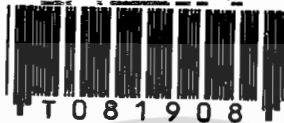


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ
บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)**

**STUDY AND DEVELOPMENT BOOK SHELVES FOR
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED**



ทว.
56297
2551

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **81908**
วัน,เดือน,ปี..... **2.6.สิ.ย. 2551**

b. **119 38 ๒23**
i.....

สารนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
: สาขาวิชา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**STUDY AND DEVELOPMENT BOOK SHELVES FOR
SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED**



**A THEMATIC PAPER SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสารนิพนธ์	การศึกษาและพัฒนาชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
นักศึกษา	นายธีรบุลย์ แซ่เตียว
รหัสประจำตัว	47065361
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาสารนิพนธ์	รองศาสตราจารย์ สถาพร คินุญมี ณ ชุมแพ

บทคัดย่อ

การศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน)ในครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) โดยการพัฒนาการใช้งาน การจัดวาง และรูปร่าง รูปทรง เพื่อประเมินระดับความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้บริการที่มีต่อชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) ที่ออกแบบใหม่

กลุ่มตัวอย่างในการวิจัย คือ ผู้ใช้บริการร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย เป็นแบบประเมินผลงานด้านการออกแบบ วัสดุ และการผลิตจากผู้ทรงคุณวุฒิ และแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) วิเคราะห์ค่าสถิติด้วยค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.45$)

ในการทดสอบความแข็งแรงของชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element © มีค่าความแข็งแรงที่สามารถยอมรับได้ในระดับมากที่สุด 1500 N / M²

ผลการวิจัยสรุปว่า ผลการประเมินผลการออกแบบชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) จากผู้ทรงคุณวุฒิ เลือกให้ชิ้นวางหนังสือ แบบที่ 1 มีความเหมาะสมมาก และกลุ่มผู้ใช้บริการร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด(มหาชน) มีความพึงพอใจต่อชิ้นวางหนังสือในระดับมากที่สุดมีค่าเฉลี่ย($\bar{X}=4.17$)

Thematic Paper Title	Study and Development of Book Shelves For Se-Education Public Company Limited
Student	Mr Teeraboon Seateow
Student ID.	47065361
Degree	Master of Science in Industrial Education
Program	Industrial Design Technology
Year	2008
Thematic Paper Advisor	Associate Professor Sataporn D Boonmee Na Chompare

ABSTRACT

The purpose of this study were to develop book shelves for Se-Education Public Company Limited by developing the practicality, shape figure and evaluate the customer's satisfaction on the new model of the book shelves for Se-Education Public Company Limited.

The samples of this study were 50 customers of Se-Education Public Company Limited. The questionnaire has been utilized as the major tool of this study. The data were collected through the questionnaires on design, material, an expert production, target group's satisfaction and analyze by percentage, mean, standard deviation.

The Finite Element Program has been used to test for the strength of the book shelf for Se-Education Public Company Limited. The experiment result is the highest level. The study can be concluded that the first model of book shelves has been selected by the experts as the suitable model and customers of Se-Education Public Company Limited were satisfied the book shelves in the highest level.

กิตติกรรมประกาศ

สารนิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วง ได้ด้วยความอนุเคราะห์ การชี้แนวทาง เอื้อเพื่อข้อมูล ให้
กำลังใจและสนับสนุนช่วยเหลือจากบุคคลหลายฝ่ายทั้งในทางตรงและทางอ้อม

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ สถาพร คินุณฺมิ ฒ ชุมแพอาจารย์ที่ปรึกษาสาระ
นิพนธ์ และกรรมการสอบสารนิพนธ์ รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สารินทร ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา
ให้แนวคิด ชี้แนะแนวทางทำให้สารนิพนธ์เล่มนี้สามารถบรรลุถึงจุดหมาย

คุณทนง โชติสรยุทธ์ กรรมการผู้จัดการบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) รวมถึง
เจ้าหน้าที่บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) อีกหลายท่าน ที่ได้ให้คำปรึกษา คำแนะนำ เอื้อเพื่อ
ข้อมูลต่างๆ และร่วมแสดงความความคิดเห็น ซึ่งเป็นประโยชน์ต่อสารนิพนธ์ฉบับนี้เป็นอย่างมาก

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ พี่สาว และพี่ชาย ที่คอยสนับสนุน ช่วยเหลือ และเป็น
กำลังใจอย่างดีเยี่ยมตลอดการศึกษา

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากสารนิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบแต่ บิดา มารดา อาจารย์
ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างสูง

ธีรบุลย์ แซ่เตียว

สารบัญ

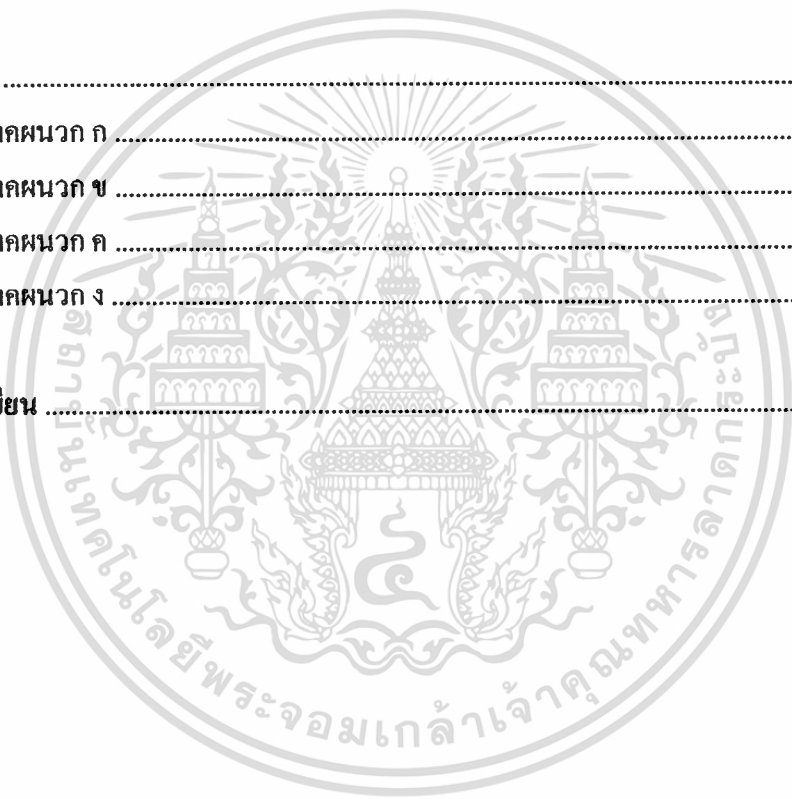
	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 สมมติฐานของการวิจัย	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 ขอบเขตการวิจัย	4
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	5
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	7
2.1 การออกแบบ.....	8
2.1.1 ศึกษาทฤษฎีแนวคิดในการออกแบบ ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์.....	8
2.1.2 ศึกษาขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ที่สัมพันธ์กับ การออกแบบชั้นวางหนังสือ.....	28
2.1.3 ศึกษาหลักการออกแบบของตู้และชั้นวางหนังสือ.....	39
2.2 การผลิต.....	44
2.2.1 ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิตชั้นวางหนังสือ.....	44
2.2.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตชั้นวางหนังสือ.....	53
2.3 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจ.....	61
2.3.1 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจและความต้องการของ พนักงานภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).....	61
2.4 ความแข็งแรง.....	62

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.4.1 ศึกษาเรื่องความมั่นคงและแข็งแรงของชั้นวางหนังสือ.....	62
2.4.2 ศึกษาชั้นวางหนังสือสำหรับ ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีเพื่อทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับ ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element ®.....	72
2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้อง.....	79
2.5.1 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....	79
2.5.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	90
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	92
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	92
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	92
3.3 การสร้างเครื่องมือในการวิจัย	93
3.4 การตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือ.....	95
3.5 ขั้นตอนการดำเนินงานออกแบบ.....	95
3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล	96
3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล	97
3.8 สถิติที่ใช้ในงานวิจัย.....	98
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	100
4.1 ผลสรุปการประเมินผลการด้านการออกแบบ วัสดุและการผลิต ชั้นวางหนังสือ สำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)	100
4.2 ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีต่อสื่อชั้นวางหนังสือสำหรับ ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).....	107
4.3 ผลสรุปการค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับ ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน).....	109

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	114
5.1 สรุปผลการวิจัย	114
5.2 อภิปรายผลการวิจัย	118
5.3 ข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม	121
ภาคผนวก	123
ภาคผนวก ก	124
ภาคผนวก ข	133
ภาคผนวก ค	141
ภาคผนวก ง	152
ประวัติผู้เขียน	166



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	ตัวอย่างแสดงการรวบรวมประเด็นหลักในการออกแบบชั้นวางหนังสือ สำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน).....14
2.2	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมิติวิกฤต (Critical Body Dimension).....35
2.3	ส่วนต่างๆ ของร่างกาย.....36
2.4	แสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน.....36
2.5	แสดงตัวเลขขนาดครีမ်การเอื่อมในระยะต่างๆ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)36
2.6	แสดงตัวเลขระหว่างมิติของร่างกาย.....37
2.7	แสดงขนาดของชนิดหนังสือประเภทต่าง ๆ.....42
2.8	แสดงพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงด้านคุณสมบัติ และตัวอย่างการนำไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ.....45
2.9	แสดงพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกด้านคุณสมบัติ และตัวอย่างการนำไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ.....46
2.10	กรรมวิธีการผลิตพลาสติกเพื่อนำมาใช้งาน มีหลายวิธีซึ่งเหมาะกับพลาสติกแต่ละชนิด.....52
2.11	แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยในแต่ละระบบ.....78
4.1	สรุปผลการวิเคราะห์การประเมินผลด้านการออกแบบ วัสดุและการผลิต ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน.....104
4.2	แสดงค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง.....107
4.3	แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการ ภายในร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)จำนวน 50 คน.....108
4.4	แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือ บริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)เปรียบเทียบตามเกณฑ์ ความพึงพอใจในระดับมาก 3.50 (N=50)109
5.1	ผลการประเมินความพึงพอใจ การออกแบบ วัสดุ และการผลิต.....116

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ข.1	แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบถามการออกแบบ ด้านวัสดุ และด้านการผลิต โดยสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....138
ข.2	แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดยสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ.....140



สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1	แสดงการทำงานของความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น.....21
2.2	แสดงหลักการทำงานขั้นตอนของการกลั่นกรองการออกแบบ.....22
2.3	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนต่าง ๆ ของร่างกาย.....29
2.4	การแสดงภาพระยะการยืดของแขน.....30
2.5	การแสดงภาพสัดส่วนความสูงขึ้น.....30
2.6	การแสดงภาพขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ ของรัศมีการเชื่อมในลักษณะต่าง ๆ ของร่างกาย.....31
2.7	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวช่วงคอ (neck)31
2.8	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง (spine)32
2.9	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่ (shoulder)32
2.10	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก (elbow / forearm)33
2.11	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก (hip)33
2.12	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อมือ (wrist)34
2.13	การแสดงภาพการเคลื่อนไหวนิ้วมือ (fingers)34
2.14	แสดงความสูงขณะทำงาน สูงประมาณ 75 ซม.....37
2.15	แสดงความสูงของการนั่งทำงาน สูงประมาณ 38 ซม.....38
2.16	แสดงระยะความสูงของตู้ที่เหมาะสมกับการใช้งาน.....40
2.17	ตู้วางหนังสือ.....43
2.18	การขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)54
2.19	การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศโดยใช้แท่งกดช่วย (Plug-assisted Vacuum Forming)55
2.20	การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศโดยการเป่าร้อนและใช้แท่งกดช่วย (Reverse Draw with Plug Assist Vacuum Forming)56
2.21	การขึ้นรูปร้อนด้วยแรงดัน.....57
2.22	การขึ้นรูปร้อนโดยวิธีประกบแบบ.....58
2.23	เครื่องขึ้นรูปขึ้นตอนเดียว (Single-stage thermoforming machine)59
2.24	เครื่องขึ้นรูปร้อนแบบหมุน 3 ขั้นตอน (Three-stage thermoforming machine)60
2.25	ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโซฟา.....67

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.26	แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง (CG) เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนอกฐานของวัตถุ.....67
2.27	การออกแบบรูปทรงให้กลมกลืนไปกับโครงสร้างหลัก.....70
2.28	แสดงถึงลักษณะความแข็งแรงของวัสดุแผ่น.....71
2.29	การเตรียมชิ้นงานด้วยการระงับการลบมุม.....72
2.30	ขีดความสามารถในการวิเคราะห์ของ COSMOS Works.....73
2.31	ขั้นตอนการคำนวณ.....75
2.32	เปรียบเทียบปริมาณการโค้งงอ.....77
2.33	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....79
2.34	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....79
2.35	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....80
2.36	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....80
2.37	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....81
2.38	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....81
2.39	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....82
2.40	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....82
2.41	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....83
2.42	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....83
2.43	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....84
2.44	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....84
2.45	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....85
2.46	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....85
2.47	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....86
2.48	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....87
2.49	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....87
2.50	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....88
2.51	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....88

