม โดยปกติการโค่นล้มน้ เพื่อทำเป็นสินค้า หรือล้มน้เป็นจำนวนมากๆ นั้น จะจัดคนงานออกเป็นชุดๆ คนงานชุดหนึ่งประมาณ 2-3 คน ที่ต้องมีคนงานเป็นชุดนี้ เพราะการใช้เลื่อยตัดไม้จะต้องใช้คนอย่างน้อย 2 คน เมื่อได้ทราบว่าจะล้มน้ต้นใดได้แล้ว คนงานจะเริ่มใช้ขวานฟันที่โคนต้นไม้ทางด้านที่ต้องการ ให้ต้นไม้มล้มนก่อน เช่น ต้องการให้ต้นไม้มล้มนลงทางทิศตะวันออก ก็ใช้ขวานฟันตรงโคนต้นไม้ทางด้านทิศตะวันออก ให้ขวานกินเนื้อไม้เป็นรูปสามเหลี่ยมลึกเข้าไปประมาณ 1/3 ของลำต้น การใช้ขวานฟันไม้ให้กินเนื้อไม้เป็นรูปสามเหลี่ยมเช่นนี้ เรียกกันว่า "บากหน้า" ต่อจากนั้น จึงใช้เลื่อยตัดเลื่อยต้นไม้อีกทางด้านตรงข้ามให้มีระดับเหนือรอยลึก ของบากหน้าประมาณ 5-10 เซนติเมตร เมื่อรอยเลื่อยเข้าถึงระยะใกล้ๆ กับรอยขวานที่บากหน้าไว้ ต้นไม้ก็จะล้มนไปในทางที่บากหน้าไว้ การใช้เลื่อยตัดต้นไม้ครั้งหลังนี้ เรียกกันว่า "ลัดหลัง" ในระยะนี้ อาจจะใช้ลิ้มช่วย เพื่อให้ไม้ล้มนเร็วขึ้น โดยปกติการล้มน้เพื่อการค้าจะต้องเลือกทิศทางที่ไม้ล้มน เพื่อไม่ให้ต้นไม้ แตกเสียหาย พยายามหลีกเลี่ยงการล้มน้ทับก้อนหิน จอมปลวก หรือล้มน้ข้ามห้วย ข้ามลำธาร ฯลฯ ซึ่งจะทำให้ไม้ที่ล้มนแตกเสียหายได้ง่าย นอกจากนั้น ผู้ที่ได้รับอนุญาตจากทางราชการให้ตัดต้นไม้ จะต้องระวางมิให้ไม้ที่ล้มนั้น ไปทับต้นไม้อื่นๆ ด้วย รอยตัดของต้นไม้จะต้องพยายามให้ชิดดินให้มากที่สุด เพื่อให้ได้เนื้อไม้ซึ่งจะใช้ทำเป็นซุงได้เต็มที่ สำหรับต้นไม้บางชนิดที่มีพูพอนที่โคนต้น การล้มน้ด้วยเลื่อยขวานธรรมดาอาจจะต้องสร้างนั่งร้านขึ้นไปรอบๆ ต้น ให้สูงพ้นพูพอน แล้วจึงยื่นตัดบนนั่งร้านนั้น การทอนไม้ซึ่งล้มนแล้วให้เป็นท่อนซุง นิยมใช้เลื่อยตัดมากกว่าการใช้ขวาน เพราะการใช้ขวาน ทำให้เสียเนื้อไม้มาก การทอนไม้ด้วยเลื่อยตัดมักใช้ลิ้มช่วย เพื่อให้ชักเลื่อยได้สะดวกเนื้อไม้ไม่บิบบิเลื่อย ในการรับจ้างตัดต้นไม้ ผู้รับจ้างมักจะเรียกร้อยค่าจ้างเป็น "ก่า" แล้วแต่ว่าจะตกลงกันก่าละเท่าใด ก่าหนึ่งมีความยาวประมาณ 21 เซนติเมตร (8 นิ้วครึ่ง) โดยวัดจากความโตของไม้ที่ตัดเช่น ไม้ต้นหนึ่งมีความโตวัดตรงกลางต้นได้ 210 เซนติเมตร ก็หมายความว่า ไม้ต้นนั้น มีความโต 10 ก่า และไม้ที่ล้มนั้นเมื่อทอนเป็นท่อนซุงแล้ว ผู้รับจ้างจะคิดค่าจ้างตามจำนวนก่าของแต่ละท่อน เพราะผู้รับจ้างจะต้องเสียแรงงานทุกครั้งทีทอนซุง ยิ่งทอนออกเป็นซุงหลาย ท่อนก็ยิ่งเสียแรงงานมากขึ้น ปัจจุบันได้มีการคิดค่าจ้างตัดทอนเป็นลูกบาศก์เมตรบ้างแล้ว

การล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์

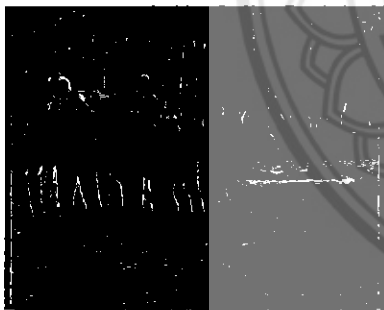
เลื่อยยนต์เป็นเครื่องมือสมัยใหม่ที่มีผู้ประดิษฐ์ขึ้น เพื่อใช้ในการตัดไม้ โดยใช้เครื่องยนต์ขนาดเล็กเป็นต้นกำลัง ส่วนประกอบสำคัญของเลื่อยยนต์นอกจากเครื่องยนต์แล้วยังมีใบเลื่อยซึ่งทำหน้าที่เป็นฐานรองรับโซ่เลื่อย โซ่เลื่อยนั้นมีฟันคล้ายเลื่อยธรรมดาแต่ตัวโซ่จะหมุนรอบใบเลื่อยตามกำลังดูดของเครื่องยนต์ อากาศหมุนอย่างรวดเร็วของโซ่เลื่อยที่มีฟันเหมือนเลื่อยธรรมดานี้เอง ทำให้เลื่อยยนต์มีกำลังในการตัดไม้ได้ ช่างเหล็กชาวเยอรมันเป็นผู้ประดิษฐ์เลื่อยยนต์นี้ขึ้นในระหว่างสงครามโลก ครั้งที่ 2 (พ.ศ. 2484-2488) แต่ในระบายนั้นยังไม่มีผู้นิยมใช้ เพราะตัวเลื่อยยนต์มีน้ำหนักมาก และเป็นชนิดใช้ 2 คน จึงไม่สะดวกที่จะนำไปใช้งานในป่า เมื่อได้ดัดแปลงให้มีน้ำหนักเบาลง และใช้งานเพียงคนเดียวได้แล้ว การใช้เลื่อยยนต์จึงแพร่หลายมากขึ้น ในประเทศไทยได้มีการนำเลื่อยยนต์มาใช้ในการทำไม้ เมื่อปี พ.ศ. 2507 ได้เคยมีการทดลองเปรียบเทียบเฉพาะความเร็วในการตัดไม้ระหว่างเลื่อยยนต์ และเลื่อยขวานธรรมดา ปรากฏว่า เลื่อยยนต์ตัดไม้ขนาดเดียวกันได้เร็วกว่าเลื่อยขวานธรรมดาถึง 17 เท่า แต่เมื่อเปรียบเทียบถึงค่าใช้จ่ายที่ต้องใช้ไปในการซื้อเลื่อยยนต์ ค่าน้ำมันเชื้อเพลิง ค่าจ้างแรงงานซึ่งสูงกว่าการใช้เลื่อยธรรมดา ประสิทธิภาพของเลื่อยยนต์ก็ยิ่งสูงเป็นอัตราส่วน 5:1 การใช้เลื่อยยนต์ในการตัดไม้มีข้อดีที่ว่า สามารถตัดไม้ขนาดใหญ่ได้ โดยใช้เลื่อยยนต์ที่มีความยาวของใบเลื่อยเพียงครึ่งหนึ่งของเส้นผ่านศูนย์กลาง กลางของไม้ที่จะตัด เช่น เลื่อยยนต์ที่มีความยาวของใบเลื่อย 50 เซนติเมตร ก็ใช้ตัดไม้ซึ่งมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 100 เซนติเมตรได้ สำหรับไม้ขนาดนี้ถ้าใช้เลื่อยตัดธรรมดาจะต้องใช้เลื่อยตัดซึ่งมีความยาวอย่างน้อย 150 เซนติเมตร เพราะต้องเผื่อความยาวไว้ในการชักเลื่อยไปมาด้วย นอกจากนั้นเลื่อยยนต์ยังสามารถตัดไม้ได้รวดเร็ว เหมาะสำหรับตัดไม้ที่ขึ้นรวมกันเป็นกลุ่มเป็นก้อน และเหมาะสำหรับใช้ในการทอนไม้ เพราะเลื่อยยนต์ใช้ทอนจากส่วนล่างของไม้ขึ้นไปหาส่วนบนได้ การทอนจากข้างล่างขึ้นไปหาข้างบนเช่นนี้ ทำให้ไม้ไม่บิบบใบเลื่อย และไม่ต้องใช้ลิ้ม แต่เลื่อยยนต์ก็มีข้อเสียในเรื่องมีน้ำหนักมาก จึงไม่สะดวกที่จะใช้ตัดไม้ซึ่งแต่ละต้นอยู่ห่างกัน โดยเฉพาะการตัดไม้บนเขาจะต้องแบกเครื่องยนต์ซึ่งมีน้ำหนักมากขึ้นเขาด้วย นอกจากนั้น เลื่อยยนต์ยังมีปัญหาในเรื่องเครื่องอะไหล่ น้ำมันเชื้อเพลิง ตลอดจนต้องใช้ผู้ชำนาญ หรือผู้ที่ได้รับการฝึกฝนมาเป็นพิเศษ ซึ่งต้องจ้างด้วยราคาสูง สำหรับประเทศที่มีปัญหาเกี่ยวกับคนว่างงานมากจะต้องคำนึงถึงเรื่องนี้ไว้ด้วย



ภาพที่ 3.16 ภาพแสดงการล้มไม้ด้วยเลื่อยยนต์

การชักลากไม้ด้วยช้างและสัตว์อื่นๆ

เนื่องจากช้างเป็นสัตว์พื้นบ้านของประเทศไทยและมีอยู่เป็นจำนวนมาก ประกอบกับช้างเป็นสัตว์ที่ขึ้นเขาได้ดี และนำมาฝึกใช้งานได้ง่าย ดังนั้น ช้างส่วนใหญ่ของประเทศไทย จึงถูกนำมาฝึกใช้ในการชักลากไม้ ในการใช้ช้างลากไม้นั้น ผู้ใช้ช้างจะต้องเรียนรู้ถึงธรรมชาติ และนิสัยของช้างให้ดีด้วย (ดูเรื่องช้าง) เพื่อมิให้ช้างจนเกินกำลัง จะทำให้ช้างเจ็บป่วย และล้มตายง่าย โดยปกติช้างทำไม้เชือกหนึ่งๆ จะใช้คนเกี่ยวข้อง 2 คน คือ ความญาคอ ซึ่งทำหน้าที่ซึ่งบังคับช้างให้ทำงานคนหนึ่ง และความญาคิน ซึ่งเป็นผู้ช่วยทำหน้าที่ช่วยเหลืออยู่ข้างล่างอีกคน ความญาคินนั้น นอกจากมีหน้าที่ช่วยเหลือความญาคอโดยทั่วไปแล้ว ยังมีหน้าที่ช่วยร้อยโซ่ลากเข้ากับจมูกขง เพื่อให้ช้างชักลาก หรือช่วยแก้ไขออกจากขง เมื่อช้างลากไม้ไปถึงที่หมายแล้ว ในขณะที่ช้างกำลังลากไม้ ความญาคินจะทำหน้าที่เอาไม้ท่อนเล็กๆ นี้เรียกว่า "โกลน" ทำหน้าที่เป็นลูกกลิ้งให้ช้างชักลากไม้ได้เบาแรงขึ้น ไม้ขงที่ใช้ช้างลากจะต้องเจาะจมูกตรงด้านหัวเพื่อใช้สำหรับร้อยโซ่ และที่หน้าตัดของหัวขงด้านติดกับพื้นดิน จะต้องใช้ขวานฟันให้เป็นรูปมน เรียกว่า "การบิดหัวไม้" มีประโยชน์ คือ กันไม่ให้หัวไม้ขงครูดกับดิน ทำให้เบาแรงช้าง ช้างเชือกหนึ่งสามารถจะลากไม้ซึ่งมีน้ำหนักไม่เกิน 2 ตัน/1 เทียว เนื่องจากไม้ที่ชักลากมีน้ำหนักมาก ดังนั้น ผู้ทำไม้จึงมักจะกำหนดที่รวมไม้ไว้เป็นแห่งๆ แต่ละแห่ง มีระยะทางห่างกันไม่เกิน 500 เมตร เพื่อให้ช้างได้มีโอกาสพักผ่อนเหนื่อย ระยะทางชักลากซึ่งกำหนดไว้สำหรับช้างพักเหนื่อยนี้เรียกกันในภาษาทำไม้ว่า "ท็อก" เช่น ระยะทางชักลาก 1 กิโลเมตร อาจจะมี 2 ท็อก ถ้าไม้ที่ช้างชักลาก มีขนาดใหญ่เกินกำลังที่ช้างตัวเดียวจะลากได้ อาจใช้ช้างหลายตัวเข้าช่วยกัน ซึ่งอาจทำได้หลายวิธีเช่น



การติดคู่ คือ ใช้ช้าง 2 เชือก ช่วยกันลาก เป็นแถวหน้ากระดาน เหมาะสำหรับภูมิประเทศซึ่งเป็นที่ราบกว้างพอที่ช้าง 2 เชือกจะเดินคู่กันได้

ภาพที่ 3.17 ภาพแสดงช้างชักลากไม้แบบติดคู่

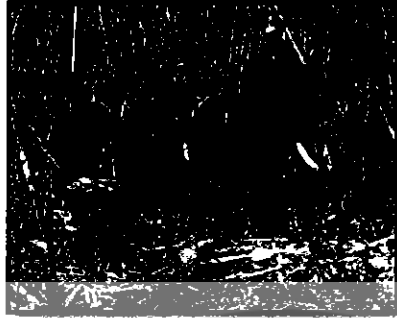


การติดสร้อย คือ การใช้ช้าง 2 เชือกเรียงตามกัน ตัวหนึ่งอยู่ข้างหน้าอีกตัวหนึ่งอยู่ข้างหลัง ช่วยกันลากไม้ซึ่งเหมาะสำหรับ การลากไม้ในทางแคบๆ การลากไม่วิธีนี้มีกฎอยู่ว่า ช้างเชือกหลังจะต้องไม่ใช้ช้างงา เพราะเกรงว่า งาของช้างตัวหลังจะไปตีแทงช้างตัวหน้าเมื่อโซ่ลากขาดลง