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.52	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....89
2.53	ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน.....89
3.1	แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย (RESEARCH AND DEVELOPMENT DIAGRAM).....99
4.1	ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 1.....101
4.2	ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 2.....102
4.3	ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 3.....103
4.4	การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 1.....110
4.5	การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 2.....110
4.6	การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 3.....111
4.7	การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 4.....112
4.8	การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 5.....112
5.1	รูปแบบชั้นวางหนังสือ.....119
ง.1	แบบร่าง.....153
ง.2	ลายเส้นชั้นวางหนังสือ.....154
ง.3	ชั้นวางหนังสือ.....154
ง.4	Drawing.....155
ง.5	Drawing.....156
ง.6	Drawing.....157
ง.7	ลายเส้นชั้นวางหนังสือ.....158
ง.8	ชั้นวางหนังสือ.....158
ง.9	ตราร้านค้า.....159
ง.10	สื่อตัวอักษรกำกับชั้นวางหนังสือ.....159
ง.11	ลักษณะการใช้งาน.....160
ง.12	ลักษณะการมอง.....160
ง.13	ลักษณะการจัดวางหนังสือ.....161

สารบัญญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ง.14	การจัดวางองค์ประกอบของพื้นที่โดยรวม.....162
ง.15	รูปแบบและคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ.....163
ง.16	คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจการออกแบบ.....164
ง.17	ลักษณะการจัดวางชั้นวางหนังสือ.....165



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เพื่อเป็นการแสดงออกถึงระดับและมาตรฐานที่มีการพัฒนาชั้นวางหนังสือและผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่ผลิตและพัฒนาโดยผ่านกระบวนการคิดและการออกแบบที่มีการจัดลำดับกระบวนการที่เป็นระบบระเบียบแบบแผนในการออกแบบและการวิจัยเป็นการอ้างอิงถึงบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีประวัติยาวนานและเป็นที่รู้จักกันอย่างกว้างขวางของบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) (SE-EDUCATION Public Company Limited) ได้จดทะเบียนจัดตั้ง เมื่อปี 1974 โดยกลุ่มผู้เริ่มก่อตั้งทั้งหมดประกอบด้วยวิศวกรไฟฟ้า 10 คน ที่จบการศึกษาจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บริษัทฯ ได้รับอนุญาตให้เป็น บริษัทจดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ในภาคอุตสาหกรรมบริการกลุ่มธุรกิจหลัก สื่อประชาสัมพันธ์ หมวดธุรกิจย่อย สิ่งพิมพ์ ตั้งแต่ปี 1991 และแปลงสภาพเป็นบริษัทมหาชน เมื่อเดือน เมษายน ปี 1993 ปัจจุบัน บริษัทฯ มีชื่อเรียกสั้นๆ ซึ่งเป็นที่รู้จักกันอย่างแพร่หลาย คือ ซีเอ็ด (SE-ED) ซึ่งย่อมาจากคำเต็มว่า Science, Engineering and Education

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจหลัก 3 ส่วน คือ ธุรกิจสำนักพิมพ์ โดยผลิตหนังสือ และวารสารเชิงวิชาการ และสาระความรู้ รับจ้างโฆษณาเพื่อจัดลงในวารสารรายเดือนที่ ซีเอ็ด ผลิตขึ้น รับจ้างพิมพ์หนังสือ และเป็นผู้จัดงานประจำปี Thailand Electronics & Industrial Technology ขึ้น (มีสัดส่วนรายได้เฉพาะจากโฆษณา และการจัดงานประมาณ 4 % ของรายได้ปี 2544) ธุรกิจรับจัดจำหน่ายหนังสือ โดยจัดจำหน่ายให้กับหนังสือของ ซีเอ็ด เอง และสำนักพิมพ์อื่น เพื่อจำหน่ายให้กับร้านหนังสือทั่วไป และช่องทางขายอื่นๆ (มีสัดส่วนรายได้ประมาณ 16 % ของรายได้ปี 2544) ธุรกิจร้านหนังสือ โดยเป็นผู้ดำเนินงานร้าน ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ และ Book Variety ทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด รวมทั้งการขยายตัวในลักษณะเครือข่าย และการบริหารพื้นที่ขายในรูปแบบต่างๆ (มีสัดส่วนรายได้ 79 % ของรายได้ปี 2001)

ณ วันที่ 1 พฤศจิกายน 2002 ซีเอ็ด เปิด ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ ได้รวมทั้งสิ้น 114 สาขา โดยอยู่ในเขตกรุงเทพฯและปริมณฑล 71 สาขา และอยู่ในต่างจังหวัดอีก 43 สาขา ในจำนวนนี้ทั้งหมดเป็นร้านที่ ซีเอ็ด บริหารเองทั้งสิ้น 106 สาขา เป็น ร้านเครือข่ายซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ (ซึ่งเป็นร้านที่ได้รับความช่วยเหลือเต็มรูปแบบ โดยซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ เป็นผู้จัดส่งสินค้าให้) จำนวน 4 สาขา และเป็น ร้าน

เครือข่ายซีเอ็ด (เป็นร้านที่ได้รับความช่วยเหลือไม่เต็มรูปแบบ ร้านลงทุนตัวเอง) จำนวน 4 สาขา และยังเข้าไปบริหารพื้นที่ขายหนังสือและวารสารในซูเปอร์เซ็นเตอร์ ในศูนย์การค้า ใน Tesco Lotus Express ในรูปแบบต่างๆ กันอีก 97 จุดบริการ

โดยการสำรวจและเก็บข้อมูลเป็นหลักฐานในเรื่องของความต้องการของ ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ได้มีความต้องการเป็นอย่างมากในเรื่องของการใช้พื้นที่ให้มีความคุ้มค่าโดยมีนโยบายทางบริษัทคือในพื้นที่ร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)ต้องมีจำนวนหนังสือภายในร้านนั้นๆ ไม่น้อยกว่า 70 % ของพื้นที่ร้าน และการนำเสนอ 20 อันดับหนังสือขายดีนั้น ไม่มีความดึงดูดผู้ใช้บริการร้านหนังสือนั้นๆ

ในเรื่องของการนำเสนอชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) คำบ่งชี้ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) และการนำเสนอตัวหนังสือภายในตัวผลิตภัณฑ์นั้น ไม่มีความเด่นชัดให้ทางผู้ใช้บริการเข้าใจ ไม่สามารถบ่งบอกกับชาวต่างชาติได้

ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงได้มีแนวความคิดที่จะแก้ไขปัญหาที่ได้รับจากการสำรวจและการเก็บหลักฐาน โดยการจัดทำสาระนิพนธ์ในเรื่องของการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) STUDY AND DEVELOPMENT BOOK SHELVES FOR SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED ในการวิจัยได้สรุปปัญหาดังต่อไปนี้

- สภาพแวดล้อมของร้านหนังสือ สัดส่วนของผลิตภัณฑ์เคมหรือใกล้เคียง
- ขนาดร้านหนังสือ
- พฤติกรรมของผู้บริโภค
- แบบสอบถามความต้องการของผู้บริโภค
- โครงสร้างหลักของชั้นวางหนังสือ(Profile)
- วัสดุหลัก วัสดุรอง
- ขนาดที่เหมาะสม
- น้ำหนัก
- ประโยชน์ใช้สอย (Function) ต่าง ๆ
- พฤติกรรมการใช้งาน
- ราคาขาย ราคาต้นทุน
- ราคาวัสดุ ราคาการผลิต แรงงานวัตถุดิบ
- โรงงานผลิต เครื่องมือผลิตเงื่อนไขผู้ผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- 1.2.2 เพื่อทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element ® (Serial No: 0301 0000 7785 7977)
- 1.2.3 เพื่อหาความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภค

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

- 1.3.1 ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีค่าความพึงพอใจต่อการใช้บริการของผู้บริโภคที่สามารถยอมรับได้ในระดับดี
- 1.3.2 การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด ได้ผ่านการทดสอบที่สามารถรับน้ำหนักหนังสือโดยการใช้โปรแกรม Finite Element ® (Serial No: 0301 0000 7785 7977)

1.4 กรอบและแนวคิดในการวิจัย

การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยได้กรอบและแนวความคิดในการวิจัย ดังต่อไปนี้

1.4.1 กรอบแนวคิดทางด้านการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ

เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.

2549 มีดังนี้

- 1.4.1.1 หน้าที่ใช้สอย (Function)
- 1.4.1.2 ความปลอดภัย (Safety)
- 1.4.1.3 ความแข็งแรงทนทาน (Durability)
- 1.4.1.4 ความประหยัด (Economic)
- 1.4.1.5 วัสดุ (Material)
- 1.4.1.6 โครงสร้าง (Construction)
- 1.4.1.7 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)
- 1.4.1.8 ความสวยงาม (Aesthetic)
- 1.4.1.9 มีลักษณะเฉพาะ (Personality)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1.10 กรรมวิธีการผลิต (Production)

1.4.1.11 การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)

1.4.1.12 การขนส่ง (Delivery System)

1.4.2 กรอบแนวคิดในการทดสอบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ

การทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น

จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element ®

1.4.3 กรอบแนวคิดทางด้านความพึงพอใจของผู้บริโภค

(Cooper – Hewitt.1990.Design for Daily Life พิไลวรรณ ประกอบผล.2540.

พฤติกรรมผู้บริโภค) มีดังนี้

1.4.3.1 ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน

1.4.3.2 ด้านความงามของรูปทรง

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการศึกษาเพื่อพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1.5.1 กำหนดประชากรกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร ได้แก่ ผู้ใช้บริการร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

กลุ่มตัวอย่าง คือ ผู้ที่เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร ใช้ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดย

วิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 50 คน

1.5.2 กำหนดตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรต้น

-ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ตัวแปรตาม

-การทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น

จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element ® ในการหาค่าความแข็งแรง

-ความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือ

สำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในงานวิจัย

1.6.1 ชั้นวางหนังสือ หมายถึง ที่สำหรับวางหนังสือ และสามารถดึงดูดความสนใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

1.6.2 ร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) หมายถึง ธุรกิจร้านหนังสือ ผู้ดำเนินงานร้าน ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ และ Book Variety ทั้งในกรุงเทพฯ และต่างจังหวัด รวมทั้งการขยายตัวในลักษณะเครือข่าย และการบริหารพื้นที่ขายในรูปแบบต่างๆ (มีสัดส่วนรายได้ 79 % ของรายได้ปี 2001) ซีเอ็ดเปิด ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ ได้รวมทั้งสิ้น 114 สาขา อยู่ในในเขตกรุงเทพฯ และปริมณฑล 71 สาขา และอยู่ในต่างจังหวัดอีก 43 สาขา ในจำนวนนี้ทั้งหมดเป็นร้านที่ บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) บริหารเองทั้งสิ้น 106 สาขา เป็น ร้านเครือข่ายซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ (ซึ่งเป็นร้านที่ได้รับความช่วยเหลือเต็มรูปแบบ โดยซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์ เป็นผู้จัดส่งสินค้าให้) จำนวน 4 สาขา และเป็น ร้านเครือข่ายซีเอ็ด (เป็นร้านที่ได้รับความช่วยเหลือไม่เต็มรูปแบบ ร้านส่งสินค้าเอง) จำนวน 4 สาขา และยังเข้าไปบริหารพื้นที่ขายหนังสือและวารสารในซูเปอร์เซ็นเตอร์ ในศูนย์การค้า ใน Tesco Lotus Express ในรูปแบบต่างๆกัน อีก 97 จุดบริการ

1.6.3 เฟอร์นิเจอร์ (Furniture) หมายถึง เคหะภัณฑ์ ครัวภัณฑ์ เครื่องเรือน เครื่องใช้ภายในบ้าน หรือเครื่องตกแต่งบ้าน ล้วนแต่มีความหมายใกล้เคียงกัน ดังนั้นเฟอร์นิเจอร์ หมายถึง เครื่องตกแต่งบ้านพักอาศัยหรืออาคาร มีประโยชน์ใช้สอยสะดวกสบายในการใช้เฟอร์นิเจอร์เป็นผลิตภัณฑ์ประเภทอุปโภค ซึ่งได้แก่ โต๊ะอาหาร โต๊ะทำงาน ตู้ชนิดต่าง ๆ เก้าอี้ เตียงนอน ชั้นวางของ ตลอดจนสิ่งของที่ใช้ตกแต่งอาคาร เป็นต้น

1.6.4 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ (Furniture Design) คือ การออกแบบเครื่องเรือน เครื่องตกแต่งภายในอาคารที่คำนึงถึงประโยชน์ใช้สอย ความงาม ความสะดวกในการใช้งานมากที่สุด โดยเน้นด้านประโยชน์ใช้สอยก่อนความงาม

1.6.5 ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง คุณสมบัติของวัสดุที่ต่อต้านแรงใด ๆ ก็ตามที่จะไม่ทำให้วัสดุนั้นเกิดการแตกหัก หลุดออกจากกัน หรือทำให้โค้ง งอ หรือสั่นคลอนอย่างมาก

1.6.6 ความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภค หมายถึง ความยอมรับในความพึงพอใจของพนักงานภายในร้านหนังสือที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการตรวจสอบทั้ง 2 ด้านต่างๆดังนี้

1.6.6.1 ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน

1.6.6.2 ด้านความงามของรูปทรง

1.6.7 พฤติกรรมของผู้บริโภค (Consumer Behavior) หมายถึง การแสดงออกของแต่ละบุคคลที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการใช้สินค้าและบริการทางเศรษฐกิจรวมทั้งกระบวนการในการตัดสินใจที่มีผลต่อการแสดงออก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังนี้ คือ

2.1 การออกแบบ

- 2.1.1 ศึกษาทฤษฎีแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์
- 2.1.2 ศึกษาขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบชั้นวางหนังสือ
- 2.1.3 ศึกษาหลักการออกแบบของผู้และชั้นวางหนังสือ

2.2 การผลิต

- 2.2.1 ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิตชั้นวางหนังสือ
- 2.2.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตชั้นวางหนังสือ

2.3 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจ

2.3.1 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจและความต้องการของพนักงานภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

2.4 ความแข็งแรง

- 2.4.1 ศึกษาเรื่องความมั่นคงและแข็งแรงของชั้นวางหนังสือ
- 2.4.2 ศึกษาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีเพื่อการทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element ®

2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

- 2.5.1 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน
- 2.5.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบ

2.1.1 ศึกษาทฤษฎีแนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์

การออกแบบเป็นวิธีการช่วยลดความผิดพลาดในการทำงานเพื่อค้นหาวิธีการที่เหมาะสมในการแก้ปัญหาและปรับปรุงคุณภาพในงานนั้น ๆ โดยเฉพาะการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานที่มีข้อมูลหรือปัญหาค่อนข้างมาก จำเป็นต้องใช้ผู้ร่วมงานเฉพาะทางหลายสาขา เพื่อสร้างสร้งงานให้มีคุณภาพ กระบวนการออกแบบจึงมีความจำเป็นเพื่อให้การทำงานนั้นเป็นไปอย่างมีระบบเป็นขั้นตอน ในการปฏิบัติงานออกแบบนั้นส่วนใหญ่มักไม่สามารถแยกแยะแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจน แต่ละขั้นตอนมักจะคาบเกี่ยวและต่อเนื่องกันไป จนบางครั้งไม่สามารถกำหนดแต่ละขั้นตอนได้อย่างชัดเจน กระบวนการออกแบบจึงเป็นการวางแผนการทำงานไว้เป็นแนวทางในการปฏิบัติงาน เพื่อให้หน้าออกแบบและเจ้าหน้าที่ฝ่ายต่าง ๆ ปฏิบัติงานอย่างเป็นขั้นตอน มีการกำหนดเกี่ยวกับแผนการออกแบบ ลักษณะผลงาน ขั้นตอนการทำงาน ซึ่งช่วยให้การออกแบบประสบผลสำเร็จ ในกระบวนการออกแบบมีการแบ่งการทำงานไว้หลายขั้นตอนซึ่งมีผู้เสนอรูปแบบไว้ต่าง ๆ กัน และมีขั้นตอนมากน้อยแตกต่างกัน บ้างก็เสนอเป็นรูปแบบง่าย ๆ เพียงไม่กี่ขั้นตอน มีการเน้นในแต่ละขั้นตอนที่แตกต่างกัน การเลือกวิธี การแบ่งขั้นตอนลักษณะใดนั้น ย่อมขึ้นอยู่กับวิธีการทำงานตามความถนัดของนักออกแบบและความเคยชินของบุคคลนั้นเป็นสำคัญ

การดำเนินการออกแบบผลิตภัณฑ์ โดยทั่วไปมีหลักพื้นฐานเป็นขั้นตอนเรียงไปตามลำดับ นักออกแบบมักจะดำเนินไปตามขั้นตอนเพื่อให้ได้มาซึ่งงานการออกแบบที่สมบูรณ์ นักออกแบบที่มีความเชี่ยวชาญบางท่านอาจข้ามขั้นตอนบางขั้นตอนหรืออาจรวมขั้นตอนบางตอนเข้าด้วยกัน ทั้งนี้แล้วแต่ดุลพินิจและความชำนาญของบุคคลนั้น งานออกแบบบางอย่างที่มีกระบวนการที่ซับซ้อนยุ่งยากมาก นักออกแบบอาจเพิ่มขั้นตอนหรือแบ่งย่อยการดำเนินการในบางขั้นตอนให้ละเอียดลงไปอีกก็ได้ ดังนั้นขั้นตอนในการดำเนินการออกแบบจึงเป็นเพียงแนวทางสำหรับผู้ที่ยังขาดประสบการณ์ขาดความชำนาญและสำหรับนักศึกษาออกแบบผลิตภัณฑ์ เพื่อทำความเข้าใจในการดำเนินงานตามขั้นตอน กระบวนการออกแบบจึงเป็นแนวทางในการดำเนินการออกแบบเพื่อให้ผู้ออกแบบสามารถใช้อิสระภาพทางความคิดของตนได้อย่างไร้ขอบเขตจำกัด

ขั้นตอนหรือกระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์นั้น โดยทั่ว ๆ ไปมีอยู่ 9 ขั้นตอนคือ

2.1.1.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Problem identification)

2.1.1.2 การค้นคว้าหาข้อมูล (Information)

2.1.1.3 การวิเคราะห์ (Analysis)

2.1.1.4 การสร้างแนวคิด (Conceptual design)

2.1.1.5 การออกแบบร่าง (Preliminary design)

2.1.1.6 การคัดเลือก (Selection)

2.1.1.7 การออกแบบรายละเอียด (Detail design)

2.1.1.8 การออกแบบขั้นสุดท้าย (Design finalization)

2.1.1.9 การประเมินผล (Evaluation)

2.1.1.1 การกำหนดขอบเขตของปัญหา (Problem identification)

ในการออกแบบโดยทั่วไปเกิดจากความต้องการของมนุษย์ที่ตอบสนองต่อประโยชน์ใช้สอย ความสะดวกสบาย ดังนั้นนักออกแบบจึงต้องเข้าใจเนื้อหาและธรรมชาติเฉพาะของงานออกแบบนั้น ๆ อย่างกระจ่างชัด เข้าใจถึงจุดมุ่งหมายของสิ่งนั้น ๆ โดยเฉพาะความต้องการและประโยชน์ใช้สอย (Need and function) รวมทั้งความพร้อมของคนเองที่จะทำงานในด้านต่าง ๆ เช่น ความรู้ ความชำนาญเฉพาะ ขอบเขตของการทำงาน เวลาทำงาน ความถนัด ความสนใจในงานลักษณะนั้น เพื่อประกอบการตัดสินใจในการออกแบบ

การกำหนดขอบเขตของปัญหา คือ การตั้งโจทย์หรือปัญหาในงานออกแบบ ซึ่งเป็นเป้าหมายของสิ่งที่จะออกแบบ โดยพิจารณาเงื่อนไขต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อกำหนดขอบเขตของงานเพื่อแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง ดังนั้นการหาคำตอบหรือผลลัพธ์จากโจทย์ก็คือการออกแบบนั่นเอง

โจทย์หรือปัญหาในงานออกแบบจะแตกต่างจากโจทย์ทางการคำนวณซึ่งเป็นโจทย์หรือปัญหาที่มีการกำหนดอย่างชัดเจนมีขอบเขตเงื่อนไขตายตัว เพื่อได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว ส่วนโจทย์หรือปัญหาในการออกแบบเป็นปัญหาที่เกิดขึ้นจากข้อขัดข้อง ความไม่เหมาะสม ความไม่สะดวก ประสิทธิภาพในการทำงานน้อย ประโยชน์ใช้สอยน้อย ความสะดวกสบายน้อย ฯลฯ ดังนั้นลักษณะปัญหาจะเป็นประเด็นปัญหาที่มีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับวิธีการมองปัญหา ความรอบคอบในการคิดแก้ปัญหาของนักออกแบบ ดังนั้นโจทย์หรือปัญหาในการออกแบบจึงเป็นสิ่งที่ท้าทายสำหรับนักออกแบบเสมอ เพราะปัญหาเดียวกันนักออกแบบหลาย ๆ คนอาจมีมุมมองเฉพาะของแต่ละคน ซึ่งสามารถตั้งโจทย์ที่แตกต่างกันและมีวิธีค้นหาผลลัพธ์ที่ต่างกันไปด้วย โจทย์หรือการตั้งปัญหาจึงมีอิทธิพลต่อลักษณะการออกแบบและผลลัพธ์เป็นอย่างมาก ลักษณะของการตั้งปัญหาหรือการตั้งโจทย์ โดยทั่วไปมักแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. โจทย์แบบแคบ (Close-ended) เป็นปัญหาที่ต้องการคำตอบที่มีความชัดเจนเฉพาะแปรเปลี่ยนได้น้อย มีความแน่นอนตายตัว มักใช้กับการออกแบบผลิตภัณฑ์เฉพาะอย่าง เช่น แก้วหรือเตียงสำหรับสระผม เตียงนอนสำหรับทารก เป็นต้น

2. โจทย์แบบกว้าง (Open-ended) เป็นการตั้งปัญหาหรือโจทย์ที่ต้องการคำตอบเป็นไปได้หลายทิศทาง มักไม่มีเงื่อนไขตายตัว โจทย์จะมีลักษณะกว้าง ๆ ไม่ระบุปัญหาที่ชัดเจนอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ปัญหาการพักผ่อนของร่างกายมนุษย์ถ้าเป็นโจทย์แบบแคบ อาจจะออกแบบเก้าอี้สำหรับนั่งพักผ่อน ในขณะที่เดียวกันโจทย์แบบเปิดกว้าง อาจคิดได้หลากหลายกันออกไป เช่น

- ออกแบบเก้าอี้สำหรับพักผ่อน

- ออกแบบเตียงนอนผ่อนคลายกล้ามเนื้อ
- ออกแบบเครื่องนวดร่างกาย
- ออกแบบเครื่องผ่อนคลายกล้ามเนื้อ

โดยทั่วไป ปัญหาแบบกว้างมักจะมีโอกาสคิดสร้างสรรค์ได้มากกว่าปัญหาแบบแคบ ในขณะที่เดียวกัน โจทย์จะต้องมีความชัดเจนแน่นอน เพื่อประโยชน์ในการศึกษาข้อมูลและการนำเสนอของนักออกแบบเอง ลักษณะของการตั้งปัญหาหรือการตั้งโจทย์สำหรับงานออกแบบควรมีลักษณะที่กระตุ้นท้าทาย (Challenge) กว้างครอบคลุม (Open-ended) และกำหนดความชัดเจน (Precise-definition)

ในการตั้งโจทย์แบบกว้างการค้นคว้าหาข้อมูลเพื่อรองรับโจทย์จะมีกว้างมากและข้อมูลหลากหลายต่อเมื่อมีการค้นคว้าและมีความรู้มากพอเพียง การปรับเปลี่ยนโจทย์เพื่อให้แคบลงมาก็สามารถทำได้เมื่อจะเริ่มทำการออกแบบ

2.1.1.2 การค้นคว้าหาข้อมูล (Information)

สิ่งที่มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งในการออกแบบ ตั้งแต่เริ่มต้นเตรียมการไปจนถึงหลังการออกแบบก็คือ ข้อมูล หากปราศจากข้อมูลงานออกแบบที่เกิดขึ้นก็ไม่ต่างกับการสร้างอาคารที่ปราศจากฐานรากนั่นเอง จะทำให้งานออกแบบชิ้นนั้นขาดพื้นฐานของความเป็นจริงและความน่าเชื่อถือ ข้อมูลสำหรับงานออกแบบมีการจำแนกได้หลายวิธีตามหลักเกณฑ์ที่กำหนดขึ้น ข้อมูลแต่ละข้อมูลจะมีความเหมาะสมสำหรับการนำไปใช้ในลักษณะต่าง ๆ กัน นักออกแบบจึงควรพิจารณาเลือกข้อมูลอย่างพิถีพิถระห้จึงจะ ได้รับประโยชน์

ข้อมูลสำหรับการออกแบบจำแนกได้ 3 วิธี ดังนี้

- การจำแนกข้อมูลตามเนื้อหา
- การจำแนกข้อมูลตามคุณภาพ
- การจำแนกข้อมูลจากแหล่งที่มา

การจำแนกข้อมูลตามเนื้อหาสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ข้อมูลทั่วไป (General Information) ได้แก่ ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับปัญหา เช่น ประวัติความเป็นมา บันทึกทางประวัติศาสตร์ (Historical Records) วัสดุ เทคโนโลยี หลักเกณฑ์ต่าง ๆ สำหรับงานออกแบบประเภทนั้น ๆ ข้อมูลเหล่านี้แม้จะไม่ได้นำมาใช้ในการออกแบบโดยตรง แต่เป็นส่วนช่วยในด้านพื้นฐานความเข้าใจเบื้องต้นเกี่ยวกับธรรมชาติเฉพาะของงานออกแบบ ข้อมูลส่วนนี้มักได้มาจากเอกสารตำรา ผลงานการวิจัยที่เคยมีมาก่อน

(2) ข้อมูลเฉพาะ (Specific Information) เป็นข้อมูลที่มีความจำเป็นและเกี่ยวข้องโดยตรงกับงานออกแบบ เช่น ข้อมูลด้านผู้ใช้งาน คุณสมบัติเฉพาะของวัสดุและกรรมวิธีการผลิต วิธีการจำหน่าย ความต้องการของผู้บริโภค ข้อมูลเกี่ยวกับการลงทุน ฯลฯ ข้อมูลส่วนนี้มักได้จากการ