ภาพที่ 3.18 ภาพแสดงช้างชักลากไม้แบบติดสร้อย

การติดเทียม

คือ การใช้ช่าง 2 ตัวช่วยกันลากไม้ท่อนเดียว แต่ตัวหนึ่งลากหัวซุง อีกตัวหนึ่งลากท้ายซุง ไปทางทิศเดียวกัน โดยให้ไม้ซุงอยู่ทางด้านข้างของช่างด้านเดียวกัน วิธีนี้เหมาะสำหรับลากไม้บนไหล่เขา ให้ช่างอยู่ทางด้านซิดเขา ส่วนไม้ซุงอยู่ทางด้านนอก



ภาพที่ 3.19 ภาพแสดงช่างชักลากไม้แบบติดเทียม

งานชักลากไม้นี้เป็นงานที่หนักมาก จึงใช้ช่างเฉพาะตอนเช้าตั้งแต่ 6.00 น. ถึงเที่ยงวัน ตอนบ่ายหยุดงาน และเมื่อใช้ช่างทำงานติดต่อกัน 3 วันแล้ว จะต้องให้หยุดพักผ่อน 1 หรือ 2 วันด้วย นอกจากนั้นในฤดูร้อน ช่างจะหยุดทำงาน เพื่อพักผ่อนอีกเป็นเวลา 3 เดือน จะเห็นได้ว่า เวลาทำงานของช่างมีน้อย จึงมีผลงานของช่างแต่ละเชือก จากการชักลากไม้ในป่าที่มีสภาพยากง่ายปานกลางเพียงปีละประมาณ 450 ลูกบาศก์เมตรเท่านั้น ซึ่งมีผลงานต่ำกว่าการใช้เครื่องจักรกลมาก แต่การทำไม้ด้วยช่างก็ยังเป็นของจำเป็นสำหรับประเทศไทยอยู่ เพราะประเทศเรามีช่างมาก ช่างแต่ละเชือกมีบุคคลเกี่ยวข้องหลายคน เช่น ความผูกคอ ความผูกตีน และเจ้าของ ฉะนั้น การที่ปล่อยให้ช่างไม่มีงานทำ ก็ปล่อยให้บุคคลเป็นจำนวนมากไม่มีงานทำไปด้วย และจะมีผลเกี่ยวข้องไปถึงเศรษฐกิจของชาติอีกประการหนึ่ง การทำไม้ด้วยช่างเป็นศิลปะประจำชาติไทย และมีเพียง 2-3 ประเทศ ในเอเชียเท่านั้น ที่ใช้ช่างทำไม้ ดังนั้น จึงควรจะรักษาศิลปะอันนี้ไว้ให้ยืนนานตลอดไป การทำไม้ด้วยช่างมีส่วนดีในข้อที่ว่าไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการตัดถนนเข้า ไปชักลากไม้ นอกจากนั้น ช่างยังสามารถหลีกเลี่ยงการทำลายต้นไม้เล็ก ๆ ซึ่งจะเติบโตต่อไปภายหน้าได้ดีกว่าการใช้เครื่องจักรกล ประการสำคัญ คือ ไม่มีค่าใช้จ่ายในเรื่องค่าเชื้อเพลิง และค่าเครื่องอะไหล่ ส่วนผลเสียก็มีอยู่ว่า ทำไม้ได้น้อย ทำให้ค่าใช้จ่ายสูง และเคลื่อนที่ได้ช้า ไม่สามารถเร่งงานได้ตามความจำเป็น ซึ่งเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ ถ้ามีการวางแผนการล่วงหน้าไว้อย่างถูกต้อง

ในประเทศไทยการใช้สัตว์อื่นชักลากไม้แทนช่างก็มีบ้าง โดยมากมักจะใช้วัวหรือควายลากไม้ซุงท่อนเล็กๆ โดยให้หัวไม้ซุงพาดบน "เลื่อน" ซึ่งทำด้วยไม้แล้วใช้วัวหรือควายลากเลื่อนนั้น ถ้าเป็นไม้ซุงท่อนโตก็ให้วัวหรือควายหลายตัวผูกเรียงตามกันช่วยกันลาก ปกติชาวบ้านมักจะใช้ควายในการลากไม้มากกว่าวัว เพราะควายแข็งแรงกว่า ปัจจุบันนี้การใช้วัวควายลากไม้มีน้อยลง และหาได้ยาก (ที่มา : <http://kanchanapisek.or.th/>)

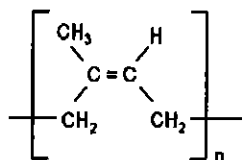
3.2 วัสดุยางรถยนต์

ชนิดของยางและการใช้งาน

ยางแบ่งออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ ได้แก่ ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

1. ยางธรรมชาติ (natural rubber, NR)

ยางธรรมชาติส่วนมากเป็นยางที่ได้มาจากต้นยาง *Hevea Brazilliensis* ซึ่งมีต้นกำเนิดจากลุ่มแม่น้ำอเมซอนในทวีปอเมริกาใต้น้ำยางสดที่กรี๊ดได้จากต้นยางมีลักษณะสีขาวข้นและมีเนื้อยางแห้ง (dry rubber) ประมาณ 30% แขนงลอยอยู่ในน้ำ ถ้านำน้ำยางที่ได้นั้น ไปผ่านกระบวนการปั่นเหวี่ยง (centrifuge) จนกระทั่งได้น้ำยางที่มีปริมาณยางแห้งเพิ่มขึ้นเป็น 60% เรียกว่า น้ำยางข้น (concentrated latex) การเติมสารแอมโมเนียลงไปจะช่วยรักษาสภาพของน้ำยางข้นให้เก็บไว้ได้นาน น้ำยางข้นส่วนหนึ่งจะถูกส่งออกสู่ตลาดต่างประเทศ ส่วนที่เหลือจะถูกนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในอุตสาหกรรมถุงมือยางและถุงยางอนามัย แต่เมื่อนำน้ำยางสดที่กรี๊ดได้มาเติมกรดเพื่อให้อนุภาคน้ำยางจับตัวกันเป็นของแข็งแยกตัวจากน้ำ จากนั้นก็รีดยางให้เป็นแผ่นด้วยเครื่องรีด (two-roll mill) และนำไปตากแดดเพื่อไล่ความชื้นก่อนจะนำไปอบรมควันที่อุณหภูมิประมาณ 60-70°C เวลา 3 วัน เราก็จะได้ยางแผ่นรมควัน นอกจากยางแผ่นรมควันแล้ว อุตสาหกรรมส่วนใหญ่เริ่มเปลี่ยนมาใช้ยางแท่งหรือยางก้อนเป็นวัตถุดิบ ทั้งนี้เนื่องจากยางแท่งเป็นยางมีคุณภาพที่สม่ำเสมอกว่ายางแผ่นรมควัน ผ่านการทดสอบและจัดชั้นเพื่อรับรองคุณภาพตามหลักวิชาการ วัตถุดิบของการผลิตยางแท่ง ได้แก่ น้ำยางหรือยางแผ่นขึ้นอยู่กับเกรดของยางแท่งที่ต้องการผลิต เช่น ถ้าต้องการผลิตยางแท่งเกรด STR 5L ซึ่งมีสีจางมาก จำเป็นต้องใช้น้ำยางเป็นวัตถุดิบ หรือถ้าต้องการผลิตยางแท่งเกรด STR 20 ซึ่งเป็นเกรดที่มีสีเจือปนสูงและมีสีเข้มก็อาจใช้ยางแผ่นหรือขี้ยางเป็นวัตถุดิบ ส่วนกระบวนการผลิตยางแท่งค่อนข้างจะยุ่งยากต้องอาศัยเครื่องจักรที่มีราคาแพงและต้องมีการควบคุมคุณภาพอย่างสม่ำเสมอ ดังนั้นราคายางแท่งจึงสูงกว่ายางแผ่นรมควัน ยางธรรมชาติมีชื่อทางเคมี คือ cis-1,4-polyisoprene กล่าวคือ มี isoprene (C₅H₈) โดยที่ n มีค่าตั้งแต่ 15-20,000 เนื่องจากส่วนประกอบของยางธรรมเป็นไฮโดรคาร์บอนที่ไม่มีขั้ว ดังนั้นยางจึงละลายได้ในตัวทำละลายที่ไม่มีขั้ว เช่น เบนซีน เฮกเซน เป็นต้น โดยทั่วไปยางธรรมชาติมีโครงสร้างการจัดเรียงตัวของโมเลกุลแบบอสัณฐาน (amorphous) แต่ในบางสภาวะโมเลกุลของยางสามารถจัดเรียงตัวค่อนข้างเป็นระเบียบที่อุณหภูมิต่ำหรือเมื่อถูกยืด จึงสามารถเกิดผลึก (crystallize) ได้ การเกิดผลึกเนื่องจากอุณหภูมิต่ำ (low temperature crystallization) จะทำให้ยางแข็งมากขึ้น แต่ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นยางก็จะอ่อนลงและกลับสู่สภาพเดิมในขณะที่การเกิดผลึกเนื่องจากการยืดตัว (strain induced crystallization) ทำให้ยางมีสมบัติเชิงกลดี นั่นคือยางจะมีความทนต่อแรงดึง (tensile strength) ความทนต่อการฉีกขาด (tear resistance) และความต้านทานต่อการขีดถู (abrasion resistance) สูง



รูปที่ 1 สูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ

ภาพที่ 3.20 ภาพแสดงสูตรโครงสร้างยางธรรมชาติ

ลักษณะเด่นอีกอย่างของยางธรรมชาติ คือ ความยืดหยุ่น (elasticity) ยางธรรมชาติมีความยืดหยุ่นสูง เมื่อแรงภายนอกที่มากระทำหมดไป ยางก็จะกลับคืนสู่รูปร่างและขนาดเดิม (หรือใกล้เคียง) อย่างรวดเร็ว ยางธรรมชาติยังมีสมบัติดีเยี่ยมด้านการเหนียวติดกัน (tack) ซึ่งเป็นสมบัติสำคัญของการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องอาศัยการประกอบ (assemble) ชิ้นส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน เช่นยางรถยนต์ อย่างไรก็ตามยางดิบจะมีขีดจำกัดในการใช้งาน เนื่องจากมีสมบัติเชิงกลต่ำ และลักษณะทางกายภาพไม่เสถียรขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง กล่าวคือ ยางจะอ่อนนุ่มและเหนียวเหนอะเมื่อร้อน แต่จะแข็งเปราะเมื่ออุณหภูมิต่ำ ด้วยเหตุนี้การใช้งานจำเป็นต้องมีการผสมยางกับสารเคมีต่างๆ เช่น กำมะถัน ผงเขม่าดำ และสารตัวเร่งต่างๆ หลังจากการบดผสม ยางผสมหรือยางคอมพาวด์ (rubber compound) ที่ได้จะนำไปขึ้นรูปในแม่พิมพ์ภายใต้ความร้อนและความดัน กระบวนการนี้เรียกว่า วัลคาไนเซชัน (vulcanization) ยางที่ผ่านการขึ้นรูปนี้ เราเรียกว่า “ยางสุกหรือยางคงรูป” (vulcanizate) ซึ่งสมบัติของยางคงรูปที่ได้นี้จะเสถียรไม่เปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิมากนักและมีสมบัติเชิงกลดีขึ้น

ยางธรรมชาติถูกนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย เนื่องจาก

- ยางธรรมชาติมีสมบัติดีเยี่ยมในด้านการทนต่อแรงดึง (tensile strength) แม้ไม่ได้เติมสารเสริมแรงและมีความยืดหยุ่นสูงมากจึงเหมาะที่จะใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์บางชนิด เช่น ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรัดของ
- ยางธรรมชาติมีสมบัติเชิงพลวัต (dynamic properties) ที่ดี มีความยืดหยุ่น (elasticity) สูง ในขณะที่มีความร้อนภายใน (heat build-up) ที่เกิดขึ้นขณะใช้งานต่ำและมีสมบัติการเหนียวติดกัน (tack) ที่ดี จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางรถบรรทุก ยางล้อเครื่องบิน หรือใช้ผสมกับยางสังเคราะห์ในการผลิตยางรถยนต์ เป็นต้น
- ยางธรรมชาติมีความต้านทานต่อการฉีกขาด (tear resistance) สูงทั้งที่อุณหภูมิต่ำและอุณหภูมิสูง จึงเหมาะสำหรับการผลิตยางกระเปาะน้ำร้อน เพราะในการแกะชิ้นงานออกจากเบ้าในระหว่างกระบวนการผลิตจะต้องดึงชิ้นงานออกจากเบ้าพิมพ์ในขณะที่ร้อน ยางที่ใช้จึงต้องมีค่าความทนต่อการฉีกขาดขณะร้อนสูง

แม้ว่ายางธรรมชาติจะมีสมบัติที่ดีเหมาะสำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ มากมาย แต่ยางธรรมชาติก็มีข้อเสียหลัก คือการเสื่อมสภาพเร็วภายใต้แสงแดด ออกซิเจน โอโซน และความร้อน เนื่องจากโมเลกุลของยางธรรมชาติมีพันธะคู่ (double bond) อยู่มาก ทำให้ยางว่องไวต่อการทำปฏิกิริยากับออกซิเจนและโอโซนโดยมีแสงแดดและความร้อนเป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ดังนั้นในระหว่างการผลิตผลิตภัณฑ์จึงต้องมีการเติมสารเคมีบางชนิด (สารในกลุ่มของสารป้องกันการเสื่อมสภาพ (antidegradants)) เพื่อยืดอายุการใช้งาน นอกจากนี้ยางธรรมชาติยังทนต่อสารละลายไม่มีขี้ น้ำมัน และสารเคมีต่ำ จึงไม่สามารถใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องสัมผัสกับสิ่งต่างๆ ดังกล่าว

2. ยางสังเคราะห์ (synthetic rubber, SR)

ยางสังเคราะห์ไม่ได้หมายความถึงยางเทียมที่มีลักษณะทางเคมีและสมบัติคล้ายคลึงกับยางธรรมชาติ (cis-1,4-polyisoprene, IR) เท่านั้น แต่ยังรวมถึงยางชนิดต่างๆ ที่สังเคราะห์ได้จากปฏิกิริยาเคมี

สาเหตุสำคัญที่ผลักดันให้เกิดการริเริ่มค้นคว้าการผลิตยางสังเคราะห์จนขยายมาเป็นการผลิตเชิงการค้า อาจสรุปได้ดังนี้