วิเคราะห์ การสังเกต การศึกษาจากข้อมูลผลิตภัณฑ์เดิมที่ใกล้เคียง การค้นคว้า และข้อมูลจากเอกสารต่าง ๆ ประกอบ เป็นต้น

การจำแนกข้อมูลตามคุณภาพสามารถแบ่งข้อมูลออกเป็น 2 ประเภท คือ

(1) ข้อมูลที่มีความเชื่อถือ (Hard information) เป็นข้อมูลที่ผ่านมาการทดสอบจากหลาย ๆ แหล่งที่กล่าวตรงกัน หลักฐานเท็จจริงทางศาสตร์สาขาต่าง ๆ ผลจากการวิจัย ผลการตรวจสอบ ผลการพิสูจน์ที่น่าเชื่อถือ ข้อมูลประเภทนี้สามารถนำไปใช้อ้างอิงในงานออกแบบได้ โดยใช้อธิบายอย่างมีเหตุมีผลสามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาตัดสินใจวิธีการแก้ไขปัญหา

(2) ข้อมูลที่ยังไม่ผ่านการตรวจสอบ (Soft information) ได้แก่ ข้อมูลที่เป็นเพียงข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะ แนวความคิด การคาดการณ์ในอนาคต ผลการสำรวจที่ยังไม่ผ่านการทดสอบหรือพิสูจน์ที่แน่นอน การนำข้อมูลประเภทนี้ไปใช้งานจะต้องใช้อย่างระมัดระวังและรอบคอบ ทั้งยังต้องหาวิธีตรวจสอบหรือยืนยันข้อมูลนั้น ๆ เป็นการสนับสนุนให้ข้อมูลนั้นน่าเชื่อถือมากยิ่งขึ้น

การจำแนกข้อมูลจากแหล่งที่มาสามารถแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

(1) แหล่งข้อมูลทุติยภูมิ เป็นข้อมูลที่มีผู้ศึกษารวบรวมและเผยแพร่ไว้แล้ว ส่วนใหญ่จะอยู่ในรูปของตำรา (Textbook) เอกสารประกอบการสัมมนา นวัตกรรมสามารถนำมาศึกษาและใช้อ้างอิงในงานอีกทีหนึ่ง ข้อมูลประเภทนี้จะช่วยในการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย แต่ข้อมูลอาจขาดความลึกซึ้งเฉพาะเจาะจงเกี่ยวกับปัญหา แหล่งที่สำคัญที่เก็บข้อมูลประเภทนี้ คือ ห้องสมุดของหน่วยงานต่าง ๆ หนังสือที่สะสม เป็นต้น

(2) แหล่งข้อมูลปฐมภูมิ เป็นข้อมูลที่ได้รับได้มาโดยตรงจากผู้ให้ข้อมูล ซึ่งมักจะไม่สามารถค้นหาได้ในตำรา เอกสารหรือสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ ที่เผยแพร่อยู่ทั่วไป ข้อมูลประเภทนี้นักออกแบบจะต้องค้นหาเอง โดยการเตรียมแบบสอบถาม การสัมภาษณ์ การสังเกต การทดลองและบันทึกข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ ลักษณะข้อมูลประเภทนี้จะมีความถูกต้องน่าเชื่อถือหรือน่ายอมรับมาน้อยเพียงใด ขึ้นอยู่กับความสมบูรณ์ของการเตรียมงาน ผู้ให้ข้อมูล และแหล่งที่มาของข้อมูล เช่น ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญ (Experienced person-expert) หลาย ๆ คนที่มีแนวคิดแตกต่างกัน ข้อมูลจากการสังเกต (Observation) เช่น การสังเกตพฤติกรรมของผู้บริโภค การบันทึกเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น และข้อมูลที่ได้จากการทดลอง (Experiment) เป็นข้อมูลที่ต้องทดลอง ทดสอบอย่างชัดเจนด้วยตนเอง และนำผลการทดลองไปปรับปรุง ข้อมูลปฐมภูมินี้น่าเชื่อถือได้ขึ้นอยู่กับการเตรียมการ การจดบันทึก การใช้อุปกรณ์บันทึก การหาเหตุผลและผลในการพิจารณาข้อมูลนั้น ๆ เพราะมีปัจจัยต่าง ๆ ที่อยู่เหนือการควบคุม เช่น เวลา สถานที่ การควบคุมอารมณ์ สถานการณ์ต่าง ๆ อาจทำให้ข้อมูลนั้นผันแปรจากความเป็นจริงไปได้

ในการค้นคว้าข้อมูลมีบทบาทสำคัญในการรวบรวมสิ่งที่อยู่ในขอบเขตของปัญหา ทั้งที่เป็นทฤษฎีหลักความจริงและข้อคิดเห็น เพื่อสร้างความคุ้นเคย ความเข้าใจที่ถูกต้องเกี่ยวกับตัวปัญหา และนำข้อมูลนั้นมาแยกแยะเพื่อให้ปัญหาหรือโจทย์หลักถูกแบ่งออกเป็นปัญหาย่อย เพื่อสามารถหา

คำตอบได้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น ดังนั้นข้อมูลที่ค้นคว้ามาเพื่อการออกแบบจะแบ่งช่วงระยะเวลาออกเป็น 3 ระยะ คือ

ระยะที่ 1 ข้อมูลก่อนการออกแบบ เป็นการศึกษาเพื่อความเป็นไปได้ของโครงการหรือปัญหาที่ตั้งไว้ การเตรียมข้อมูลเบื้องต้นเพื่อให้ทราบความเป็นไปเกี่ยวกับปัญหา รายละเอียดประเด็นการศึกษาด่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งการค้นหาแนวทางความเป็นไปได้ของปัญหา ข้อมูลระยะนี้มักจะเป็นข้อมูลเบื้องต้นที่ใช้ประกอบในการพิจารณารับงานและสามารถค้นหาได้ในระยะเวลาด้าน ๆ

ระยะที่ 2 ข้อมูลระหว่างการออกแบบ เป็นการหาข้อมูลเพิ่มเติมรายละเอียดที่เกี่ยวข้องโดยตรงกับงานออกแบบ มักใช้ในการสร้างแนวความคิด การออกแบบการพัฒนาแบบอาจมีการเลือกใช้ข้อมูลจากการสังเกต การทดลองประกอบการพิจารณาแก้ปัญหาในการออกแบบ

ระยะที่ 3 ข้อมูลหลังการออกแบบ เมื่อสิ้นสุดกระบวนการออกแบบแล้วก็ยังคงต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมเพื่อการตีความผลทาง ซึ่งข้อผิดพลาด ประเมินผล รวมทั้งการวิจารณ์ของบุคคลต่าง ๆ เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุงพัฒนางานออกแบบ ทั้งยังใช้เป็นข้อมูลสำหรับการออกแบบในครั้งต่อไป

ข้อมูลที่ค้นคว้ามาแล้ว นักออกแบบจะต้องนำมารวบรวม แยกแยะประเภทหรือหัวข้อต่าง ๆ ให้เป็นหมวดหมู่หรือกลุ่มในแต่ละประเภทของข้อมูลให้ชัดเจน และนำหัวข้อแต่ละหัวข้อมาพิจารณาหาความเชื่อมโยงประเด็นต่าง ๆ โดยขยายความจากหัวข้อใหญ่ไปหาหัวข้อย่อย ๆ เพิ่มขึ้น เพื่อให้ครอบคลุมเนื้อหาที่มีผลกระทบต่องานออกแบบนั้น จัดทำตารางจำแนกหัวข้อเรื่องให้ชัดเจน และรวบรวมหัวข้อย่อยของแต่ละหัวข้อเรื่องมาจัดเรียงตามความต้องการ ลำดับความสำคัญ ความต่อเนื่องของหัวข้อย่อย ในส่วนใดที่ขาดหายไปจะสามารถหาข้อมูลเพิ่มเติมได้อย่างเป็นระบบ ทั้งยังสามารถมองเห็นภาพรวมของข้อมูลทั้งหมดแจ่มชัดยิ่งขึ้น

2.1.1.3 การวิเคราะห์ (Analysis)

หลังจากรวบรวมข้อมูลที่จำเป็นสำหรับการออกแบบจากแหล่งต่าง ๆ และจัดแยกหมวดหมู่เรียงตามลำดับความสำคัญของเนื้อหาแล้ว จะต้องนำข้อมูลนั้นมาวิเคราะห์ เพื่อค้นหาความสัมพันธ์ แยกแยะอย่างเป็นระบบมากขึ้น ให้สามารถมองเห็นปัญหาหลักที่มีผลต่อแนวคิดในการออกแบบในการแก้ปัญหาและลดความไม่แน่นอนในการตัดสินใจเลือกวิธีการแก้ปัญหาที่เหมาะสมที่สุด การวิเคราะห์ข้อมูลจะเป็นประโยชน์อย่างมากในการสร้างแนวคิดในการออกแบบ วิธีการวิเคราะห์ข้อมูลมีหลายวิธีขึ้นอยู่กับความถนัดของแต่ละคนและแต่ละปัญหาที่ไม่เหมือนกัน นักออกแบบมักจะมีวิธีการพัฒนาและวิเคราะห์หาแนวทางด้วยตนเองจากประสบการณ์ในการทำงาน

โดยทั่วไปการวิเคราะห์ข้อมูลจะมีขั้นตอนในการวิเคราะห์คล้ายคลึงกันและมีหลักใหญ่ ๆ ดังนี้

1. รวบรวมข้อมูล เกี่ยวข้องกับปัญหาใดด้านต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์เดิม เช่น โຕ้ะ และเก้าอี้จากที่เดิมมีอยู่ โดยแบ่งข้อมูลที่ทำมาได้เป็นหมวดหมู่
2. นำข้อมูลที่แยกเป็นหมวดหมู่ มากำหนดจุดมุ่งหมายด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การออกแบบ
3. นำข้อมูลที่แยกเป็นหมวดหมู่นั้นมา รวมให้เป็นหัวข้อสำคัญ จัดจำแนกใหม่ตามความเกี่ยวข้องและความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในการออกแบบ
4. นำประเด็นในการออกแบบแต่ละเรื่อง มาทบทวนและปรับปรุงแก้ไข หรือเปลี่ยนแปลงมุมมองในการออกแบบ โดยเชื่อมโยงความสัมพันธ์กันในแต่ละกลุ่ม
5. สรุปผลการวิเคราะห์ เพื่อมองเห็นภาพพจน์ลักษณะที่ควรจะเป็นของผลิตภัณฑ์หรือผลงานนั้น ๆ



ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างแสดงการรวบรวมประเด็นหลักในการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ประเด็นการออกแบบ	ประเด็นการวิเคราะห์แนวทางในการออกแบบ
1. ลักษณะของการจัดวางหนังสือบนชั้นวางหนังสือ	<ul style="list-style-type: none"> - ทำทางการใช้งาน - ความแตกต่างของขนาดร่างกาย - สรีระวิทยาของร่างกายมนุษย์
2. ลักษณะของชั้นวางหนังสือ	<ul style="list-style-type: none"> - ความแตกต่างของขนาดร่างกาย - สรีระวิทยาของร่างกายมนุษย์ - แรงกดที่เกิดขณะทำงานในจุดต่าง ๆ ของร่างกาย
3. ความสัมพันธ์ระหว่างผู้บริโภคกับชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ	<ul style="list-style-type: none"> - ทำทางของการใช้งานของชั้นวางหนังสือ - พฤติกรรมในการทำงาน - ที่ว่างในการจัดวางหนังสือบนชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือให้มีความสะดวกต่อผู้บริโภค
4. รูปแบบ รูปทรง ความงาม	<ul style="list-style-type: none"> - โครงสร้างของชั้นวางหนังสือ - วัสดุหลัก วัสดุรอง - กรรมวิธีการผลิต - รสนิยม ค่านิยม ความเชื่อ - กลุ่มผู้ซื้อ อายุ เพศ - พื้นผิว (Texture) - สัดส่วนของผลิตภัณฑ์ (รูปทรง) - ทฤษฎีสี สีต้น - อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับเฟอร์นิเจอร์ - กราฟิก - ฯลฯ
5. ความปลอดภัย	<ul style="list-style-type: none"> - สภาพแวดล้อมในการทำงาน - ความสะดวกในการใช้งาน - สภาพแวดล้อมของร้านหนังสือ
6. การผลิต ความต้องการของตลาด	<ul style="list-style-type: none"> - ราคาขาย ต้นทุน ราคาวัสดุ กำไร - โรงงานผลิต เครื่องมือผลิต เงื่อนไขผู้ผลิต - ราคาการผลิต แรงงาน วัตถุดิบ - ความต้องการของผู้ซื้อ อำนาจในการซื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.4 การสร้างแนวคิด (Conceptual design)

งานออกแบบที่ดีนั้นสามารถรู้ได้อย่างชัดเจนจากการอ่านแนวคิดในการออกแบบ แนวคิดนั้นจะแสดงถึงคุณค่าของงานที่น่าสนใจและมีเอกลักษณ์เฉพาะที่ไม่เหมือนใคร แตกต่างจากการออกแบบอื่น ๆ ที่ขาดลักษณะเฉพาะ หรืองานที่ลอกเลียนมาจากของผู้อื่น ผู้ออกแบบที่ขาดแนวคิดหลักมักจะเริ่มการสร้างรูปแบบจากงานที่มีอยู่เดิม เพียงปรับปรุงแก้ไขหรือเพิ่มเติมบางสิ่งลงไปทำให้ขาดคุณลักษณะเด่นในผลงานนั้น ๆ ผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์ที่ดีและมีข้อมูลพร้อมจะสามารถสร้างผลงานที่โดดเด่นเสมอ

ในกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ย่อมขึ้นอยู่กับ

1. ความรู้พื้นฐานของแต่ละคน (Individual's knowledge) คือ อย่างน้อยผู้หนึ่งต้องทราบว่าปัญหาที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้น ในอดีตเคยแก้ปัญหาอย่างไร
2. จินตนาการ (Imagination) คือ อย่างน้อยเขาจะต้องคิดได้ว่าจะมีทางอื่นหรือวิธีอื่นที่จะแก้ไขปัญหานี้ได้หรือไม่ ถ้ามี มีอะไรบ้าง อย่างไร
3. การพิจารณา (Judgement) ต้องมีวิจรรณญาณ วิเคราะห์ให้ได้ว่าวิธีแก้ปัญหานี้สามารถนำมาปฏิบัติและเป็นประโยชน์ที่สุด

วิธีการคิดสร้างสรรค์

ในกระบวนการคิดเป็นขั้นตอนสำคัญของการสร้างให้เกิดเป็นผลงานในระดับต่าง ๆ ความคิดสร้างสรรค์จึงเกิดจากการนำเอาลักษณะของอย่างใดอย่างหนึ่ง บวกเข้ากับกระบวนการผนวกเข้ากับความคิด และนำไปพัฒนาหรือประยุกต์ให้เข้ากัน เป็นการผสมผสานข้อมูลประสบการณ์และเงื่อนไขที่มีอยู่เข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดผลงานใหม่ แนวคิดใหม่นี้อาจแตกต่างจากเดิมโดยสิ้นเชิงหรืออาจแตกต่างจากเดิมไปเล็กน้อยขึ้นอยู่กับความสามารถทางการคิดของแต่ละคน กระบวนการคิดอย่างสร้างสรรค์นั้น ทอแรนซ์และไมเออร์ (Torrance, E.Paul & Myers, R.E. 1972) ได้แบ่งระยะออกเป็นขั้น ๆ ดังนี้

ขั้นที่ 1 การพบความจริง (Fact finding) เป็นระยะที่เกิดความรู้กังวลสับสน วุ่นวาย (Mess) เกิดขึ้นในจิตใจ แต่ไม่สามารถบอกได้ว่าเป็นอะไรจากจุดนี้ให้หาข้อมูลพิจารณาว่า ความสับสน วุ่นวาย ยุ่งยากหรือสิ่งที่เรากำลังใจคืออะไร

ขั้นที่ 2 การค้นพบปัญหา (Problem finding) เกิดจากการที่สามารถพิจารณาโดยรอบคอบแล้วเข้าใจและสรุปได้ว่า ความกังวลใจ ความสับสนวุ่นวายใจนั้นก็คือ การเกิดมีปัญหานั้นเอง

ขั้นที่ 3 การตั้งสมมติฐาน (Idea finding) เมื่อรู้ปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะพยายามคิดและตั้งสมมติฐานขึ้น และรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทดสอบสมมติฐานในขั้นต่อไป

ขั้นที่ 4 การค้นพบคำตอบ (Solution finding) เป็นการพบคำตอบจากการทดสอบสมมติฐานในขั้นที่ 3

ขั้นที่ 5 ขอมรับผลจากการค้นพบ (Acceptance finding) ขั้นตอนนี้จะเป็นการยอมรับคำตอบที่ได้จากการพิสูจน์เรียบร้อยแล้วจะแก้ปัญหาให้สำเร็จได้อย่างไร และการแก้ปัญหาหรือการค้นพบจะนำไปสู่หนทางที่จะทำให้เกิดแนวคิดหรือสิ่งใหม่ที่เรียกว่า โอกาสใหม่ (New challenge)

วอลลาส (Wallas, G. 1962) ได้กล่าวถึงกระบวนการของความคิดสร้างสรรค์ เกิดความคิดสิ่งใหม่ ๆ โดยการลองผิดลองถูก (Trial and error) และได้แบ่งขั้นตอนนี้ไว้เป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นเตรียม (Preparation) เป็นขั้นเตรียมข้อมูลต่าง ๆ เช่น ข้อมูลเกี่ยวกับการกระทำ หรือแนวทางที่ถูกต้อง ความคิดที่เกิดขึ้นมานั้นมิใช่ความบังเอิญ แต่เป็นผลมาจากการเตรียมการ ความรู้ ประสบการณ์ การค้นหาคำตอบจากปัญหามาเป็นเวลานาน

ขั้นที่ 2 ขั้นการฟักตัวของความคิด (Incubation) เป็นขั้นที่อยู่ในความวุ่นวายของข้อมูลต่าง ๆ ทั้งใหม่และเก่า สะเปะสะปะ ไม่เป็นระเบียบเรียบร้อย ไม่สามารถจะขมวดความคิดนั้นได้ เป็นระยะของการสับสน ควรหยุดพักความพยายามที่จะคิดอย่างตั้งใจ และสงบใจชั่วระยะหนึ่ง อาจหันไปทำงานอย่างอื่น เพื่อปล่อยให้จิตได้สำนึกได้ดึงเอาความรู้ประสบการณ์ที่เก็บไว้ในความทรงจำขึ้นมาใช้ในการเสนอแนะแนวทางแก้ปัญหาต่อไป

ขั้นที่ 3 ขั้นเกิดประกายความคิด (Illumination) หรือขั้นความคิดกระจ่างชัด เป็นขั้นที่ความคิดสับสนนั้นผ่านไป และสามารถเรียบเรียงและเชื่อมโยงความสัมพันธ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน ให้มีความกระจ่างชัด และมองเห็นภาพพจน์ มโนทัศน์ของความคิด อาจเป็นความคิดที่เราไม่เคยคาดหวัง หากไม่ได้รับความสนใจความคิดนั้นก็อาจเลือนหายไป แต่ประกายความคิดนั้นเป็นเพียงจุดเริ่มต้นเท่านั้น ยังคงขาดความละเอียดความสมบูรณ์พอที่จะนำไปใช้งานได้จริง ดังเช่น การค้นพบของอาร์คิมิดีส ได้ค้นพบวิธีนำน้ำหนักของวัตถุเพื่อพิสูจน์ความบริสุทธิ์ของทองคำ

ขั้นที่ 4 ขั้นทดสอบความคิดและพิสูจน์ให้เห็นจริง (Verification) เป็นขั้นที่ได้รับความคิด 3 ขั้น จากข้างต้น เพื่อพิสูจน์ว่าเป็นความคิดที่เป็นจริงและถูกต้อง เป็นระยะสุดท้ายเพื่อให้สิ่งที่คิดได้นั้นสัมฤทธิ์ผลและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหา ด้วยการนำข้อมูล ความรู้ ความชำนาญ และประสบการณ์ผนวกเข้าด้วยกัน ตรวจสอบพัฒนา ปรับปรุง และแก้ไข ทำให้ความคิดนั้นชัดเจนยิ่งขึ้นรอบคอบมากยิ่งขึ้น ซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้แนวคิดนั้นกลายเป็นต้นแบบของผลงานต่อไป

สติปัญญากับความคิดสร้างสรรค์

สติปัญญามีความสัมพันธ์กับความคิดสร้างสรรค์หรือไม่นั้น มักมีการถกเถียงกันอยู่เสมอในการทำงานทุกอย่างจะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์เข้าไปช่วยพัฒนาคุณภาพของงาน และองค์กรต่าง ๆ เพื่อให้ผลงานนั้นมีการปรับปรุงให้ก้าวหน้าขึ้น ทันสมัยขึ้น ปลอดภัยขึ้น หรือสะดวกสบาย มีประโยชน์ใช้สอยมากขึ้น ซึ่งผู้ที่ต้องการพัฒนาตนเองมักจะคิดหาหนทางในการใฝ่แสวงหาแนวทางในการทำงานนั้น คุณสมบัติของผู้ที่มีความคิดสร้างสรรค์มีดังนี้

1. เป็นคนที่ช่างสังเกต สามารถรับรู้สิ่งต่าง ๆ รอบตัวได้อย่างรวดเร็ว

2. ใฝ่หาความรู้อยู่เสมอ รู้จักสะสมความรู้ การจัดหมวดหมู่ของความรู้ ความคิดอย่างมีระบบ

3. มีเทคนิคในการจำที่ดี เช่น มีวิธีการบันทึกข้อมูล สามารถเรียกข้อมูลนั้นนำมาใช้ได้เมื่อต้องการ เทคนิคในการจำมีหลายวิธี เช่น

(1) ใช้วิธีเชื่อมโยงด้วยเหตุการณ์ เรื่องราว เชื่อมโยงโดยการจัดกลุ่ม-แยกประเภทหรือการเชื่อมโยงโดยการเรียงลำดับ

(2) ใช้วิธีการจำภาพ

(3) ใช้วิธีการจำคำย่อ

(4) ใช้วิธีผูกเป็นเรื่องราว หรือผูกคำให้คล้องจอง

4. มีความสามารถในการผสมผสานแนวคิดหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน หรือประยุกต์วิธีการหลาย ๆ วิธีเข้าด้วยกัน คิดในส่วนที่เป็นภาพรวมและส่วนย่อยให้เป็นระบบ

5. มีความสามารถในการจัดการ วางแผน เตรียมการอย่างรอบคอบ

6. มีความสามารถใช้ไหวพริบในการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า

7. รู้จักตั้งข้อสังเกต ข้อสมมติฐานอยู่ตลอดเวลา ซึ่งเป็นวิธีฝึกช่วยให้คิดเป็น และสามารถหาเหตุผลได้เหมาะสมกับปัญหา

8. มีความมุ่งมั่นในความคิดสูง ตลอดจนมีความยืดหยุ่นในทางปฏิบัติ เมื่อจุดประกายความคิดแล้วควรสานต่อความคิดนั้นให้เป็นผลสำเร็จ

จากคุณสมบัติดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ความคิดสร้างสรรค์ไม่มีความสัมพันธ์กับสติปัญญาแต่อย่างใด ความคิดสร้างสรรค์เกิดขึ้นจากความคิด การรู้จักแก้ปัญหาด้วยความรู้ ความชำนาญ ประสบการณ์และการคิดหาเหตุผลที่สัมพันธ์กัน การมีความคิดสร้างสรรค์มาก-น้อย, ดี-ไม่ดี ไม่ได้ขึ้นอยู่กับการศึกษาหรือระดับความฉลาดเป็นสำคัญ แต่ขึ้นอยู่กับพลังการจินตนาการที่มีอยู่ในใจของแต่ละคนมากกว่า บางครั้งความคิดอาจจะคิดได้โดยแวบขึ้นมา โดยที่เราไม่ได้ตั้งใจ และเป็นความคิดที่แปลกใหม่ได้เช่นกัน แต่การนำความคิดเช่นนี้มาใช้จะต้องพิจารณาจากฐานความรู้และประสบการณ์ให้รอบคอบด้วย

กระบวนการคิดสร้างสรรค์

การคิดในเชิงออกแบบมีการคิดได้หลายวิธี หลายรูปแบบ เพื่อเชื่อมโยงความคิดให้เข้ากับปัญหา ความรู้ ประสบการณ์ จินตนาการ ได้อย่างลงตัว เทคนิคในการสร้างสรรค์ผลงานมีวิธีการคิดและการแก้ปัญหาต่างกันไป บางเทคนิคสามารถคิดได้เพียงคนเดียว บางผลงานจะต้องอาศัยผู้ร่วมงานเพื่อไปสู่จุดหมายที่ต้องการ นักออกแบบที่ดีจะต้องรู้จักเลือกเทคนิคที่เหมาะสมกับงานนั้น เทคนิคในการใช้ความคิดมีหลายวิธี เช่น

1. การระดมความคิด (Brainstorming) เป็นวิธีการรวบรวมความคิดจากนัก ออกแบบหลาย ๆ คนมาแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ประสพการณ์ที่แตกต่างกัน จดบันทึกและรวบรวม แนวคิดทั้งหลายมาแยกให้เพื่อค้นหาข้อมูลหรือความคิดต่อไป

2. การคิดเปรียบเทียบ (Synectics) เป็นความคิดแบบอุปมา (Analogy) เปรียบเทียบปัญหาที่ประเค้นในการออกแบบได้ดังนี้

(1) การเปรียบเทียบโดยตรง (Direct analogy) เป็นการนำสิ่งที่มนุษย์สร้างขึ้น หรือธรรมชาติมาประยุกต์ใช้แก้ปัญหาซึ่งมีลักษณะตรงกัน

(2) การเปรียบเทียบตามความรู้สึกส่วนตัว (Personal analogy) เป็นการนำ ตัวเองเข้าไปเปรียบเทียบโดยสมมติว่าตนเองนั้นเป็นอย่างนั้นจะมีความรู้สึกอย่างไร

(3) การเปรียบเทียบในเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic analogy) เป็นการนำสิ่ง ที่เป็นนามธรรมมาใช้เปรียบเทียบ

(4) การเปรียบเทียบในเชิงเพื่อฝัน (Fantasy analogy) เป็นการนำ จินตนาการความอยาก ความคิดเพื่อฝันมาใช้สมมติเปรียบเทียบในงานออกแบบ