- ปัญหาการขาดแคลนยางธรรมชาติที่จำเป็นต้องใช้ในการผลิตอาวุธยุทโธปกรณ์ในช่วงสงครามของประเทศ
- ราคาที่ไม่แน่นอนของยางธรรมชาติ
- ความต้องการยางที่มีคุณสมบัติพิเศษบางประการ เช่น มีความทนต่อน้ำมัน สารเคมี และความร้อนสูงๆ

การผลิตยางสังเคราะห์ส่วนใหญ่จะแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการผลิตโมโนเมอร์ และขั้นตอนการเกิดปฏิกิริยาโพลิเมอไรเซชัน ยางสังเคราะห์แต่ละชนิดจะแตกต่างกันที่ชนิดของโมโนเมอร์ ถ้ายางสังเคราะห์ประกอบด้วยโมโนเมอร์ชนิดเดียวจะเรียกว่า โฮโมโพลิเมอร์ (homopolymer) เช่น ยางโพลิบิวทาไดอิน (polybutadiene, BR) หรือยางโพลีไอโซพรีน (polyisoprene, IR) ยางสังเคราะห์บางชนิดอาจจะประกอบด้วยโมโนเมอร์มากกว่า 1 ชนิด เรียกว่า โคโพลิเมอร์ (copolymer) เช่น ยางสไตรีนบิวทาไดอิน (styrene-butadiene rubber, SBR) ชนิดและโครงสร้างของโมโนเมอร์ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 : ชนิดและโครงสร้างของโมโนเมอร์ที่สำคัญในการสังเคราะห์ยาง

โมโนเมอร์	โครงสร้าง	จุดเดือด (°C)
Ethylene	$\text{C}_2 = \text{C}_2$	-104
Propylene	$\text{C}_3 = \text{C}_3$	-50
Isobutylene	$\text{C}_4 = \text{C}_4$	-6
1,3-Butadiene	$\text{C}_4 = \text{CH} = \text{CH} = \text{C}_2$	-4.5
Isoprene	$\text{C}_5 = \text{C} = \text{C} = \text{C}_2$	34
Chloroprene	$\text{C}_5 = \text{C} = \text{C} = \text{C}_2$	59
Styrene (Vinylbenzene)	$\text{C}_6 = \text{C} = \text{C}_6$	145
Vinyl acetate	$\text{C}_4 = \text{C} = \text{C}_2$	72
Methyl methacrylate	$\text{C}_5 = \text{C} = \text{C}_2$	80
Acrylonitrile	$\text{C}_3 = \text{C} = \text{C}_2$	77

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงชนิดและโครงสร้างของโมโนเมอร์ที่สำคัญในการสังเคราะห์ยาง

ตารางที่ 2 การเปรียบเทียบสมบัติของยางคงรูประหว่างยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์

สมบัติ	ชนิดของยาง							
	NR	IR	SBR	BR	NBR	CR	IIR	EPDM
ความทนต่อแรงดึง (ไม่มีสารเสริมแรง)	1	2	5	6	5	3	4	5
ความทนต่อแรงดึง (มีสารเสริมแรง)	1	2	2	4	2	2	3	3
การยืดตัวสูงสุด	1	1	2	3	2	2	2	3
ความต้านทานต่อการฉีกขาด (มีสารเสริมแรง)	4	4	3	1	2	3	4	3
ความทนต่อการฉีกขาด	2	2	3	5	3	2	3	3
การกระด้างตัว	2	2	3	1	3	3	6	3
ความยืดหยุ่นที่อุณหภูมิห้อง	2	2	3	2	3	3	2	2
ความทนต่อความร้อน	5	5	4	4	3	3	3	2
ความทนต่อการเกิดออกซิเดชัน	4	4	3	2	3	2	2	1
ความทนต่อแสง UV	4	4	3	3	3	2	2	1
ความทนต่อโอโซนและสภาพอากาศ	4	4	4	3	3	2	2	1
ความทนต่อน้ำมัน	6	6	5	6	1	2	6	4
ความทนต่อน้ำมันเชื้อเพลิง	6	6	6	6	2	3	6	5
ความทนต่อการกรด	3	3	3	3	4	2	2	1
ความทนต่อการค้ำ	3	3	3	3	4	2	2	1
ความทนต่อการกัดไฟ	6	6	6	6	6	2	6	6
ความเป็นฉนวนไฟฟ้า	1	1	2	2	5	4	2	2
การซึมผ่านของก๊าซ	5	5	4	4	2	3	1	4

* 1 = ดีมากที่สุด 6 = ด้อยที่สุด

ตารางที่ 3.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบสมบัติของยางคงรูประหว่างยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์

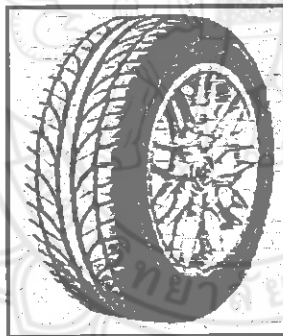
โดย (ดร.พงษธร แซ่อุย รุ่งโรจน์ หวังเกียรติและเสฏฐวรรธ สุจริตภวัตสกุล)

เป็นที่ทราบกันดีว่ายางเป็นวัสดุที่มีสมบัติเฉพาะตัวคือมีความแข็งแรงและความยืดหยุ่นสูง อีกทั้งยังสามารถช่วยดูดซับแรงกระแทกหรือช่วยลดการสั่นสะเทือนได้ ด้วยเหตุนี้ จึงได้มีการนำยางไปใช้ผลิตผลิตภัณฑ์หลากหลายชนิดที่ใช้งานทางด้านวิศวกรรม เช่น ยางรองคอสะพาน ยางกันกระแทก ทารเรือ รวมถึงยางล้อของยานพาหนะต่าง ๆ เช่น เครื่องบิน และรถยนต์ เป็นต้น ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านยางได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว นักเทคโนโลยีอย่างสวนใหญ่สามารถพัฒนาสูตรเคมียางจนกระทั่งได้ยางคงรูปที่มีสมบัติตรงตามความต้องการของผู้ผลิต อย่างไรก็ตาม นอกจากสมบัติที่ดีของตัวเนื้อยางคงรูปแล้ว รูปร่างของ ผลิตภัณฑ์ยางก็ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพในการใช้งานของผลิตภัณฑ์เหล่านี้ด้วยในอดีตการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางสวนใหญ่อาศัยการลองผิดลองถูก ทำให้ต้องใช้เวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูงกว่าจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรูปแบบที่ดีเหมาะสมกับการใช้งาน แต่ในปัจจุบัน ได้มีการพัฒนาเทคนิคการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ที่เรียกว่าการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Analysis) หรือที่เรียกกันย่อ ๆ ว่า เทคนิค FEA มาใช้เป็นเครื่องมือช่วยในการศึกษาและออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ รวมถึงผลิตภัณฑ์ยางด้วย การนำเทคนิคการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์มาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ยางจะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถออกแบบผลิตภัณฑ์ยางได้อย่างเหมาะสมและรวดเร็ว ด้วยเหตุนี้

เทคนิคการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์จึงเข้ามามีบทบาทสำคัญในแวดวงอุตสาหกรรมหลาย ๆ ด้านไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ การบิน การต่อเรือ รวมไปถึงการใช้งานทางการแพทย์ด้วย

หลักการและความเป็นมาของเทคนิคการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์

เทคนิคการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์เป็นเทคนิคที่ใช้ในการคำนวณเพื่อแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน โดยมีหลักการของการแก้ไขปัญหาดังนี้คือ เริ่มต้น เทคนิคนี้จะทำการแบ่งปัญหาที่ซับซ้อนออกเป็นปัญหาย่อย ๆ หลาย ๆ ปัญหา (เรียกปัญหาย่อย ๆ เหล่านี้ว่าไฟไนต์เอลิเมนต์) เพื่อที่จะทำให้เราสามารถหาคำตอบของปัญหาย่อย ๆ เหล่านั้นได้โดยง่าย เมื่อเราแก้ไขปัญหาย่อย ๆ ทั้งหมดได้เรียบร้อยแล้ว เราก็จะนำคำตอบของปัญหาย่อย ๆ เหล่านี้กลับเข้ามารวมกัน เราก็จะได้คำตอบของปัญหาที่ซับซ้อน แม้ว่าคำว่าเทคนิคการวิเคราะห์ไฟไนต์เอลิเมนต์จะเพิ่งได้รับการพัฒนาและใช้กันอย่างแพร่หลายในช่วง 30 - 40 ปีที่ผ่านมา แต่ในความเป็นจริง หลักการในการแก้ปัญหาดวยเทคนิคนี้ได้มีการนำมาใช้นานมาแล้วในอดีตโดยนักคณิตศาสตร์ชาวกรีกได้อธิบายหลักการนี้ในการคำนวณหาค่าความยาวเส้นรอบวงของวงกลม ซึ่งในสมัยนั้นยังไม่มีการพัฒนาความรู้ทางด้านแคลคูลัสหรือยังไม่รู้จักค่า π ดังนั้น การคำนวณหาค่าความยาวเส้นรอบวงของวงกลมจึงสามารถทำได้โดยการแบ่งเส้นรอบวงของวงกลมออกเป็นเส้นตรงหลาย ๆ เส้น ดังแสดงในรูปที่ 1 ซึ่งเส้นตรง

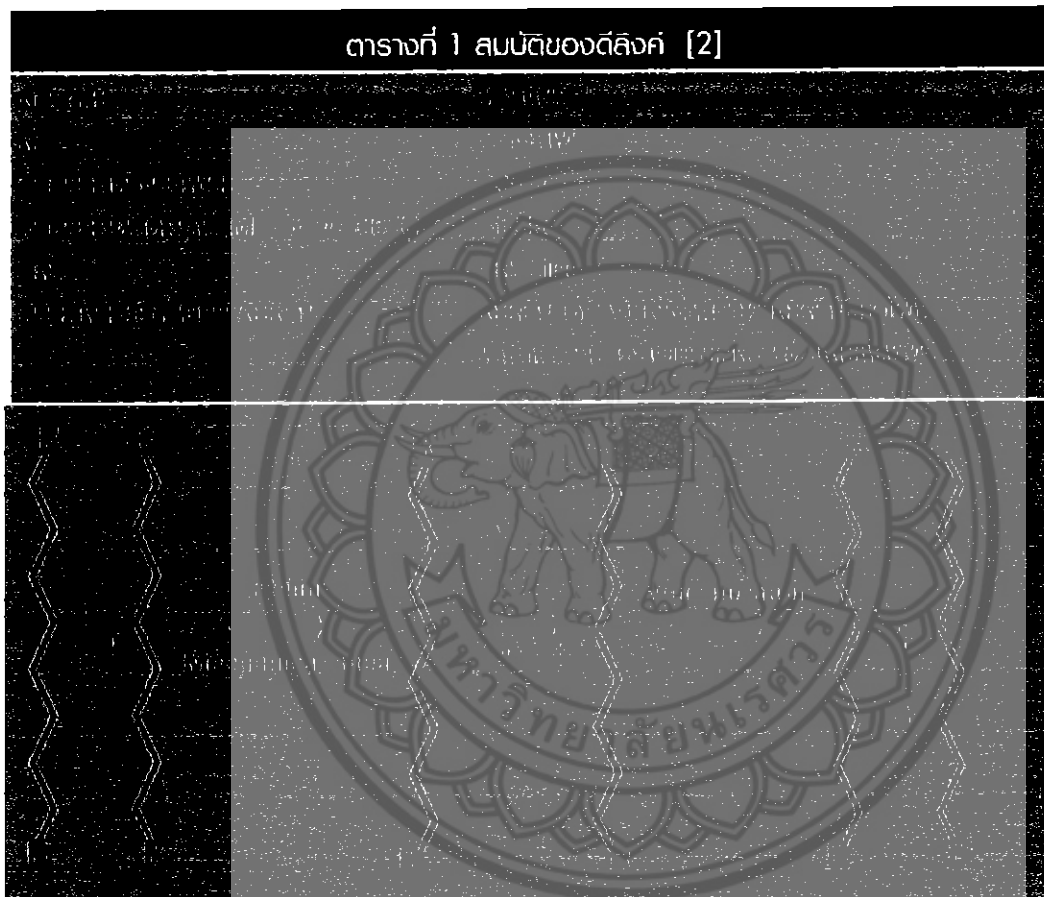


ภาพที่ 3.21 ภาพแสดงตัวอย่างยางรถยนต์

การนำยางกลับมาใช้ใหม่โดยเทคโนโลยีดีลิงค์ (De-Link Technology)

อุตสาหกรรมที่ใช้ยางเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตมีหลากหลาย เช่น อุตสาหกรรมการผลิตยางรถยนต์ ยางพื้นรองเท้า เป็นต้น ซึ่งในส่วนของขั้นตอนหรือกระบวนการผลิตนั้นก็จะมีเศษยางหรือยางคัตทิ้งเกิดขึ้นแปรผันตามปริมาณการใช้วัตถุดิบ นอกจากนี้ผลิตภัณฑ์ยางใช้แล้วที่หมดอายุก็มีเป็นจำนวนมากเช่นกัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งยางรถยนต์ ซึ่งนับวันจะมีมากขึ้นเรื่อยๆ จนกลายเป็นปัญหาในการกำจัด ในที่สุด การที่จะนำยางเหล่านี้กลับมาใช้ใหม่ถือเป็นทางเลือกหนึ่งที่สามารถช่วยลดต้นทุนในกระบวนการผลิตได้ ปัจจุบันการพัฒนาวิธีการนำยางกลับมาใช้ใหม่มีอยู่หลายวิธี ซึ่งวิธีหนึ่งที่น่าสนใจคือเทคโนโลยีดีลิงค์ (De-Link Technology) โดยในปี 1995 Shekhar และ Komer ได้จดสิทธิบัตรการ

พัฒนาเทคนิคการดีวัลคาไนซ์ (devulcanize) เศษยาง โดยการเติมสารเคมีที่เรียกว่า ดีลิงค์ (De-Link) เพื่อช่วยตัดสายโซ่โพลีเมอร์ให้เล็กลงซึ่งสารดีลิงค์นี้จะมีส่วนผสมของเกลือโลหะสังกะสี คือ zinc dimethyl dithiocarbamate (ZDMC) mercaptobenzothiazole (MBT) และสารเคมีอื่นๆ เช่น กรดสเตียริก ซิงก์ออกไซด์ กำมะถัน และไกลคอล ผสมกันในสัดส่วนต่างๆ [1] เทคนิคนี้สามารถใช้ในการดีวัลคาไนซ์เศษยางได้ทั้งเศษยางจากยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์ เช่นยางบิวทาไดอีน (BR) ยางเอสบีอาร์ (SBR) ยางอีพีดีเอ็ม (EPDM) ยางไนไตรล์ (NBR)ยางคลอโรพรีน (CR) เป็นต้น ตารางที่ 1 แสดงลักษณะและสมบัติของสารดีลิงค์ และรูปที่ 1 แสดงขั้นตอนการดีวัลคาไนซ์เศษยางด้วยสารดีลิงค์