3. การคิดแบบแยกส่วน (Morphology) เป็นวิธีการเสนอแนวคิดหลาย ๆ ทางเป็น จำนวนมาก สำหรับแต่ละส่วนประกอบ และนำมาพิจารณาสรุปเลือกวิธีการที่เหมาะสมรวมเข้า ด้วยกัน

4. การคิดแบบทีละขั้น (Problem area analysis) การคิดโดยการใช้ความรู้ ประสพการณ์ ในการแยกส่วนประกอบของปัญหาออกเป็นขั้นตอนตามลำดับความสำคัญ แล้วจึง ค่อย ๆ สรุปประเด็นขอบเขตของทางเลือกในแต่ละขั้นตอนให้แคบลงมาและลึกลงไปในรายละเอียด ให้มากขึ้น

5. การคิดแบบชีวประยุกต์ (Bionics) เป็นเทคนิคการคิดที่มุ่งให้นำนักออกแบบ สังเกตและศึกษาวิเคราะห์อย่างมีระบบ โดยเลียนแบบการแก้ปัญหาตามธรรมชาติ เป็นการประยุกต์ เอาหลักการมาใช้แก้ปัญหาทางตรงและทางอ้อม เช่น

(1) การปรับ (Adapt) เช่น ลูกกลิ้งทาสีคัดแปลงมาจากลูกกลิ้งที่ใช้พิมพ์ ที่ ปิดน้ำฝนหลังรถลอกแบบมาจากที่ปิดน้ำฝนหน้ารถ เป็นต้น

(2) การเปลี่ยน (Modify) เช่น การนำดินปืนมาเปลี่ยนเป็นดอกไม้ไฟ การใช้แสงเลเซอร์ในการสร้างภาพ ผ่าตัด รักษาโรค ฯลฯ

(3) การเพิ่มขึ้น (Magnify) เป็นการเพิ่มจำนวน เช่น เครื่องเจาะสว่านรู เดียวเพิ่มขึ้นเป็นสว่านเจาะรูหลายรู เป็นต้น

(4) การลดลง (Minimize) เช่น การออกแบบแผงวงจรไฟฟ้าให้เล็กลง ร่วม กันแดดพับได้หลายตอน แก้วอียิปต์เป็นกระเป๋าทู๋ คอมพิวเตอร์ชนิดพกพา เป็นต้น

(5) การแทนที่ (Substitute) เช่น การใช้แสงอาทิตย์แทนน้ำมัน การใช้พลาสติกแทนไม้ เป็นต้น

(6) การจัดใหม่ (Rearrange) เช่น การทำแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ (Particle board) เป็นวัสดุในการทำเครื่องเรือน การใช้โทรทัศน์วงจรปิดสำหรับการศึกษาแทนการใช้สมุดหรือหนังสือ การวางเครื่องยนต์แนวขวาง เป็นต้น

(7) การกลับข้าง (Reverse) เช่น การวางเครื่องรถยนต์ไว้หน้า-หลัง

(8) การผสมผสาน (Combine) เช่น การผสมเส้นใยวิทยาศาสตร์เข้ากับเส้นใยธรรมชาติ

(9) การตัดทอน (Eliminate) เช่น การติดตั้งตู้เก็บเงินค่ารถประจำทางเพื่อลดพนักงานขายตั๋ว

(10) การลองใช้ลักษณะอื่น (Put to other uses) เช่น การออกแบบที่เหลาดินสอด้วยไฟฟ้า การออกแบบดินสอเปลี่ยนสีได้ซึ่งต่างไปจากดินสอที่ต้องเหลาไส้ เป็นต้น

2.1.1.5 การออกแบบร่าง (Preliminary design)

นักออกแบบทุกแขนง (Every kind of design) และศิลปิน (Artist) จะฝึกสังเกตสภาพอย่างรวดเร็วด้วยความเคขินเพื่อหาหนทางแปลความคิดให้เกิดเป็นภาพ โดยทั่วไปนักออกแบบจะร่างภาพหลาย ๆ ภาพ ส่วนใหญ่ร่อยกว่าภาพขึ้นไป และจดโน้ตลงไปในภาพร่างนั้นเพื่อเป็นแนวคิด (Idea) ภาพร่างครั้งแรกมักมีขนาดเล็กยังไม่ชัดเจนและไม่มียรายละเอียด เป็นการบันทึกความคิดมูมมอง แนวทางต่าง ๆ เกี่ยวกับปัญหารูปแบบของสเกตช์ (Type of sketch) มี 3 รูปแบบ คือ

1. Freehand sketch การสเกตช์มือเปล่าเป็นการร่างภาพอย่างรวดเร็ว สื่อความคิดได้ชัดเจน

2. Thumb-nail sketch การสเกตช์เมื่อเปล่าเป็นรูปเล็ก ๆ เปรียบเทียบได้กับเล็บหัวแม่มือ เป็นการเขียนรูปเล็ก ๆ เน้นเรื่องความรวดเร็วและปริมาณ

3. Idea sketch คือ สเกตช์หาแนวคิดในการปรับปรุง พัฒนา แก้ไขปัญหาของงานลงเป็นรูปภาพ คือ มีทั้งภาพและคำอธิบายประกอบถึงแนวคิดนั้น ๆ

การร่างภาพเพื่อหาแนวทางจะใช้ดินสอหรือปากกาก็ได้ แล้วแต่ความถนัดของแต่ละคน กระดาษที่ใช้กระดาษอะไรก็ได้ สิ่งสำคัญสำหรับการสร้างสรรค์งานของนักออกแบบอยู่ที่ทักษะในการวาด ถ้าผู้วาดภาพมีทักษะในการวาดภาพน้อยก็จะทำให้งานออกแบบมีขีดจำกัดไปด้วยกลายเป็นว่าจะออกแบบได้เฉพาะสิ่งที่วาดภาพได้เท่านั้น รูปแบบของภาพร่างจะเป็นการเขียนอย่างอิสระตามความถนัดของนักออกแบบแต่ละคน อาจเป็นรูปภาพรูปทรงที่มีสัดส่วนอย่างหยาบ ๆ มีส่วนประกอบสำคัญบางส่วน หรือมีคำอธิบายประกอบภาพร่างนั้น ๆ เป็นการบันทึกและสื่อความคิดของผู้ออกแบบ ภาพที่ร่างนั้นอาจมีสัดส่วนที่ไม่ถูกต้องเพราะเป็นเพียงแนวคิดเท่านั้น เมื่อผู้ออกแบบเขียนภาพได้มาก ความคิดต่าง ๆ ก็จะถูกขัดเกลาให้เกิดสิ่งที่ถูกต้อง ชัดเจนและแม่นยำ

ภาพที่นิยมร่างมากที่สุดสำหรับการออกแบบ คือ ทศนิยมภาพ (Perspective) และอาจมีภาพฉาย (Orthographic elevation) รูปด้านและรายละเอียด (Detail) ส่วนย่อยต่าง ๆ ประกอบแนวคิดนั้นด้วย หลังจากการร่างภาพพจน์ได้ภาพที่สมบูรณ์ และผู้ออกแบบพึงพอใจแล้วจะมีการปรับปรุงร่าง รูปทรง สัดส่วน มาตราส่วน เพิ่มหรือลดส่วน เพื่อให้ภาพร่างนั้นสมบูรณ์ขึ้น จากนั้นจึงนำมากำหนดมาตราส่วนเพื่อให้เห็นสัดส่วนที่แท้จริงยิ่งขึ้น

ในการร่างภาพหาแนวคิดนั้นบางครั้งผู้ออกแบบก็ไม่สามารถมองรูปทรงได้ชัดเจน จะต้องทำหุ่นจำลองเพื่อศึกษาชิ้นงานนั้นในลักษณะสามมิติ หุ่นจำลองมีหลายลักษณะดังนี้

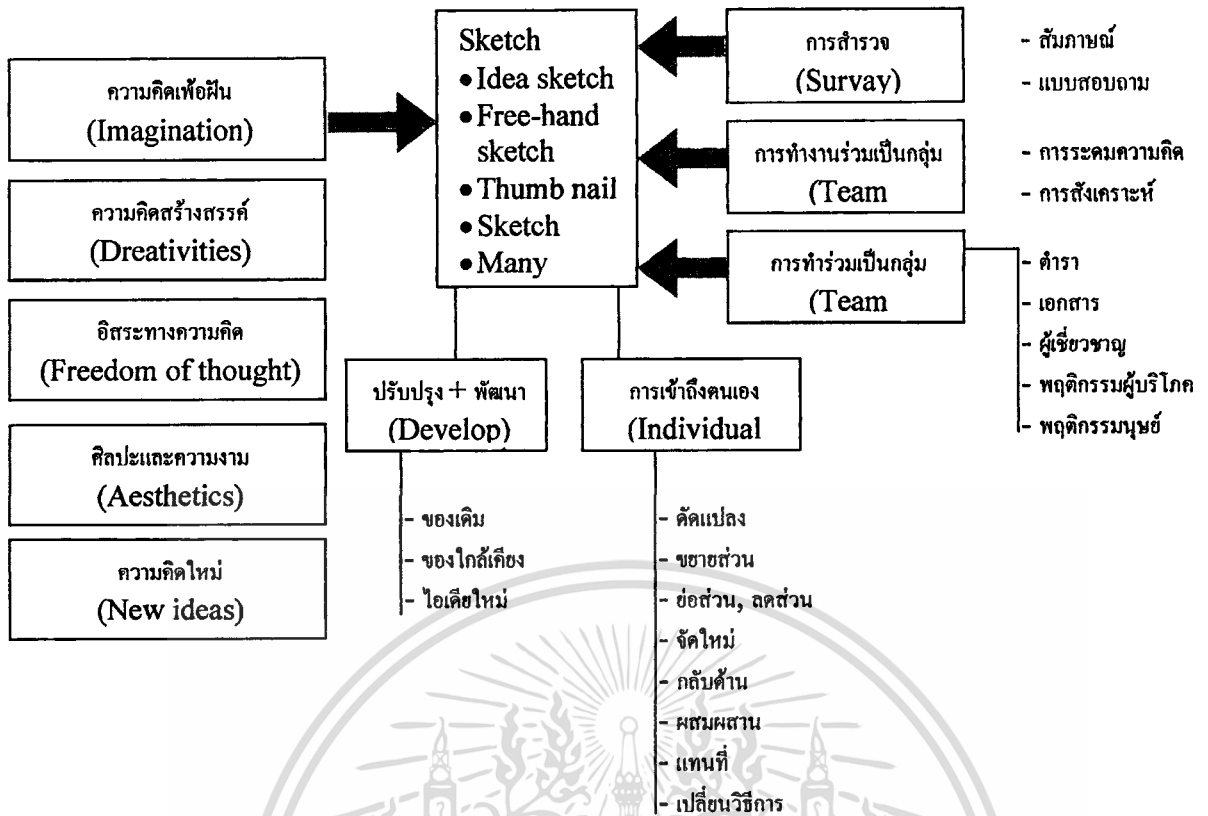
1. Study model เป็นหุ่นจำลองที่ทำขึ้นเพื่อวิเคราะห์รูปทรง สัดส่วน ที่ทำขึ้นอย่างง่าย ๆ ใช้สเกลหลาย ๆ มีรายละเอียดน้อย โดยใช้วัสดุที่แปรรูปได้ง่าย เช่น กระดาษ ไม้ ดินน้ำมัน พลาสติก ศึกษาความสัมพันธ์ในส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานนั้น ๆ

2. Scale model เป็นหุ่นจำลองที่ทำขึ้นเพื่อศึกษารูปทรง สัดส่วน ให้ดูเป็นจริง มักจะแสดงรายละเอียดที่เห็นภายนอกเท่านั้น

3. System layout model เป็นหุ่นจำลองที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับ Scale model ซึ่งมักใช้กับงานออกแบบที่มีความซับซ้อนมาก ๆ จุดประสงค์เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยย่อย ๆ หรือหน่วยใหญ่ ๆ ที่แยกออกจากกันได้ เช่น หน่วยประสานทางพิภคของเฟอร์นิเจอร์ (Module system furniture) ที่สามารถนำมาต่อกันในรูปแบบต่าง ๆ กัน ได้หลายลักษณะเพื่อศึกษาหน่วยประสานทางพิภคนั้น ๆ

การเลือกใช้หุ่นจำลองแบบใดนั้นขึ้นอยู่กับรูปแบบ หรือ Sketch design ของชิ้นงานนั้น ๆ ผู้ออกแบบจะต้องเลือกชนิดของหุ่นจำลองที่เหมาะสมกับชิ้นงาน ในบางครั้งอาจจะต้องทำหุ่นจำลองทั้ง 3 รูปแบบ และหลาย ๆ ครั้งจนกว่าจะได้ชิ้นงานที่ผู้ออกแบบพอใจ

จากนั้น ผู้ออกแบบจะนำแนวคิดกับภาพร่างที่สมบูรณ์มาเขียนใหม่ให้มีขนาดใหญ่ขึ้น มีรายละเอียดประประณีตขึ้น ซึ่งจะเป็นแนวทางในการเลือกแบบเท่านั้น เปรียบเหมือนเป็นการจุดประกายของความคิดให้เข้ากับภาพร่างนั่นเอง หรือที่เรียกว่า Idea sketch