รูปที่ 1 ขั้นตอนการดีวัลคาไนซ์เศษยางด้วยสารดีลิงค์ [1]

ภาพที่ 3.22 ภาพแสดงขั้นตอนการดีวัลคาไนซ์เศษยางด้วยสารดีลิงค์

การใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมในยาง (ดร. พงษ์ธร แซ่อู๋)

เป็นที่ทราบกันดีว่าทั้งเขม่าดำและซิลิกาต่างก็เป็นสารตัวเติมเสริมแรงที่มีความสำคัญในอุตสาหกรรมยาง เพราะการเติมสารตัวเติมดังกล่าวลงไปนยางจะช่วยปรับปรุงสมบัติเชิงกลต่าง ๆ ของยางให้ดีขึ้น โดยเฉพาะค่าความแข็ง (hardness) โมดูลัส (modulus) ความทนต่อแรงดึง (tensile strength) ความทนต่อการฉีกขาด (tear strength) และความต้านทานต่อการขัดถู (abrasion)

resistance)เป็นต้น ปัจจุบัน เขม่าดำได้รับการนำมาใช้เป็นสารตัวเติมเสริมแรงมากที่สุดในโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้เนื่องจากเขม่าดำเสริมแรงให้แกยางได้ดี มีราคาถูก และสามารถผสมให้เข้ากับยางได้ง่ายอย่างไรก็ตาม เขม่าดำก็มีข้อจำกัดด้านการใช้งาน กล่าวคือผลิตภัณฑ์ที่ใช้เขม่าดำเป็นสารตัวเติมจะมีสีดำ ด้วยเหตุนี้ เขม่าดำจึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้เป็นสารตัวเติมในการผลิตผลิตภัณฑ์บางประเภทที่ต้องการทั้งสมบัติที่ดีและความมีสีสนในตัว ซึ่งในกรณีนี้การใช้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมแทนเขม่าดำจึงเป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้

ปัจจัยหลักที่มีผลต่อการเสริมแรงของซิลิกา

ปัจจุบัน ซิลิกาชนิดที่นิยมนำมาใช้เป็นสารตัวเติมใน อุตสาหกรรมยางคือพรีซิพิเตดซิลิกา (precipitated silica) ซึ่งสามารถ แ่งออกได้เป็นหลายเกรด ซิลิกาแต่ละเกรดจะแตกต่างกันตามขนาดของอนุภาคปฐมภูมิ (primary particle size) หรือพื้นที่ผิวจำเพาะ (specific surface area) โดยทั่วไปซิลิกาเกรดที่มีขนาดอนุภาค ปฐมภูมิล็กหรือมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงจะช่วยเสริมแรงให้แกยางได้ดี กว่าซิลิกาเกรดที่มีขนาดอนุภาคปฐมภูมิใหญ่หรือมีพื้นที่ผิวจำเพาะ ต่ำ นอกจากปัจจัยดังกล่าวข้างต้นแล้ว ยังมีปัจจัยสำคัญอีกอย่างที่มี อิทธิพลต่อการเสริมแรงของซิลิกา นั่นคือ ลักษณะทางเคมีของพื้นผิว ซิลิกา (surface chemistry) เพราะซิลิกาทุกเกรดที่นำมาใช้เป็นสารตัว เติมในยางล้วนแล้วแต่มีหมู่ไฮดรอกซิล (Si-OH) อยู่ที่พื้นผิวในปริมาณ มาก ซึ่งหมู่ไฮดรอกซิลเหล่านี้ค่อนข้างว่องไวต่อการเกิดปฏิกิริยาเคมี และมีความเป็นขั้วค่อนข้างสูง จึงส่งผลทำให้ซิลิกาเป็นสารตัวเติมที่มี ความเป็นขั้วสูง ด้วยเหตุนี้ ซิลิกาจึงผสมให้เข้ากับยางชนิดต่าง ๆ ได้ยากเพราะยางส่วนใหญ่จะไม่มีขั้วหรือมีความเป็นขั้วต่ำ เมื่อผสม ซิลิกาลงไปในยางจึงทำให้อันตรกิริยาที่เกิดขึ้นระหว่างยางกับซิลิกา มีค่าค่อนข้างต่ำ ประสิทธิภาพในการเสริมแรงของซิลิกาจึงด้อยกว่า เขม่าดำเมื่อเปรียบเทียบกับพื้นที่ผิวจำเพาะเท่ากัน

ลักษณะโดยทั่วไปของซิลิกา

โครงสร้าง : ซิลิกาที่ใช้กันมากในอุตสาหกรรมยางมีขนาดอนุภาค ปฐมภูมิอยู่ในช่วง 10-40 นาโนเมตร ซิลิกาจะไม่อยู่อย่างเดี่ยว ๆ ในรูปของอนุภาคปฐมภูมิ แต่จะจับกลุ่มรวมกันเป็นก้อนที่เรียกว่า แอกริเกต (aggregate) เกิดเป็นโครงสร้างปฐมภูมิ (primary structure) ซึ่งโครงสร้างนี้ไม่สามารถถูกทำลายได้ในระหว่างกระบวนการผสม นอกจากนี้ แอกริเกตของซิลิกายังชอบจับกลุ่มกันเป็นก้อนขนาดใหญ่มากขึ้น เรียกว่าแอกลอเมอเรต (agglomerate) เกิดเป็น โครงสร้างทุติยภูมิ (secondary structure) ดังแสดงในรูปที่ 1 พื้นที่ผิวจำเพาะ : พื้นที่ผิวจำเพาะเป็นปัจจัยที่สำคัญในการบ่งบอก ถึงประสิทธิภาพของการเสริมแรงในยาง ซิลิกาที่มีขนาดอนุภาค ปฐมภูมิล็กจะมีพื้นที่ผิวจำเพาะสูงและให้การเสริมแรงที่ดี เทคนิคที่ นิยมใช้ในการวัดพื้นที่ผิวจำเพาะทั้งหมด (total specific surface area) ของสารตัวเติมคือเทคนิคการดูดซับไนโตรเจนหรือที่รู้จักกันดีว่า เทคนิค BET (พัฒนาขึ้นโดย Brunauer Emmett และ Teller) ลักษณะทางเคมีของพื้นผิว : ลักษณะทางเคมีของพื้นผิวเป็นปัจจัย สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ควบคุมระดับการเสริมแรงของซิลิกาเพราะลักษณะ ทางเคมีของพื้นผิวจะเป็นตัวบ่งชี้ระดับของ

อันตรกิริยาระหว่างยางกับ ซิลิกา โดยทั่วไป บนพื้นผิวของซิลิกาจะประกอบด้วยหมู่ไฮดรอกซิล ปกคลุมอยู่อย่างหนาแน่น (4 - 5 หมู่ต่อ 100\AA^2) ซึ่งหมู่ไฮดรอกซิล บนพื้นผิวของซิลิกานี้จะเกาะอยู่ในหลายลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2 หมู่ไฮดรอกซิลจะทำให้พื้นผิวซิลิกามีความเป็นกรดและมีความว่องไว ต่อปฏิกิริยาเคมี เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น หมู่ไฮดรอกซิลสามารถทำ ปฏิกิริยากับสารเคมีต่าง ๆ ที่มีอยู่ในยางคอมพาวด์ได้ เช่น สารคู่ควบ ไสเลน น้ำ หรือไกลคอล เป็นต้น

การผลิตยางรถยนต์

อุตสาหกรรมยางล้อประกอบด้วยยางล้อหลายประเภท เช่น ยางล้อรถยนต์ (รถยนต์นั่งส่วนบุคคล รถบรรทุก ขนาดเล็กหรือรถปิกอัพ) ยางล้อรถบรรทุก (รถโดยสารขนาดใหญ่) ยางล้อรถจักรยานยนต์และรถจักรยาน ยางล้อรถ ใช้ในอุตสาหกรรม (รถยกของ) ยางล้อรถใช้ในการเกษตร (รถแทรกเตอร์) ยางล้อเครื่องบิน เป็นต้น ซึ่งเทคโนโลยีที่ใช้ ในการผลิตยางล้อแต่ละชนิดแตกต่างกันไป แต่โดยทั่วไปแล้วยางล้อจะมีโครงสร้าง 2 แบบ ได้แก่ โครงสร้างที่เป็นผ้าใบ (bias tyre) และโครงสร้างที่เป็นเรเดียล (radial tyre) ส่วนประกอบต่างๆ ของยางล้อ มีดังนี้

1. หน้ายาง (tread) คือส่วนประกอบที่อยู่นอกสุดของยาง และเป็นส่วนเดียวที่สัมผัสผิวดถนน ทำหน้าที่ป้องกัน ของมีคมที่จะทำให้ อันตรายต่อโครงยางที่หน้ายางจะประกอบไปด้วยดอกยางและร่องยางทำ หน้าทีในการยึดเกาะถนน ดอกยางมีประสิทธิภาพที่แตกต่างกันออกไปในการใช้จึงควรเลือกชนิดของดอกยางให้เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

2. ไหล่ยาง (shoulder) เป็นส่วนที่เชื่อมต่อระหว่างหน้ายางกับแก้มยาง มีความหนาพอๆ กับหน้ายางปกติ ไหล่ยาง จะถูกออกแบบเป็นร่องให้เหมาะสมเพื่อช่วยระบายความร้อนภายในยางให้ออกมาได้ง่าย

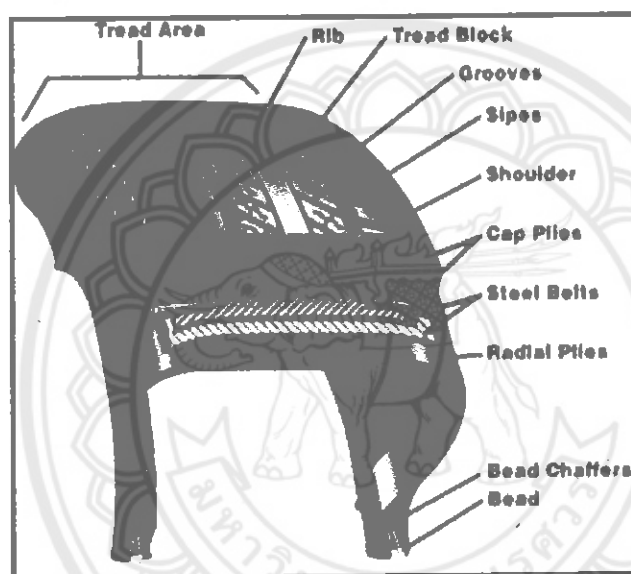
3. แก้มยาง (side wall) เป็นส่วนด้านข้างสุดของยางที่ไม่ได้สัมผัสพื้นผิวดถนนขณะที่รถวิ่งอยู่ และเป็นส่วนที่ ยึดหยุ่นมากที่สุดของยางในขณะที่ใช้งานทำหน้าที่หุ้มโครงยางเพื่อป้องกันความเสียหายอันเนื่องมาจากการใช้งานและ ป้องกันไม่ให้ความชื้นผ่านเข้าไปทำ ความเสียหายแก่โครงยางได้

4. โครงยาง (carcass) เป็นส่วนประกอบหลักของยางทำ ขึ้นจากชั้นผ้าใบ (textiles) ที่วางซ้อนกันหลายๆ ชั้น (body ply) แล้วขึ้นรูปเป็นโครงยาง ทำ หน้าทีคงรูปร่าง และรักษาความตันลมภายในยางเพื่อให้ยางสามารถรับน้ำ หนัก บรรทุกได้รวมถึงต้องทนทานต่อแรงกระแทกหรือสั่นสะเทือนจากถนนที่มีต่ออย่างได้ดี

5. ผ้าใบเสริมหน้ายางหรือเข็มขัดรัดหน้ายาง (breaker or belt) เป็นชั้นที่อยู่ระหว่างหน้ายางกับโครงยางใน กรณียางธรรมดา (bias tyre) เราเรียกว่า “ผ้าใบเสริมหน้ายาง (breaker)” ส่วนในกรณี

ยางเรเดียล (radial tyre) จะ เรียกว่า “เข็มขัดรัดหน้ายาง (belt)” ซึ่งทำ หน้าทีเพิ่มความแข็งแรงให้กับหน้ายาง ให้อย่างสามารถรับแรงกระแทกได้ดี และป้องกันไม่ให้โครงยางชำ รุดเสียหายจากสิ่งอันตรายต่างๆ จากพื้นถนน

6. ขอบยาง (bead) ประกอบด้วยกลุ่มของเส้นลวดเหล็กกล้า (high carbon steel) ที่ช่วยยึดส่วนปลายทั้ง 2 ข้าง ของโครงยางเอาไว้เพื่อให้บริเวณขอบยางมีความแข็งแรงสามารถยึดแน่นสนิทกับกระทะล้อได้ดีเมื่อนำ ไปใช้งาน นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบย่อยอื่นๆ เช่น ผ้าใบหุ้มขดลวดและยางแข็งๆ ที่มีลักษณะคล้ายสามเหลี่ยมทำ หน้าทีเชื่อม ต่อระหว่างส่วนที่แข็งคือบริเวณขอบยางกับส่วนที่อ่อนและยืดหยุ่นคือบริเวณแก้มยางและยังมีผ้าใบหุ้มขอบลวดที่อยู่ ด้านนอกสุดของขอบยางเพื่อป้องกันการเกิดอันตรายกับโครงยางจากการถอดประกอบเข้ากับกระทะล้อในแต่ละครั้งด้วย



ภาพที่ 3.23 ภาพแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของยางล้อ

กระบวนการผลิต

กระบวนการผลิตยางล้อรถประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ได้แก่

1. ผสมยาง

นำวัตถุดิบทั้งหมด ได้แก่ ยางดิบ (ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์) ผงเขม่าดำ กำมะถัน และสารเคมีอื่นๆ มาผสมและบดเข้าด้วยกัน แล้วรอให้เย็นจากนั้นเคลือบด้วยน้ำ แป้งแล้วรีดออกมาเป็นแผ่นยาง

2. ทำชั้นผ้าใบ

นำเส้นใย (ไนลอน โพลีเอสเตอร์หรือเส้นลวด) ที่ถูกจัดเรียงเป็นแถวแล้วเคลือบด้วยยาง

3. ทำขอบยาง

นำเส้นลวดที่เรียงตัวกันมาเคลือบด้วยยาง จากนั้นนำมันเส้นลวดที่เคลือบยางแล้วให้เป็นวงกลม

4. ดันเนื้อยาง

นวดแผ่นยางให้อ่อนตัวอีกครั้ง แล้วดันผ่านแม่แบบออกมาให้มีความหนาและรูปร่างที่ต้องการ จากนั้นทำให้เย็นตัวลงแล้วตัดให้มีความยาวตามที่กำหนด

5. ขึ้นรูปยางและประกอบยาง

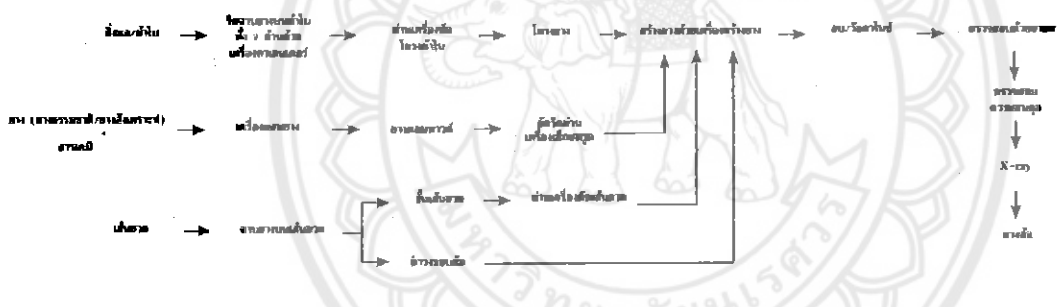
เริ่มจากติดชั้นผ้าใบลงไปบนเครื่องขึ้นรูปยาง แล้วนำ วงลวด ขอบยาง มาติดทั้ง 2 ด้าน จากนั้นติดเข็มขัดรัด หน้ายาง แก้มยาง หน้ายาง ตามลำดับ

6. อบยาง

ดอกยางจะเกิดขึ้นเมื่ออบโครงการสุกแล้ว

7. ตรวจสอบยาง

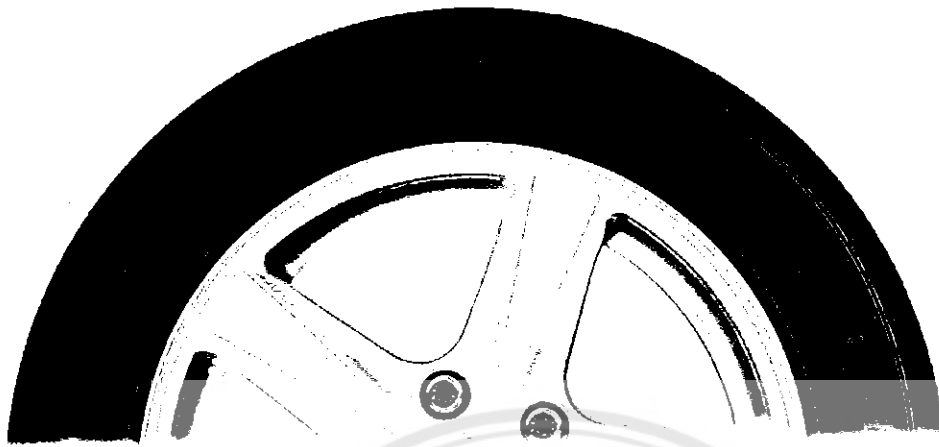
ตรวจสอบความเรียบร้อย และค่าความสมดุลต่างๆ ของยาง



ภาพที่ 3.24 ภาพแสดงกระบวนการผลิตยางล้อรถยนต์

(ที่มา : <http://www.rubbercenter.org/files/rtec/RTEC-tyre.pdf>)

การอ่านค่ายางรถยนต์



ภาพที่ 3.25 ภาพแสดงตัวเลขค่ายางรถยนต์

ชนิดของยางรถยนต์

อักษร “P” หรือไม่มีอักษรใดเลย หมายถึง ยางรถยนต์สำหรับรถโดยสาร
การสร้าง

อักษร “R” หมายถึง ยางเรเดียล
เครื่องหมายอนุมัติ EEC และหมายเลข

หมายถึงยางรถยนต์ที่เป็นไปตามมาตรฐานของคณะกรรมการเศรษฐกิจแห่งสหประชาชาติแห่ง
ยุโรป (U.N.E.C.E.) ที่เกี่ยวกับยางลม

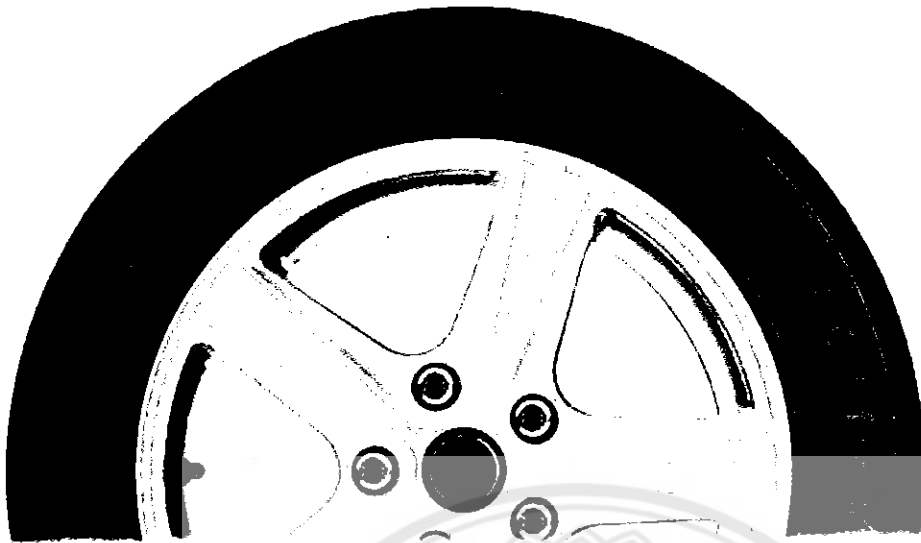
ข้อมูลเกี่ยวกับความดันลมยาง

ข้อมูลนี้เป็นข้อมูลความดันเมื่อเติมลมยางที่ความดันสูงที่สุดสำหรับยางรถยนต์ของท่านซึ่งเป็น
สิ่งสำคัญที่ท่านต้องทราบเมื่อท่านตรวจสอบความดันลมยางรถยนต์ของท่าน ท่านควรศึกษาคู่มือรถยนต์
ของท่านและแผ่นใบปลิวเกี่ยวกับยางที่เป็นรายละเอียดขนาดการเติมลมยางซึ่งแนะนำให้ใช้
ตัวบ่งชี้การสึกหรอของส่วนยางล้อที่สัมผัสกับถนน

อักษร “TWI” แสดงตำแหน่งการสึกหรอของส่วนยางล้อที่สัมผัสกับถนนท่านควรตรวจสอบตัว
บ่งชี้เหล่านี้เป็นประจำเพื่อให้มั่นใจว่าส่วนยางล้อที่สัมผัสกับถนนมีความลึกพอเพียงความลึกต่ำสุดของ
ส่วนยางล้อที่สัมผัสกับถนนส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 1.6 มม.

วันผลิต

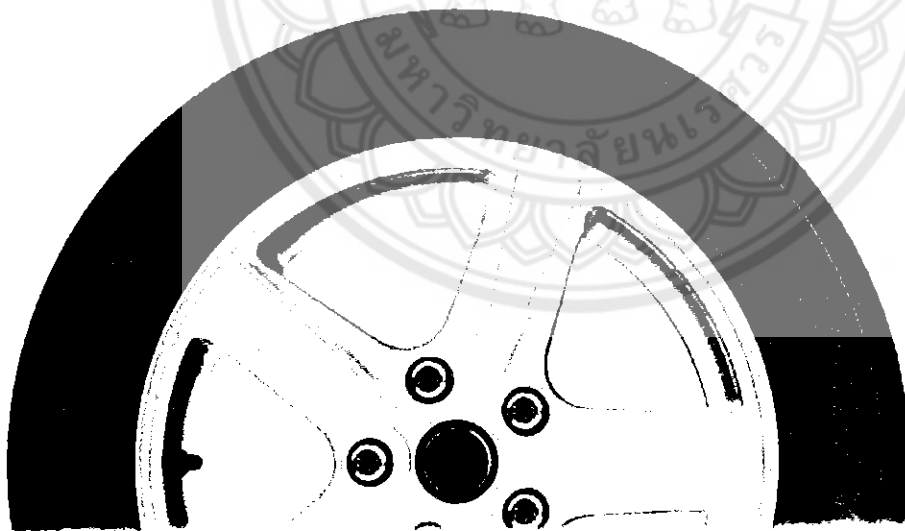
วันผลิตยางรถยนต์ของท่าน จะระบุเป็นรหัสตัวเลขสี่หลักแสดงสัปดาห์และปีที่ผลิตยาง



ภาพที่ 3.26 ภาพแสดงตัวเลขอัตราส่วนยาง

อัตราส่วนยาง

เป็นอัตราส่วนของยางในแนวตัดขวางกับความกว้างซึ่งแสดงเป็นร้อยละ ตัวอย่างเช่น อัตราส่วนยาง 65 หมายความว่าความสูงของยางประมาณร้อยละ 65 ของความกว้างของยาง



เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ

เส้นผ่านศูนย์กลาง (ความสูง) ของล้อวัดเป็นนิ้ว

ดรชนีการรับน้ำหนักบรรทุก

ดรชนีการรับน้ำหนักบรรทุกของยางรถยนต์ของท่านบอกให้ท่านทราบถึงขีดความสามารถในการรับน้ำหนักบรรทุกสูงสุดการเลือกยางอะไหล่จำเป็นสิ่งสำคัญที่ท่านจะต้องเลือกให้เหมาะสมตามคำแนะนำของผู้ผลิต ดรชนีการรับน้ำหนักบรรทุกของยางรถยนต์ของท่านจะปรากฏอยู่ที่แก้มยางใกล้ๆ กับเส้นผ่าศูนย์กลาง

พิกัดความเร็วที่กำหนด

พิกัดความเร็วเป็นการกำหนดความเร็วสูงสุดตามกฎหมายของยางรถยนต์เมื่อสูลมยางอย่างถูกต้องและใช้เพื่อการบรรทุกพิกัดความเร็วของยางรถยนต์ของท่านจะพิมพ์อยู่บนแก้มยางเป็นตัวอักษร ตัวอย่างเช่น ยางที่ระบุพิกัดความเร็วเป็นอักษร “V” เป็นยางที่ใช้ขับขี่ที่ความเร็วสูงสุด 240 กม./ชม.ได้ (ที่มา : <http://www.goodyear.co.th/learn/reading-your-tyre>)



บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์หลัก คือ เพื่อออกแบบที่นั่งออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะ จากรีไซเคิลยางรถยนต์ ที่มีความเหมาะสมต่อขนาดและสรีระศาสตร์ของผู้ใช้ และพฤติกรรมของผู้ใช้ ภายในสวนสาธารณะ

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.4 การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

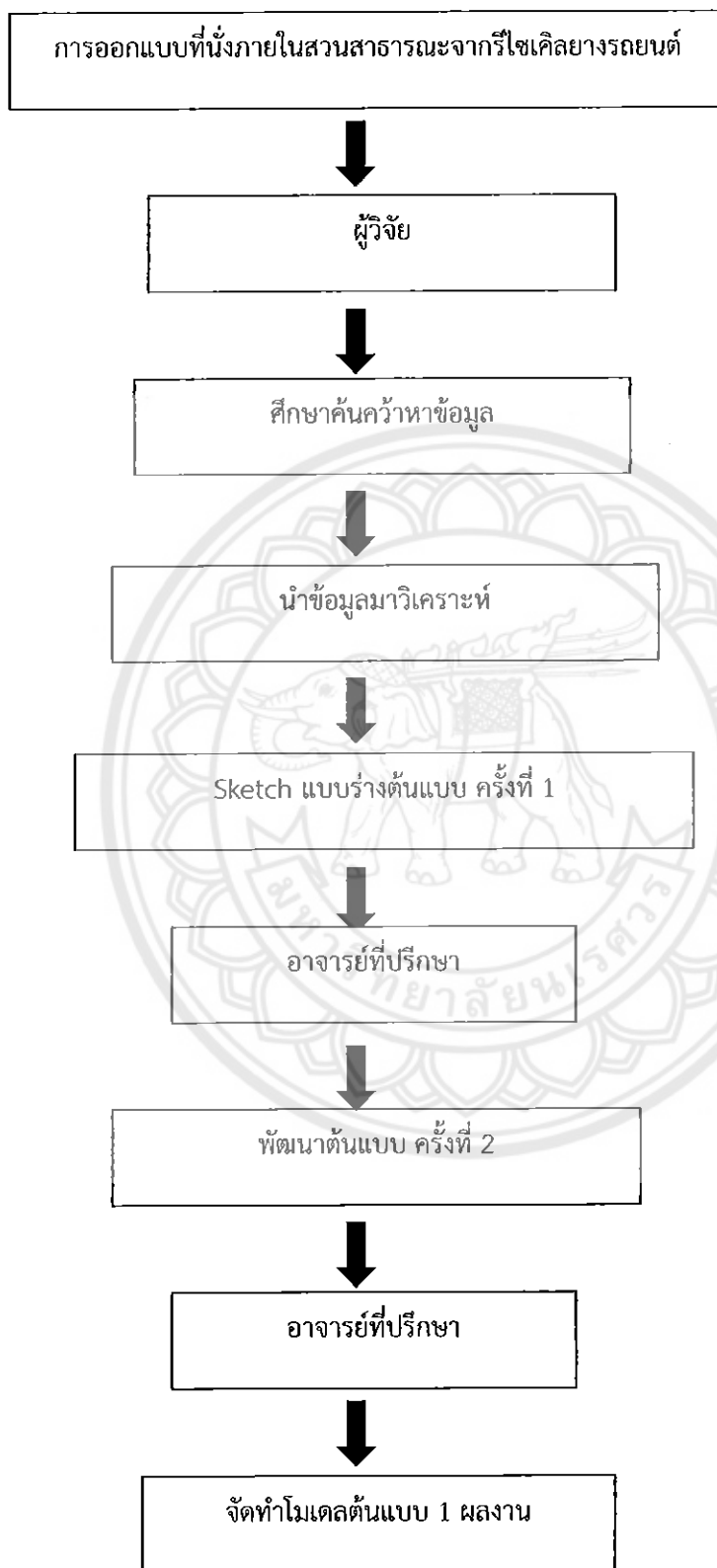
วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการศึกษาประเภทการวิจัยและพัฒนาโดยเก็บข้อมูลในกลุ่มผู้บริโภค รายละเอียดเกี่ยวกับเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า วิธีการดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล และการวิเคราะห์ข้อมูล ในการศึกษาเพื่อออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาเอกสารเพื่อสร้างกรอบแนวความคิดเกี่ยวกับการออกแบบใช้ระเบียบวิจัยดังนี้