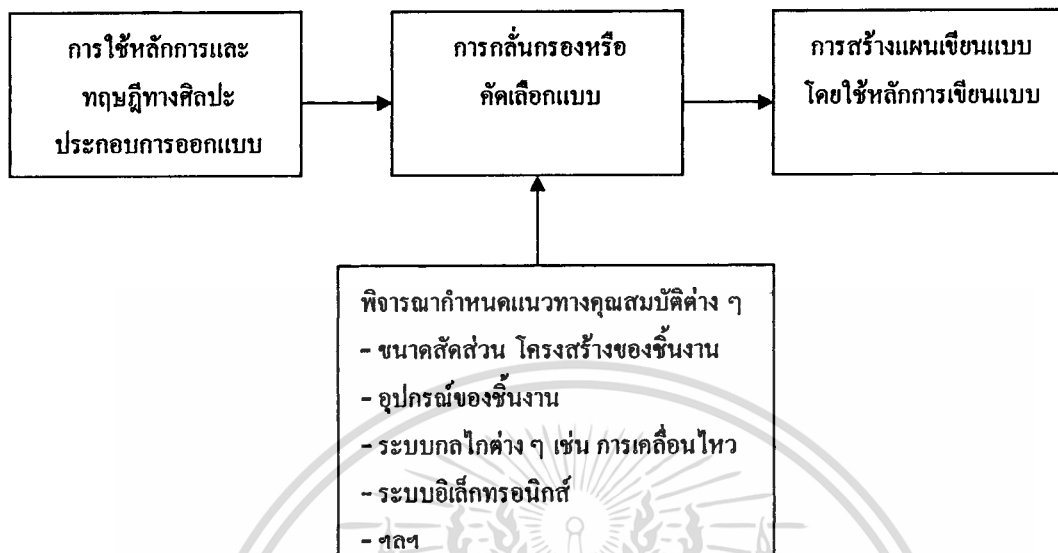


ภาพที่ 2.1 แสดงการทำงานของความคิดสร้างสรรค์เบื้องต้น การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ผศ.วรรณิ

2.1.1.6 การคัดเลือก (Selection)

การนำแบบร่าง (Sketch design) ที่ร่างไว้เป็นจำนวนมากและตรงตามเป้าหมายกับแนวคิด (Concept) แล้ว นักออกแบบจะต้องนำมากลั่นกรองคัดเลือกแบบต่าง ๆ ซึ่งนำแนวคิดนั้นมาเขียนแบบ โดยใส่มาตราส่วนให้ความละเอียดประณีตกับแบบนั้น ๆ ให้มีสัดส่วน (Dimension) ที่ถูกต้องตรงกับความเป็นจริงให้มากที่สุด ถ้าเป็นผลงานชิ้นใหญ่ก็ย่อมาตราส่วนลง ถ้าเป็นของเล็กก็ขยายมาตราส่วนให้ใหญ่ขึ้น ตามหลักการเขียนแบบในขั้นตอนนี้อาจที่เรียกว่า ดีไซน์รีไฟน์เมนต์ (Design refinement) นักออกแบบจะเลือกแบบของงานจากแบบร่างที่ดีที่สุดจากหลาย ๆ แบบเอาไว้เพียง 3 - 4 แบบ มาเขียนแบบตามแนวคิดที่เลือกมาแล้วจากการร่างภาพ (Sketch design) ในขั้นตอนเขียนแบบนี้ นักออกแบบไม่ควรแก้ไข เพิ่มเติม ดัดทอน ในชิ้นงานนั้น เพราะจะทำให้เป้าหมายของการออกแบบเปลี่ยนไป หรืออาจจะออกนอกทางไม่ตรงตามแนวคิดที่ตั้งไว้แต่แรก ทั้งยังทำให้งานนั้นเสียเวลามากขึ้น อาจกลายเป็นงานที่ “ไม่มีวันเสร็จ” นักออกแบบที่เริ่มฝึกฝน มักจะพบปัญหาเหล่านี้บ่อยครั้ง ดังนั้นก่อนถึงขั้นตอนนี้ นักออกแบบควรคิดและแก้ไขงานตั้งแต่การร่างภาพให้ลงตัวเสียก่อนตั้งแต่แรก แล้วจึงลงมือปฏิบัติ เมื่อกำหนดสัดส่วนลงไปในงาน งานก็จะ

ปรากฏออกมาเป็นรูปเป็นร่าง สามารถตรวจสอบขนาดที่แน่นอนได้ ถ้าพบว่าผลงานนั้นยังไม่ดีพอก็กลับไปร่างภาพใหม่อีกครั้งหนึ่ง



ภาพที่ 2.2 แสดงหลักการทำงานขั้นตอนของการกลั่นกรองการออกแบบ การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ผศ.วรวรรณ

ในขั้นตอนการคัดเลือกแบบหรือชิ้นงานนี้ นักออกแบบมักจะมีความรู้ที่ชื่นชอบในส่วนใดส่วนหนึ่งหรือผลงานบางชิ้นของขั้นตอนแรก (Preliminary ideas) และเห็นว่าสิ่งที่คิดได้ในตอนแรกนั้นสมบูรณ์สวยงามถูกใจเสียจริง ๆ ความรู้สึกนี้อาจบดบังความถูกต้อง ทำให้ผู้ออกแบบมองไม่เห็นจุดบกพร่องข้อเสียในงานของตน ซึ่งนั่นก็เป็นธรรมชาติของมนุษย์อย่างหนึ่งที่มักจะคิดเข้าข้างตนเอง ดังนั้น นักออกแบบจะต้องเชื่อมั่นในสิ่งที่ถูกค้นพบใหม่ และรู้สึกถึงความบกพร่องของงานของตนเองขณะที่ทำงานและวิเคราะห์หาหนทางแก้ไขจุดบกพร่องหรือข้อผิดพลาดนั้น ๆ ให้ดีและสมบูรณ์ การแก้ไขแบบนั้นไม่ใช่หมายความว่างานชิ้นนั้นล้มเหลวจะต้องกลับไปตั้งต้นใหม่ แต่เป็นการแก้ไขที่สามารถป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นอาจมีการเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง แก้ไขงานบางส่วนโดยรักษาแนวคิดเดิมไว้ และเมื่อแก้ไขจนลงตัวดีแล้ว จึงนำมาวิเคราะห์อื่น ๆ ต่อไป

เมื่อเลือกแบบเรียบร้อยแล้ว นำแบบที่เลือกไว้ 3 – 4 แบบ มาวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ นอกจากความงามตามหลักการทางศิลปะ จะต้องคำนึงถึงรายละเอียดอื่น ๆ อีกที่เป็นส่วนประกอบกับชิ้นงานนั้น ๆ สิ่งต่าง ๆ ที่ต้องวิเคราะห์มีหลายอย่างเพิ่มขึ้น และละเอียดขึ้นกว่าเดิม เช่น

- เทคโนโลยีทางการผลิต วัสดุที่ใช้ในการผลิต
- อุปกรณ์ ตัวยึดต่าง ๆ ข้อต่อของเฟอร์นิเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ความสัมพันธ์ระหว่างร่างกายมนุษย์กับการใช้งาน (Ergonomic) เช่น การเคลื่อนไหวของมนุษย์ การรับรู้ทางตา ทางโสตของมนุษย์ สภาพแวดล้อม ฯลฯ

- แนวโน้มของศักยภาพทางการตลาด
- การโฆษณา
- การขาย ราคาขาย กำลังผู้ซื้อ
- ช่องทางทางการตลาด
- การขนส่ง
- ค่าจ้างแรงงาน พลังงานเครื่องจักร ในการผลิต
- งบประมาณ
- ฯลฯ

2.1.1.7 การออกแบบรายละเอียด (Detail design)

การนำแบบที่ผ่านการคัดเลือกแล้วมาพัฒนาเพื่อเพิ่มเสริมแต่งรายละเอียดของส่วนประกอบต่าง ๆ ให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ในขั้นตอนนี้จะเกี่ยวข้องกับการแก้ไขปัญหาข้อบกพร่องไม่ว่าจะเป็นด้านการใช้งาน ด้านรูปแบบ ด้านความสะดวกในการใช้งาน ด้านการผลิต การหาวัสดุอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับแบบและโรงงานผลิต หรือการประกอบชิ้นส่วนเพื่อสะดวกในการผลิต นักออกแบบจะต้องทำงานร่วมกับวิศวกร นักการยศาสตร์ (Ergonomics) หรือนักวัสดุศาสตร์ เพื่อหาข้อสรุปแบบร่างและการเขียนแบบคร่าว ๆ ให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนสำคัญซึ่งจะต้องตรวจสอบทุกส่วนเพื่อให้ความคิดสร้างสรรค์เกิดเป็นรูปธรรมอย่างแท้จริง การตรวจสอบอย่างละเอียดถี่ถ้วนจะทำให้ผลงานมีคุณค่าและมีความชัดเจน ผลงานบางชิ้นที่เกิดจากแนวคิดธรรมดา ๆ อาจกลายเป็นงานที่น่าสนใจได้

นอกจากจะตรวจสอบผลงานที่ออกแบบเป็นเฟอร์นิเจอร์แล้ว นักออกแบบเฟอร์นิเจอร์จะต้องคำนึงถึงกระบวนการผลิต การคำนวณหาเวลาของกระบวนการผลิต เพื่อให้ระบบการผลิตสะดวกรวดเร็วขึ้น เพราะงานบางชิ้นอาจต้องออกแบบอุปกรณ์ที่ช่วยเสริมหรือจับยึดชิ้นงานระหว่างผลิต ดังนั้นการออกแบบรายละเอียดของเฟอร์นิเจอร์ จะทำให้ทราบถึงรายละเอียดต่าง ๆ ตลอดจนเวลาการผลิต ค่าใช้จ่าย และแผนการผลิต อีกทั้งยังสามารถตรวจสอบผลงานให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์ หรือข้อกำหนดเฉพาะของผลิตภัณฑ์ได้

2.1.1.8 การออกแบบขั้นตอนสุดท้าย (Design finalization)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ต้องตัดสินใจตกลงเลือกแบบที่ผ่านขั้นตอนต่าง ๆ มาแล้ว นำมาตัดสินใจเลือกเอาแบบที่ดีที่สุด ตรงตามแนวคิด (Concept) มากที่สุด เพียงแบบเดียว เพื่อนำมาเขียนแบบเพื่อการผลิตเป็นของจริงออกมา (Working drawing)

การตกลงใจในการออกแบบ (Design decision) นี้จะเลือกแบบที่ตรงตามเป้าหมายวัตถุประสงค์ หรือแนวคิดที่ตั้งไว้ให้ได้ใกล้เคียงที่สุด ผู้ออกแบบจะต้องเข้าใจว่าการเลือกแบบใด ๆ

ก็ตามไม่มีงานออกแบบ (Design) ใด ๆ ที่มีความสมบูรณ์ร้อยเปอร์เซ็นต์ ดังนั้นในการเลือกแบบจะต้องเลือกแบบที่เป็นไปได้มากที่สุด โดยยึดแนวคิดเป็นบรรทัดฐาน จากนั้นจึงนำมาทำเป็นงานเขียนแบบ

การเขียนแบบเพื่อผลิตชิ้นงาน (Working drawing) ที่สมบูรณ์ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลระบบรายละเอียด (Specification) สำหรับผลงานชิ้นนั้น เช่น ระบุการผลิต การสร้าง การใช้เครื่องมือเครื่องจักร วัสดุ อย่างละเอียดพร้อมที่จะส่งให้ผู้ผลิต หรือส่งโรงงาน การเขียนแบบเพื่อผลิตชิ้นงานมีส่วนสำคัญดังนี้

1. ภาพฉาย (Orthographic) คือ การเขียนแบบภาพด้านต่าง ๆ ทุก ๆ ด้าน
2. ภาพระบุนรายละเอียด (Detail) คือ การเขียนแบบแสดงรายละเอียดข้อปลีกย่อยต่าง ๆ ในแต่ละจุด แต่ละส่วน อาจแสดงด้วยภาพขยายมาตราส่วนให้ใหญ่ขึ้น เพื่อให้เห็นส่วนต่าง ๆ ได้ชัดเจน (Detail) หรือภาพตัด (Section) แล้วแต่ความจำเป็นของชิ้นงานนั้น ๆ
3. ภาพชิ้นส่วนถอดประกอบ (Assembly หรือบางครั้งอาจจะเรียกว่า Exploded assembly) คือ การเขียนแบบที่แสดงเกี่ยวกับการถอดและการประกอบของชิ้นส่วนต่าง ๆ

การเขียนแบบเพื่อผลิตชิ้นงานอาจจะต้องส่งชิ้นงานไปยังโรงงานที่ต่าง ๆ กันแล้วแต่ความจำเป็นของแบบ ดังนั้นการเขียนแบบจะต้องพิถีพิถัน ละเอียด และมีมาตรฐานสากล การใช้สัญลักษณ์ต่าง ๆ การระบุค่าตั้งจะต้องเขียนให้อ่านแล้วเข้าใจง่ายและเป็นมาตรฐานสากลเช่นกัน ในส่วนที่จะต้องผลิตด้วยเครื่องมือเครื่องจักรชนิดใดก็จะต้องระบุในแบบและเขียนแบบให้เป็นมาตรฐานสากล หรือตามมาตรฐานของระบบโรงงานนั้น ๆ เช่น

1. มาตรฐานอเมริกันเนชั่นแนล สแตนดาร์ด อินสติทิวต์ (American National Standard Institute) (ANSI)
2. มาตรฐานอินเตอร์เนชั่นแนล สแตนดาร์ด ออร์กาไนเซชัน (International Standard Organization) (ISO)
3. มาตรฐานแคนาดา สแตนดาร์ด แอสโซซิเอชัน (Canadian Standard Association)