1. ศึกษาแนวคิดและรูปแบบของที่นั่งสาธารณะในปัจจุบัน
2. ศึกษาศักยภาพของวัสดุ
3. ศึกษากิจกรรมที่ทำภายในสวนสาธารณะในปัจจุบัน
4. ศึกษาลักษณะของสวนสาธารณะในปัจจุบัน
5. ศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการออกแบบและการผลิตผลงานต้นแบบ



3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การกำหนดประชากร และกลุ่มเป้าหมาย

การออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ มีกลุ่มเป้าหมายหลักดังนี้

- ที่นั่งสำหรับนั่งพักผ่อนที่สามารถใช้ได้กับทุกคน ทุกคนสามารถใช้ร่วมกันได้อย่างเท่าเทียมเป็นที่นั่งสำหรับส่วนรวม
- มีรสนิยมชอบเฟอร์นิเจอร์ประเภทรีไซเคิล

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

3.2.1. การจดบันทึกรวบรวมข้อมูลเพื่อเป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ภายหลัง

3.2.2. การสำเนาเอกสารเพื่อเก็บข้อมูล เป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ภายหลัง

3.2.3. การถ่ายภาพเพื่อเก็บข้อมูลภาพ เป็นประโยชน์ในการเก็บข้อมูลนำไปวิเคราะห์ภายหลัง

3.2.4. อินเทอร์เน็ต (Internet) เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านทางอินเทอร์เน็ต มีความรวดเร็ว ข้อมูลมีหลากหลาย อินเทอร์เน็ตจึงเป็นประโยชน์ต่อการรวบรวมข้อมูล เพื่อนำไปวิเคราะห์ในภายหลัง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการสำรวจและเก็บข้อมูลในการศึกษาดังนี้

1. สืบค้นข้อมูลและเก็บรวบรวมข้อมูลจากเอกสารวิชาการ และงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องและทำการบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุรีไซเคิลจากยางรถยนต์ เพื่อนำไปใช้ในการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะ

2. อธิบายวัตถุประสงค์ของการวิจัย รวมทั้งตรวจสอบความสมบูรณ์ของข้อมูล

3.4 การจัดกระทำข้อมูลและการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบจัดทำข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูลที่สำคัญ 5 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 เป็นการศึกษาวัสดุประเภทยางรถยนต์ทั้งภายในและภายนอก โดยผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากเอกสารงานวิจัยมาวิเคราะห์ข้อมูลตามจุดมุ่งหมาย

ขั้นตอนที่ 2 เป็นการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะ โดยศึกษาข้อมูลนำผลการวิเคราะห์มากำหนดรูปแบบในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยใช้วัสดุประเภทยางรถยนต์ ทำการออกแบบและร่างแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะโดยใช้วัสดุประเภทยางรถยนต์ ที่ได้จากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 3 เป็นการสร้างผลิตภัณฑ์ที่นั่งจากรีไซเคิลยางรถยนต์

ขั้นตอนที่ 4 เป็นการประเมินผล ชิ้นงาน ที่นั่งจากรีไซเคิลยางรถยนต์โดยผู้บริโภคร่วมกับการใช้แบบสอบถาม

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นการศึกษาเรื่องการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ เป็นการการออกแบบที่มีจุดประสงค์ดังนี้

1. เพื่อศึกษาเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งภายในสวนสาธารณะ
2. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งให้เหมาะสมต่อขนาดและสรีระศาสตร์ของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ
3. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งที่สามารถตอบสนองกิจกรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ

4.1 การวิเคราะห์ข้อมูล

จากข้อมูลที่ได้ศึกษามา ผู้วิจัยได้นำมาวิเคราะห์ออกเป็นตารางแยกออกเป็นแต่ละประเด็นดังนี้

- 4.1.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการตลาด
- 4.1.2 ตารางวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดด้วยหลัก 4P
- 4.1.3 การวิเคราะห์คู่แข่งทางการตลาด
- 4.1.4 ผังการเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ

ตารางที่ 4.1 ตารางการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการตลาด

การวิเคราะห์ข้อมูลด้านการตลาด

- ตารางข้อมูลทางการตลาดโดยใช้หลักการ SWOT ดังนี้

S Strength	W Weakness	O Opporunity	T Threat
<ul style="list-style-type: none"> • ต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่าคู่แข่งในตลาด • มีบุคลากรที่มีประสบการณ์ • องค์กรมีความสามารถด้าน R&D 	<ul style="list-style-type: none"> • วัตถุดิบเป็นของนำเข้า • องค์กรมีขนาดเล็กเกินไป • งบประมาณที่จำกัดเกินไป 	<ul style="list-style-type: none"> • มีคู่แข่งใหม่ • คู่แข่งกำลังถดถอย • เทคโนโลยีใหม่ • องค์กรมี R&D ที่สามารถพัฒนาได้ 	

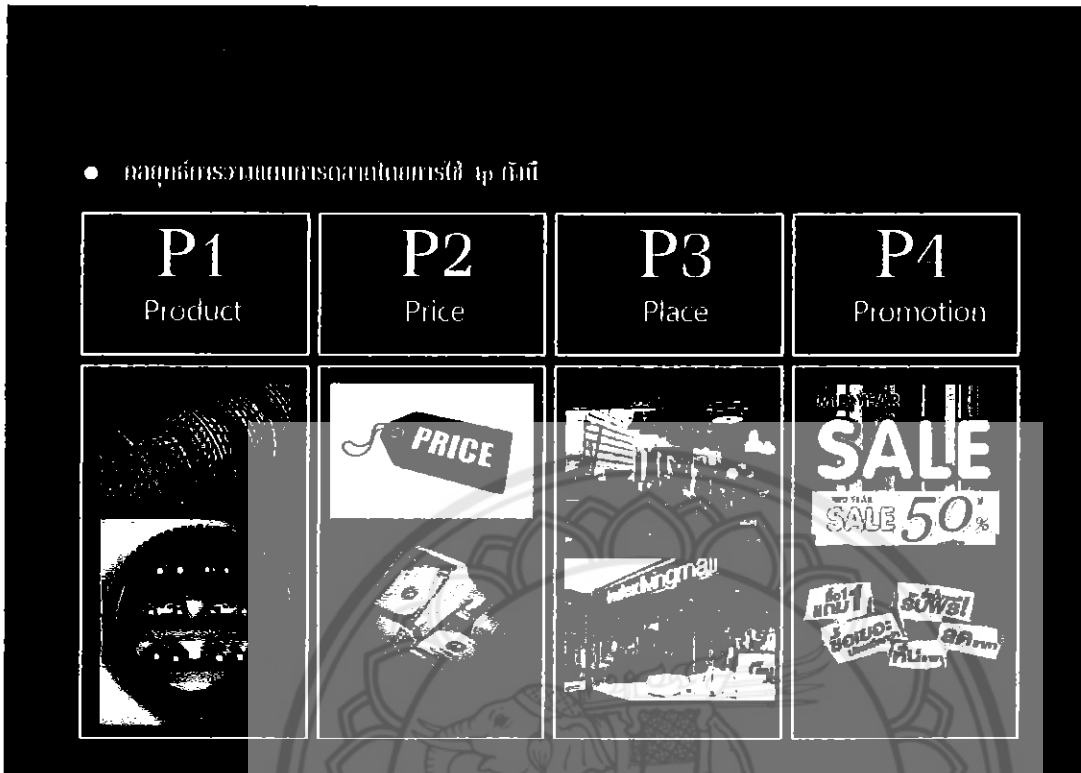
S = Strengths หมายถึง จุดเด่นหรือจุดแข็ง ซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายใน เป็นข้อดีที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในบริษัท เช่น จุดแข็งด้านส่วนประสม จุดแข็งด้านการเงิน จุดแข็งด้านการผลิต จุดแข็งด้านทรัพยากรบุคคล บริษัทจะต้องใช้ประโยชน์จากจุดแข็งในการกำหนดกลยุทธ์การตลาด

W = Weaknesses หมายถึง จุดด้อยหรือจุดอ่อนซึ่งเป็นผลมาจากปัจจัยภายในเป็นปัญหาหรือข้อบกพร่องที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายในต่างๆ ของบริษัท ซึ่งบริษัทจะต้องหาวิธีในการแก้ปัญหา

O = Opportunities หมายถึง โอกาสซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นผลจากการที่สภาพแวดล้อมภายนอกของบริษัทเอื้อประโยชน์หรือส่งเสริมการดำเนินงานขององค์กรโอกาสแตกต่างจากจุดแข็งตรงที่โอกาสนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายนอกแต่จุดแข็งนั้นเป็นผลมาจากสภาพแวดล้อมภายในนักการตลาดที่ดีจะต้องแสวงหาโอกาสอยู่เสมอและใช้ประโยชน์จากโอกาสนั้น

T = Threats หมายถึง อุปสรรค ซึ่งเกิดจากปัจจัยภายนอก เป็นข้อจำกัดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมภายนอก ซึ่งธุรกิจจำเป็นต้องปรับกลยุทธ์การตลาดให้สอดคล้องและพยายามขจัดอุปสรรคต่างๆ ที่เกิดขึ้นให้ได้จริง

ตาราง 4.2 ตารางวางแผนกลยุทธ์ทางการตลาดด้วยหลัก 4P



1. ผลิตภัณฑ์ (Product) ในการทำธุรกิจมีองค์ประกอบสำคัญก็คือ สินค้าหรือบริการ ซึ่งถือเป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เกิดรายได้หรือผลตอบแทนให้กับองค์กร หลักการวางแผนจึงต้องคำนึงถึงปัจจัยต่างๆ เช่น ความต้องการของลูกค้า คุณภาพของสินค้า รูปแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความทันสมัย และสามารถเปรียบเทียบเทียบกับคู่แข่งได้หรือไม่
2. ราคา (Price) การตั้งราคาขายถือเป็นกลยุทธ์ที่สำคัญ ซึ่งนอกจากราคาจะสามารถดึงดูดความสนใจของลูกค้าได้แล้ว การตั้งราคาขายยังเป็นเทคนิคอย่างหนึ่งที่ทำให้ต่อสู้กับคู่แข่งได้ในธุรกิจประเภทเดียวกันได้ เช่น กำหนดให้มีส่วนลดเมื่อซื้อตามจำนวน กำหนดราคาตามขนาดและปริมาณของสินค้า
3. ช่องทางการจัดจำหน่าย (Place) ก็คือการนำสินค้าไปให้ถึงมือของลูกค้า โดยยึดหลักความมีประสิทธิภาพ ความถูกต้อง ความปลอดภัย และความรวดเร็ว วิธีขายหรือกระจายสินค้าที่สามารถทำให้เกิดผลกำไรมากที่สุด ต้องกระจายสินค้าให้ตรงกลุ่มเป้าหมายมากที่สุด (4P คือ)
4. การส่งเสริมการตลาด (Promotion) หัวใจสำคัญของการส่งเสริมการตลาดก็คือ ทำอย่างไรให้สามารถขายสินค้าหรือบริการให้ได้มากที่สุด การส่งเสริมการขายจึงมีบทบาทสำคัญและมีอยู่หลายวิธี เช่น การโฆษณาผ่านสื่อในรูปแบบต่างๆ การทำกิจกรรมเพื่อส่งเสริมการขาย การบริการ หรือขายตรงโดยการนำเสนอของพนักงาน

- วิเคราะห์คู่แข่งทางการตลาด

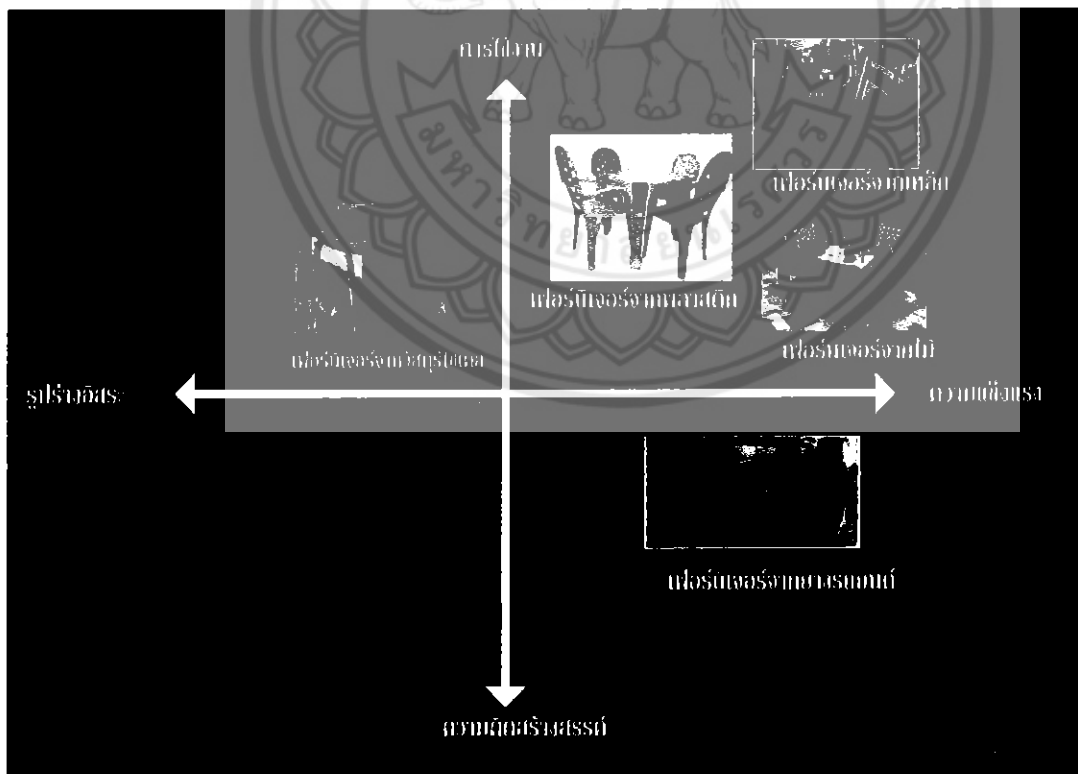
Product

เฟอร์นิเจอร์ไม้ เฟอร์นิเจอร์เหล็ก เฟอร์นิเจอร์พลาสติก เฟอร์นิเจอร์หนังบุรีไม้อัด

- ปริมาณที่ควบคุมการผลิต: ราคาของผลิตภัณฑ์จะ ออกแบบกับคู่แข่งทางการตลาด

คุณภาพผลิตภัณฑ์ : หนักเบา ราคา : ถูกกว่า

ตาราง 4.3 การวิเคราะห์คู่แข่งทางการตลาด



ตาราง 4.4 ผังการเปรียบเทียบการเลือกใช้วัสดุ





4.2 คำนีงงานวิจัย

Design brief

Furniture

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุรีไซเคิลยางรถยนต์

Furniture Design in shelter from recycled car tires.

<p>Design concept</p> <p>“ อยากรักษาพื้นที่ที่มีความรู้สึกดี ๆ มาผสมเข้ากับรูปร่าง และสีสันทันยุคตามให้เกิดความสวยงามและทันสมัย โดยได้แรงบันดาลใจจากรถสปอร์ต”</p> 	<p>Product</p> 	<p>Target group</p> 									
<p>Mood & Tone</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Design concept</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">loft style</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Mood & Tone</td> <td style="padding: 2px;">vintage</td> <td style="padding: 2px;">metal</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Design Element</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">structure, form, color, material</td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; text-align: center; margin-top: 5px;">นาย อรรถเดช ตีระสถาพรกุล รหัสนักศึด 55711703</p>		Design concept	loft style		Mood & Tone	vintage	metal	Design Element	structure, form, color, material	
Design concept	loft style										
Mood & Tone	vintage	metal									
Design Element	structure, form, color, material										

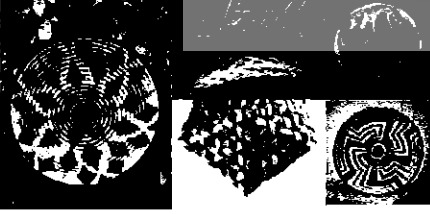



ภาพที่ 4.1 แสดง Design brief แบบที่ 1

Design brief

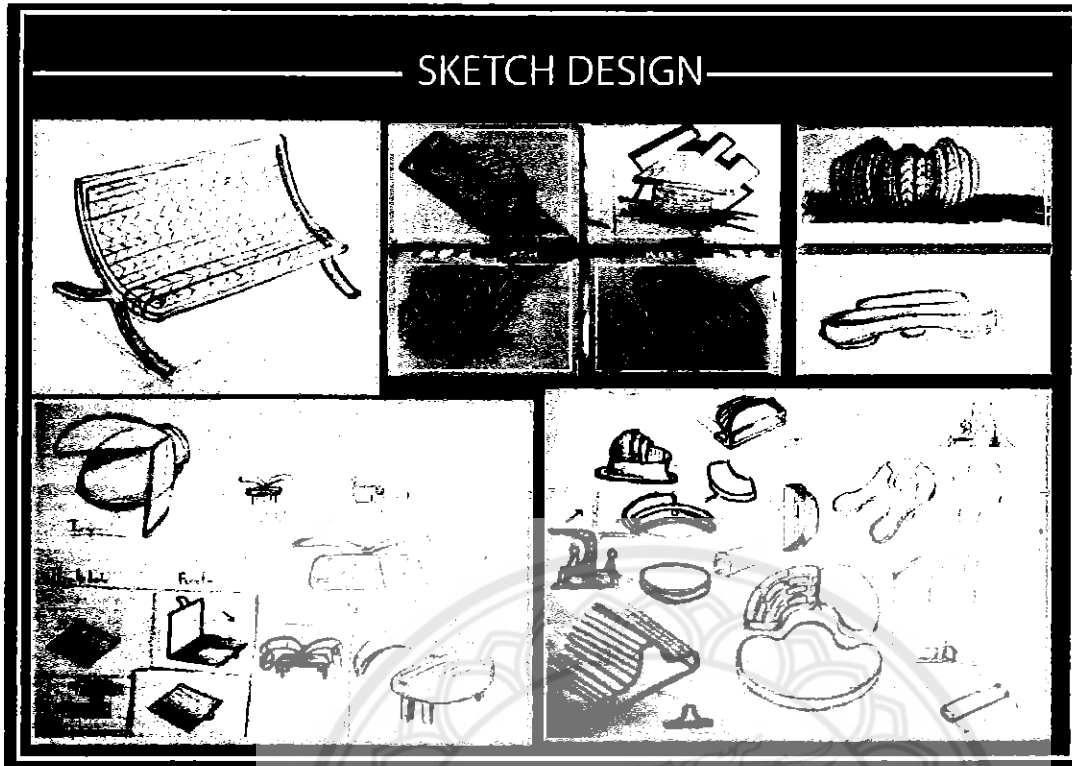
Furniture

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุรีไซเคิลยางรถยนต์

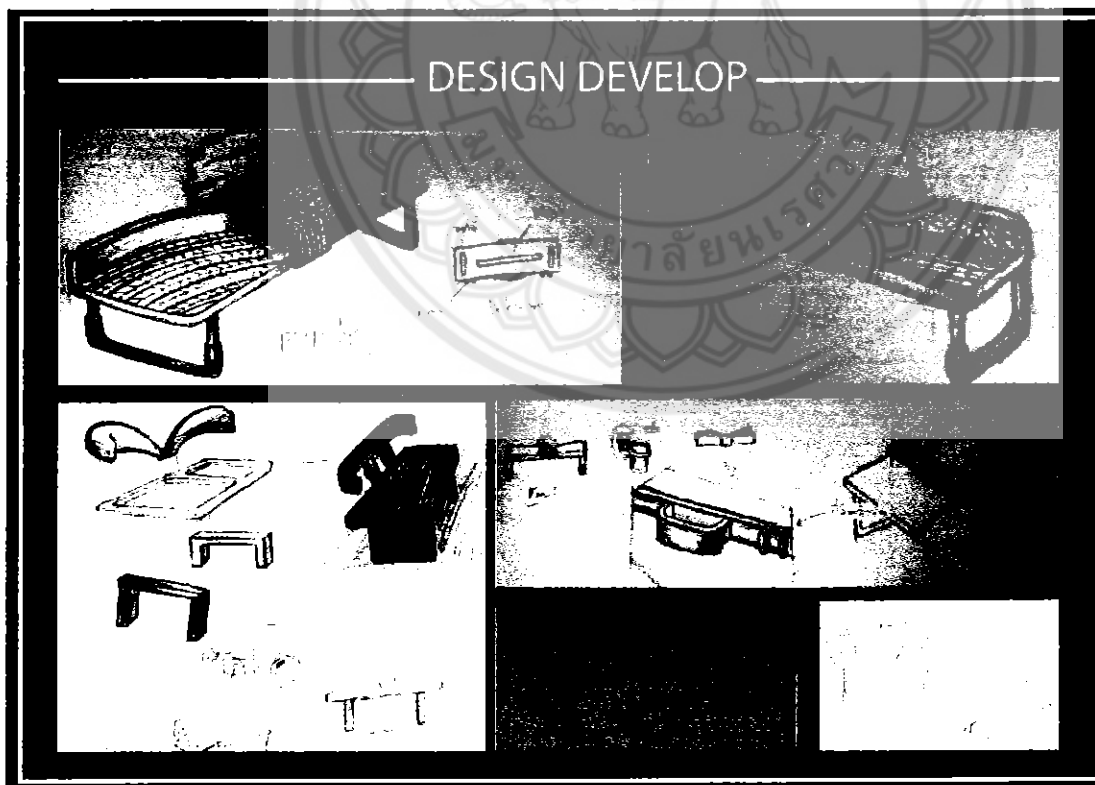
Furniture Design in shelter from recycled car tires.

<p>Design concept</p> <p>“ อนุรักษ์ของเหลือใช้บนเปลือกของรถสปอร์ตมาผสมผสานกับ ลวดลายของรถสปอร์ตเพื่อให้เกิดรูปร่างและสีสันที่แปลกใหม่ และสวยงามแต่ยังคงให้อารมณ์ความรู้สึกแบบสปอร์ต”</p> 	<p>Product</p> 	<p>Target group</p> 									
<p>Mood & Tone</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; padding: 2px;">Design concept</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">loft style</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Mood & Tone</td> <td style="padding: 2px;">vintage</td> <td style="padding: 2px;">metal</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">Design Element</td> <td colspan="2" style="padding: 2px;">structure, form, color, material</td> </tr> </table> <p style="font-size: x-small; text-align: center; margin-top: 5px;">นาย อรรถเดช ตีระสถาพรกุล รหัสนักศึด 55711703</p>		Design concept	loft style		Mood & Tone	vintage	metal	Design Element	structure, form, color, material	
Design concept	loft style										
Mood & Tone	vintage	metal									
Design Element	structure, form, color, material										

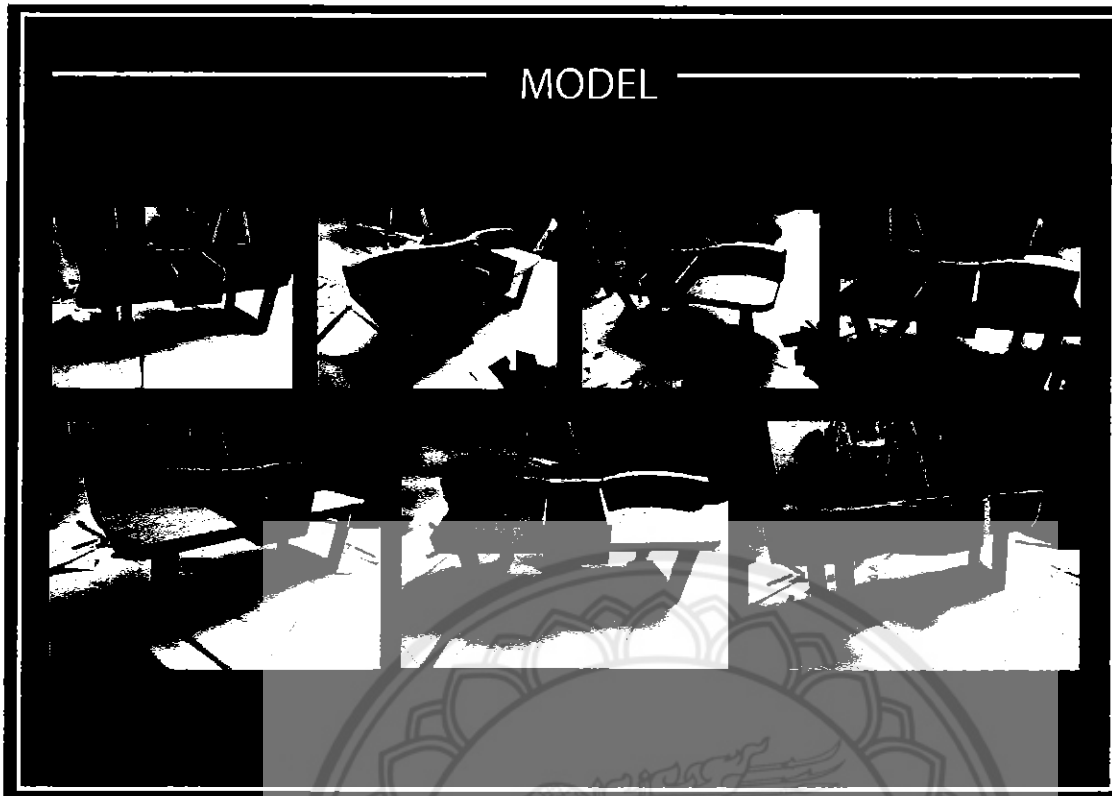
ภาพที่ 4.2 แสดง Design brief แบบที่ 2



ภาพที่ 4.3 แสดง Sketch ครั้งที่ 1



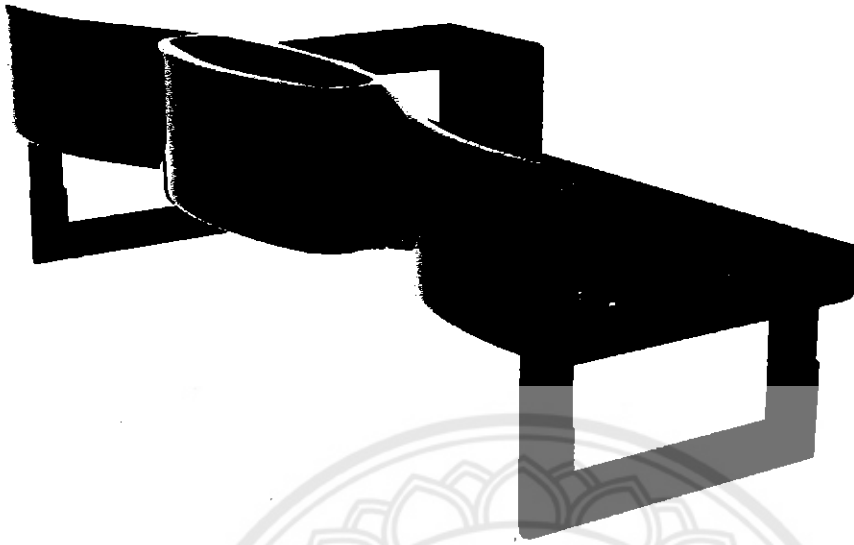
ภาพที่ 4.4 แสดง Sketch ครั้งที่ 2



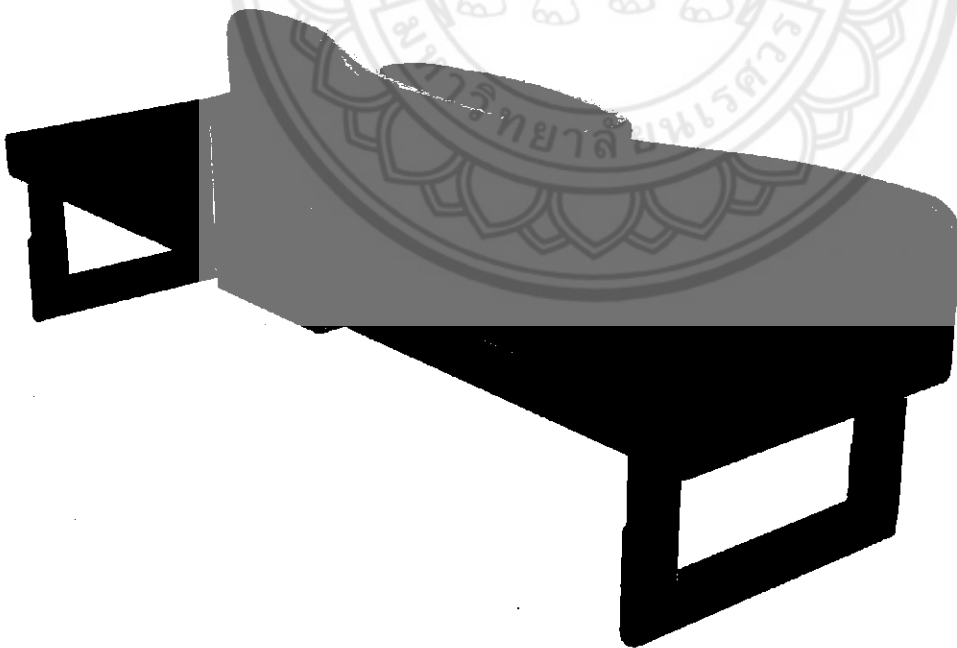
ภาพที่ 4.5 แสดงโมเดลตัวอย่างต้นแบบ



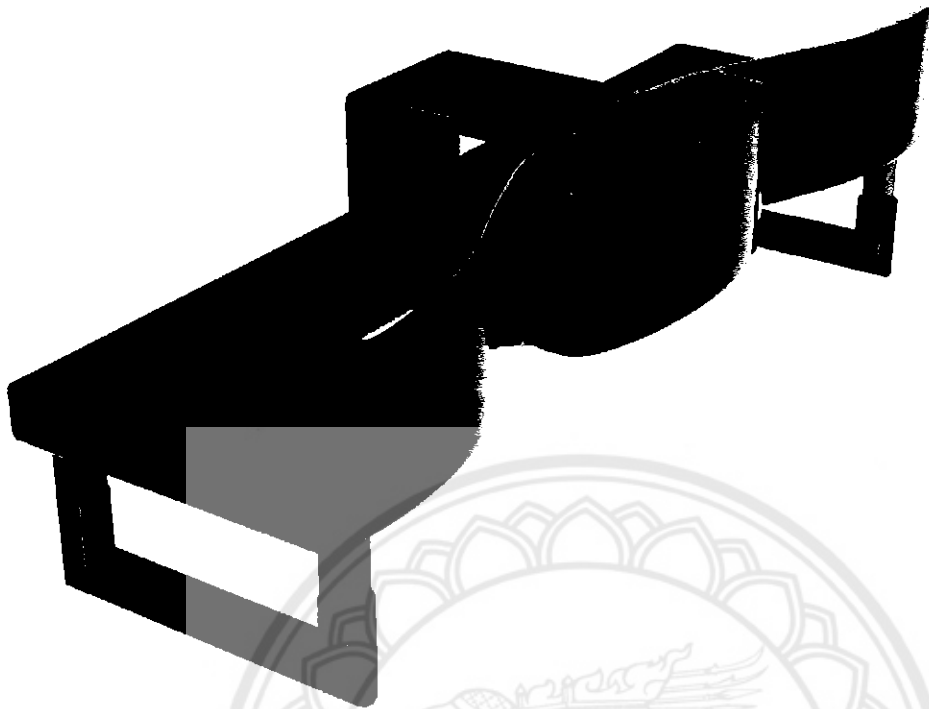
ภาพที่ 4.6 แสดง 3D Perspective ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.7 แสดง 3D Perspective ด้านหลังที่นั่งสาธารณะ



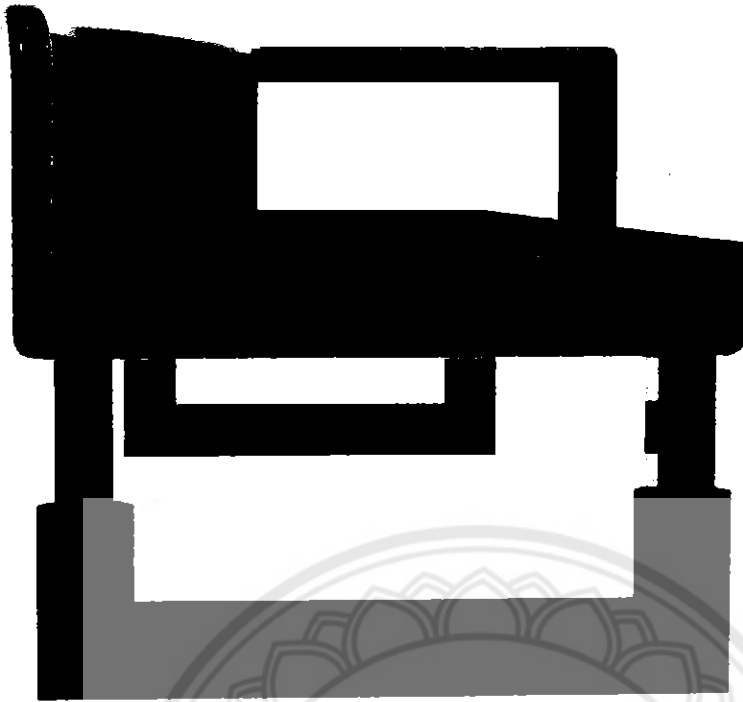
ภาพที่ 4.8 แสดง 3D Perspective ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.9 แสดง 3D Perspective ด้านหลังที่นั่งสาธารณะ



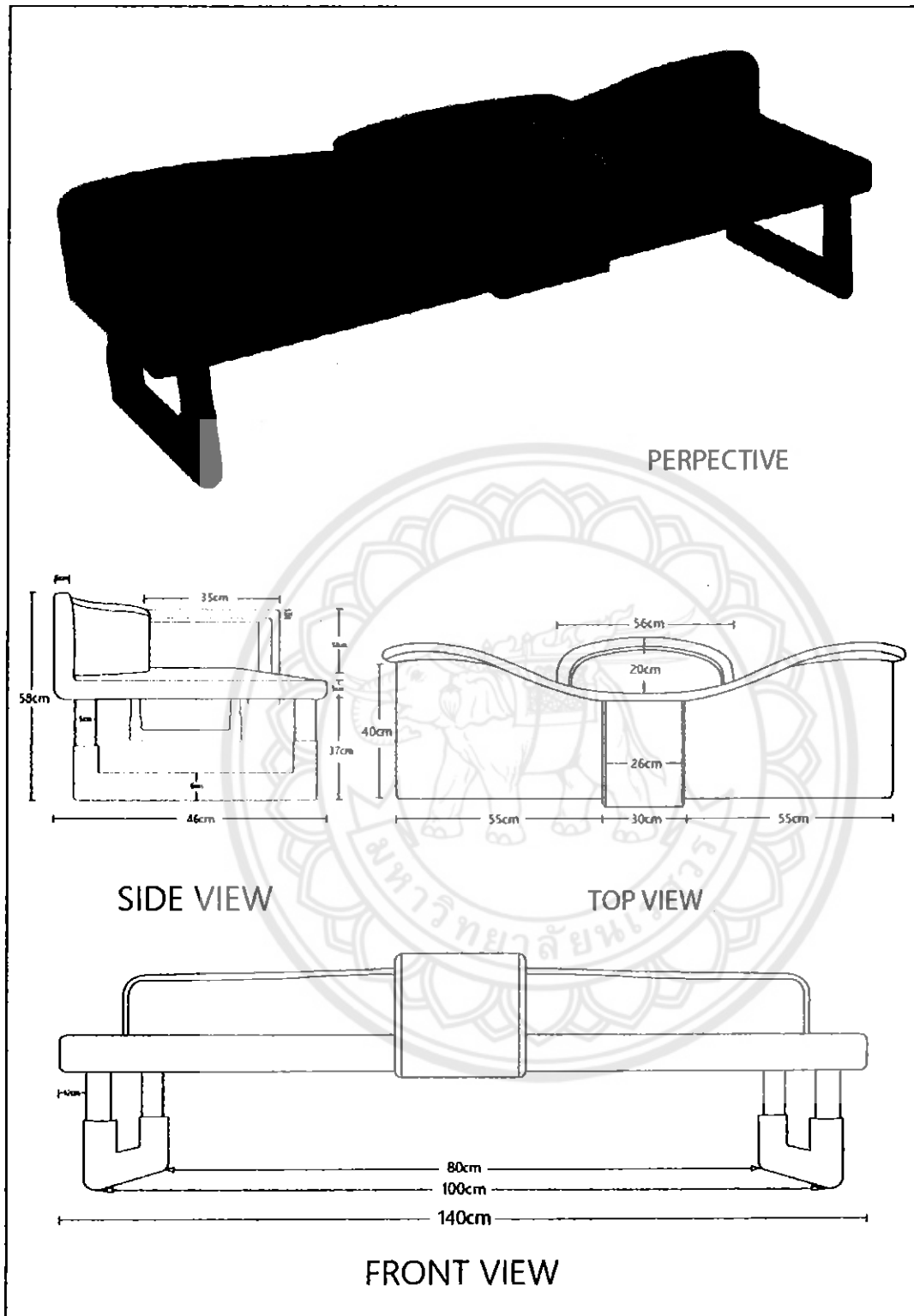
ภาพที่ 4.10 แสดง 3D ด้านหน้าที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.11 แสดง 3D ด้านข้างที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.12 แสดง 3D ด้านบนที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.12 แสดงการเขียนแบบของที่นั่งสาธารณะ



ภาพที่ 4.13 แสดงผลงานจริง



ภาพที่ 4.14 แสดงผลงานจริงขณะใช้งาน

บทที่ 5

สรุป

จากการศึกษาการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ผู้วิจัยสามารถสรุปการดำเนินการตามหัวข้อต่อไปนี้

ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งภายในสวนสาธารณะ
2. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งให้เหมาะสมต่อขนาดและสรีระศาสตร์ของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ
3. เพื่อออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่นั่งที่สามารถตอบสนองกิจกรรมและพฤติกรรมของผู้ใช้ภายในสวนสาธารณะ

สรุปผลการวิจัย

ขอบเขตการวิจัย

การศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะ กรณีศึกษา เป็นการออกแบบเพื่อประโยชน์ต่อผู้ใช้ และมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์

1. ขอบเขตด้านพื้นที่

ศึกษาสภาพทั่วไปของพื้นที่ภายในสวนสาธารณะเพื่อศึกษาพฤติกรรมของผู้ใช้งาน

2. ขอบเขตด้านการเนื้อหา

2.1 ขอบเขตด้านคุณสมบัติด้านการออกแบบที่นั่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิล

ยางรถยนต์

- ที่นั่งที่มีความเหมาะสมภายในสวนสาธารณะโดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้ชีวิตของตัวผู้ใช้
- เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ช่วยสร้างจิตสำนึกในการใช้วัสดุรีไซเคิลต่อผู้คนที่พบเห็น

2.2. ขอบเขตด้านกระบวนการผลิตที่นึ่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์

- รูปแบบและโครงสร้างการออกแบบ
- การเลือกใช้วัสดุ
- ดำเนินการผลิต
- ตรวจสอบคุณภาพและการใช้งาน

3. ขอบเขตด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์

การออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์ได้มีการศึกษาค้นคว้าข้อมูลในส่วนต่างๆเพื่อกระบวนการออกแบบดังนี้

- หน้าที่ใช้สอย
- ความปลอดภัย
- ความแข็งแรง
- ความสะดวกสบายในการใช้
- ความสวยงาม
- วัสดุและการผลิต

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์โดยมีพื้นที่ใช้สอยที่ตอบสนองพฤติกรรมการใช้ชีวิตของมนุษย์ ประกอบไปด้วย

- ที่นึ่งภายในสวนสาธารณะ



ข้อเสนอแนะ

ในขั้นตอนของกระบวนการประเมินผลทางการศึกษาได้เป็นไปอย่างถูกต้องตามระบบที่คณะกรรมการได้กำหนดไว้ซึ่งสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่วางเอาไว้ ทั้งนี้เนื่องจากการได้รับข้อเสนอแนะอันเป็นประโยชน์จากอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้คอยช่วยเหลืออย่างเต็มที่

ศึกษาสภาพทั่วไปของการออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะจากกรีไซเคิลยางรถยนต์มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ศึกษาสภาพทั่วไปของการออกแบบที่นึ่งภายในสวนสาธารณะจากกรีไซเคิลยางรถยนต์แล้วนำมาใช้ประโยชน์ในเรื่องแนวทางการออกแบบ
2. ผลิตภัณฑ์มีความหลากหลาย รูปทรงของเฟอร์นิเจอร์มีความเป็นเอกลักษณ์ สามารถผลิตขึ้นมาใช้งานได้จริงตามต้นแบบ
3. ขั้นตอนการพัฒนาแบบ ควรให้ความสำคัญเป็นอย่างยิ่ง เพราะเป็นส่วนที่สำคัญมากที่สุดของภาคนิพนธ์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดความเป็นไปได้ของตัวผลงาน
4. ขั้นตอนการเขียนแบบ เป็นขั้นตอนการตรวจสอบขนาด สัดส่วน ที่เหมาะสมเพื่อที่จะให้ผลงานนั้นออกมาได้ถูกต้องและเหมาะสำหรับการนำไปผลิตและใช้งานได้จริง
5. การจัดลำดับความสำคัญของงาน จะต้องมีการวางแผนการดำเนินงานทั้งก่อนและหลังที่ดี เพื่อให้การจัดทำผลงาน เป็นไปอย่างราบรื่นและมีประสิทธิภาพ
6. การทำวิจัยจำเป็นต้องมีการศึกษาและมีความสนใจต่อตัวงาน เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและประสมผลสำเร็จ
7. ในการทำวิจัยจำเป็นต้องมีที่ปรึกษาที่ดี ตลอดจนตัวงานประสบผลสำเร็จเพื่อให้ชิ้นงานออกมามีประสิทธิภาพ

บทสรุปของการศึกษาวิจัยถือได้ว่าเป็นประโยชน์อย่างยิ่ง ทั้งในด้านการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับพฤติกรรมการใช้งาน ซึ่งไม่ใช่เพียงแค่วิสัยทัศน์ทางการศึกษาเท่านั้น แต่เป็นการมองโลกทัศน์ให้กว้างออกไปเพื่อใช้เป็นแนวทางในภายภาคหน้าอันเป็นประโยชน์ต่อผู้ใช้ศึกษาวิจัย

บรรณานุกรม

พิชัย สดภิบาล. (2548). หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์. กรุงเทพฯ.

อุดมศักดิ์ สาริบุตร. (2550). ออกแบบเฟอร์นิเจอร์. กรุงเทพฯ : โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์

Siam Global Lubricant, ตุลาคม, 2554, ฉบับที่9

<https://www.gotoknow.org/posts/359366>)

http://www.rubbercenter.org/ask_answer/Q&A_5.html

<http://allalike-design.blogspot.com/2010/12/blog-post.html>

<http://nopsakon-net.blogspot.com/2007/03/1.html>

"ไม้เนื้อแข็งของประเทศไทย" ฝ่ายวิจัยไม้กรมป่าไม้

<http://www.goodyear.co.th/learn/reading-your-tyre>

<http://kanchanapisek.or.th>

<http://www.rubbercenter.org/files/rtec/RTEC-tyre.pdf>

<https://krittayakorn.wordpress.com/category/elements-of-art/>





ขั้นตอนการทำที่นั่งสาธารณะจากรีไซเคิลยางรถยนต์