โดยทั่วไปแล้วในประเทศไทยปัจจุบัน นิยมใช้มาตรฐาน ISO ตามระบบอุตสาหกรรมต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น อังกฤษ เยอรมัน ซึ่งใช้ระบบ ISO ทั้งสิ้น

สิ่งสำคัญในการเขียนแบบที่จะต้องตรวจสอบให้ถูกต้องนั้นบางโรงงานอาจมีแบบฟอร์มตารางตรวจรายละเอียด (Drawing checklist) สำหรับตรวจสอบความแน่นอนในการเขียนรายละเอียดและช่วยให้ตรวจสอบข้อผิดพลาดได้ง่าย สิ่งที่ต้องตรวจสอบในแต่ละส่วนจะมีส่วนสำคัญ ดังนี้

1. ขนาดสัดส่วน (Dimensions) ของแต่ละชิ้นงานว่าถูกต้องหรือยังตรงกับแผ่นอื่น ๆ หรือไม่

2. มาตรฐาน (Scale) แสดงมาตรฐานที่ถูกต้องและครบถ้วนแล้วหรือยัง
3. ค่ากำหนดพิถีพิถัน (Tolerances) ในการเขียนแบบเพื่อการผลิตบางส่วนจะต้องให้ค่าพิถีพิถันพอไว้ว่าไม่ใหญ่เกินกว่านี้หรือไม่เล็กไปกว่านี้เป็นค่าบวกหรือลบ เพื่อให้สามารถใช้งานได้กับงานจริง
4. มาตรฐานเดียวกัน (Standard) กำหนดอุปกรณ์ที่เป็นมาตรฐานเดียวกัน
5. ผิวสำเร็จ (Surface Texture or Finishing) คือ ผิวหน้าบนสุดของผลงานชิ้นนั้นมีลักษณะผิวอย่างไร ถูกต้องหรือไม่
6. วัสดุ (Material) การกำหนดวัสดุที่นำมาผลิตถูกต้องหรือยัง

เมื่อเขียนแบบแล้ว จะต้องทำหุ่นจำลองอีกครั้งหนึ่งเพื่อศึกษาหาความเป็นไปได้ในเรื่องของรายละเอียดปลีกย่อยต่าง ๆ หุ่นจำลองในขั้นตอนนี้มีลักษณะต่าง ๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ต้นแบบ หุ่นจำลองเหมือนจริง ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

1. หุ่นจำลอง (Mock-up) เป็นหุ่นจำลองขนาดเท่าของจริง หรือที่เรียกว่า ต้นแบบ (Dummy) เป็นหุ่นจำลองที่แสดงรายละเอียดภายนอกทั้งหมดเหมือนกับของจริงที่จะนำไปจำหน่าย หุ่นจำลองประเภทนี้จะมีรายละเอียดทุกแง่มุม แม้แต่กล่องใส่หนังสือคู่มือการใช้เอกสารประกอบการโฆษณาการขาย เป็นหุ่นจำลองที่เน้นให้ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุด
2. ตัวต้นแบบ (Prototype) มีขนาดสัดส่วนทุกอย่างเหมือนจริงทั้งระบบกลไก การใช้งาน การทำงานสามารถทำได้เหมือนจริงทุกประการ เพียงแต่ตัวต้นแบบไม่ใช้วัสดุที่เหมือนจริงตามที่กำหนดไว้ในการออกแบบในการทำต้นแบบสามารถใช้วัสดุทดแทนที่มีราคาถูกกว่า ง่ายต่อการทำงาน มีความแข็งแรงน้อยกว่ามาใช้ทำต้นแบบ เพื่อศึกษาการทำงาน การเคลื่อนไหว การควบคุม และอื่น ๆ เพื่อหาจุดบกพร่อง ซึ่งอาจมีและนำมาปรับปรุงแก้ไขก่อนการผลิตจริง

การเลือกจะทำหุ่นจำลองชนิดใดขึ้นอยู่กับงานที่ออกแบบไว้ อาจใช้หุ่นจำลอง (Mock-up) หรือตัวต้นแบบ (Prototype) เพียงอย่างเดียว หรืออาจทำหุ่นจำลองทั้งสองแบบขึ้นอยู่กับรูปแบบของชิ้นงานนั้น ๆ ถ้าศึกษาจากหุ่นจำลองแล้วมีปัญหาใดก็ตาม จะต้องแก้ไขงานเขียนแบบให้ถูกต้องก่อนส่งเข้าโรงงาน งานเขียนแบบที่ดีจะเป็นหัวใจสำคัญของขั้นตอนนี้ ส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานจะต้องเขียนแบบตามมาตรฐานสากล มีขนาดสัดส่วนเข้าสเกล (Scale) ระบุขนาดสัดส่วนที่ถูกต้อง รายละเอียดประกอบการผลิตอย่างครบถ้วน มีภาพตัดแสดงส่วนที่ถูกบัง มีส่วนขยายในส่วนที่เล็กให้เห็นชัดเจนขึ้นและละเอียดมากขึ้น โดยทั่วไปการเขียนแบบเพื่อผลิตชิ้นงาน (Working drawing) มักจะประกอบด้วย

1. เขียนแบบภาพฉาย (Orthographic views)
2. เขียนแบบภาพช่วย (Auxiliary views)
3. เขียนแบบภาพสามมิติ (Pictorial drawing or perspective)
4. เขียนแบบภาพตัด (Section drawing)

5. เขียนแบบรายละเอียด (Detail drawing)
6. เขียนแบบภาพส่วนประกอบ (Assembly drawing)
7. เขียนแบบวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical engineering drawing)
8. รายการประกอบแบบ (Specification)

ซึ่งเป็นงานเขียนแบบที่จะส่งเข้าโรงงานหรือผู้ผลิตเพื่อนำไปผลิตต่อไป ในส่วนของการออกแบบนั้นเพื่อให้งานออกแบบสมบูรณ์ทุกขั้นตอนและเพื่อแสดงภูมิปัญญาของผู้ออกแบบจะต้องมีภาพแสดงขั้นตอนหรือแผนภูมิ แผนภาพการทำงานของการออกแบบชิ้นงานนั้นตั้งแต่เริ่มโครงการจนชิ้นงานสำเร็จ โดยทั่วไปมักประกอบด้วย

1. โครงการออกแบบ (Schematic design)
2. ภาพวาดและการจัดวาง (Drawing & layout)
3. ตารางข้อมูล (Chart)
4. แผนภูมิ (Graphs)
5. ออกแบบร่าง (Sketch design)
6. ภาพแสดงส่วนประกอบทั้งหมดของชิ้นงานในลักษณะเหมือนจริง (Technical publication illustration) ซึ่งเป็นสามมิติ เช่น ทศนิยมภาพ (Perspective) หรือภาพเขียนแบบสามมิติ (Pictorial drawing)

2.1.1.9 การประเมินผล (Evaluation)

ในกระบวนการออกแบบตั้งแต่เริ่มแรกลงมือร่างภาพจนกระทั่งสำเร็จเป็นชิ้นงานนั้น ระหว่างการปฏิบัติงานจะต้องมีการประเมินผลงานในแต่ละขั้นตอน ตั้งแต่การเลือกแบบร่าง การตัดสินใจคัดเลือกแบบเพื่อนำมาสู่กระบวนการผลิต อาจมีการประเมินผลงานทุกขั้นตอนระหว่างการออกแบบโดยการเสนอแนวทางเลือกหลายวิธี และหลายรูปแบบ เพื่อแยกแยะผลงานที่มีคุณภาพนำมาพิจารณา ในการพิจารณาประเมินผลงานแต่ละขั้นตอนนั้นมีความจำเป็น เพื่อให้ได้ผลงานที่ดีมีคุณภาพ ลดอัตราการเสี่ยงต่อการผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นตั้งแต่ผลงานยังอยู่ในระยะขั้นต้น ๆ หรืออาจเกิดจากกระบวนการผลิต ดังนั้นในการพิจารณาผลงานแต่ละขั้นตอนจะมีการประเมินจากผู้รู้ผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ฝ่าย ตลอดจนการทดลองนำผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ไปใช้งานเพื่อหาจุดบกพร่องนำมาพัฒนาต่อไป

หลักเกณฑ์ในการประเมินผลงานมักใช้การประเมินทางด้านความงามจากแนวทางของศิลปะ ส่วนทางด้านการออกแบบนั้นไม่มีการตั้งกฎเกณฑ์ตายตัว ขึ้นอยู่กับว่าจะจะเป็นผลงานประเภทใด มีลักษณะเฉพาะของงานนั้นเป็นอย่างไร โดยทั่วไปมักใช้หลักกว้าง ๆ ดังนี้

1. การศึกษาลักษณะเฉพาะของงาน ในการออกแบบงานแต่ละประเภทลักษณะของงานจะต่างกัน เช่น งานออกแบบเก้าอี้จะมุ่งเน้นทางด้านความสะดวกสบาย แข็งแรง สวยงาม ทนทาน สามารถรองรับร่างกายมนุษย์ได้ดี ในขณะที่งานออกแบบตู้มุงเน้นในด้านการเก็บสิ่งของ

สัมภาระต่าง ๆ เนื้อที่ใช้สอยเป็นสำคัญ ดังนั้น ลักษณะที่ต่างกันย่อมทำให้การพิจารณาเกณฑ์การประเมินผลต่างกันด้วย

2. จุดมุ่งหมายของงาน ผู้ประเมินผลงานของนักออกแบบจะต้องเข้าใจถึงจุดมุ่งหมายของงานและความต้องการในการใช้สอยตามจุดประสงค์นั้น ๆ

3. ข้อกำหนดที่เกี่ยวข้อง ผู้ประเมินจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับชิ้นงานนั้น เช่น กฎหมาย ข้อบังคับ เงื่อนไขในการผลิต ความปลอดภัยในการใช้งาน ฯลฯ เพื่อนำมาพิจารณาผลงานที่มีผลกระทบต่อการออกแบบงานนั้น ๆ

4. เกณฑ์ทางด้านการออกแบบ เน้นถึงประโยชน์ใช้สอยที่เหมาะสมกับงาน เช่น ความถูกต้องของสรีระของผู้ใช้ผลิตภัณฑ์ ความสะดวกสบายในการใช้งาน ความปลอดภัย การบำรุงรักษา ความทนทาน ความงามที่เหมาะสมกับลักษณะงาน ความมีเอกลักษณ์ถึงคุณค่าของผลงาน ฯลฯ

5. ปัจจัยในด้านการผลิต ประเมินการเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมหาได้ง่าย คุณสมบัติตรงตามประโยชน์ใช้สอย กระบวนการผลิตที่เหมาะสมกับวัสดุและระดับของเทคโนโลยี ชนิดของอุปกรณ์-เครื่องจักรที่ใช้ในการผลิต

6. ปัจจัยทางด้านการตลาด ตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย แสดงภาพพจน์น่าเชื่อถือของผู้ผลิต ราคาเหมาะสม การสร้างความมั่นใจในตัวผลิตภัณฑ์ ฯลฯ

จะเห็นได้ว่าการประเมินผลงานการออกแบบมีการพิจารณาหลายขั้นตอน ในแต่ละขั้นตอนเน้นไปในด้านต่าง ๆ บางครั้งการตัดสินใจเลือกแบบนั้นอาจไม่สามารถชี้ขาดลงไปได้ว่าแบบใดแบบหนึ่งจะสามารถนำมาใช้งานได้ การประเมินผลงานจากบุคคลหลายกลุ่ม หรือจากการทดลองใช้จะทำให้ตัดสินใจเลือกงานได้ดีขึ้น ถ้าไม่สามารถเลือกมาได้อาจใช้วิธีผสมผสานกันโดยรวมหรือตัดทอน เพื่อให้เกิดผลงานชิ้นใหม่ ซึ่งจะช่วยให้ผลงานมีคุณภาพและตรงกับความต้องการมากขึ้น

2.1.2 ศึกษาขนาดสัดส่วนของร่างกายมนุษย์ที่สัมพันธ์กับการออกแบบชิ้นงาน หนังสือ

การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายของมนุษย์ (Ergonomic design)

การออกแบบที่ดีจะต้องมีข้อมูลที่สัมพันธ์กับมนุษย์และความเป็นอยู่ของมนุษย์ โดยเกี่ยวข้องกับพื้นฐานทางร่างกายมนุษย์และสังคมสำหรับนำไปสู่ขั้นตอนการออกแบบอย่างมีหลักเกณฑ์

จุดเริ่มต้นของการออกแบบจะต้องศึกษาวิชาการที่เกี่ยวข้องดังนี้

มานุษยวิทยา (Anthropometry) คือ การศึกษาขนาดสัดส่วนต่างๆ ของมนุษย์

สรีรศาสตร์ (Physiology) คือ วิชาว่าด้วยความสามารถในการทำงานของอวัยวะต่างๆ ของร่างกาย

จิตวิทยา (Psychology) เกี่ยวข้องกับความคิด ความรู้สึก (Mental) และอารมณ์ (Emotional area) ซึ่งรวมเรียกว่า พฤติกรรมของมนุษย์ (Human behaviour) พัฒนาการ (Development) และการแสดงออก (Performance) เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อสิ่งแวดล้อม

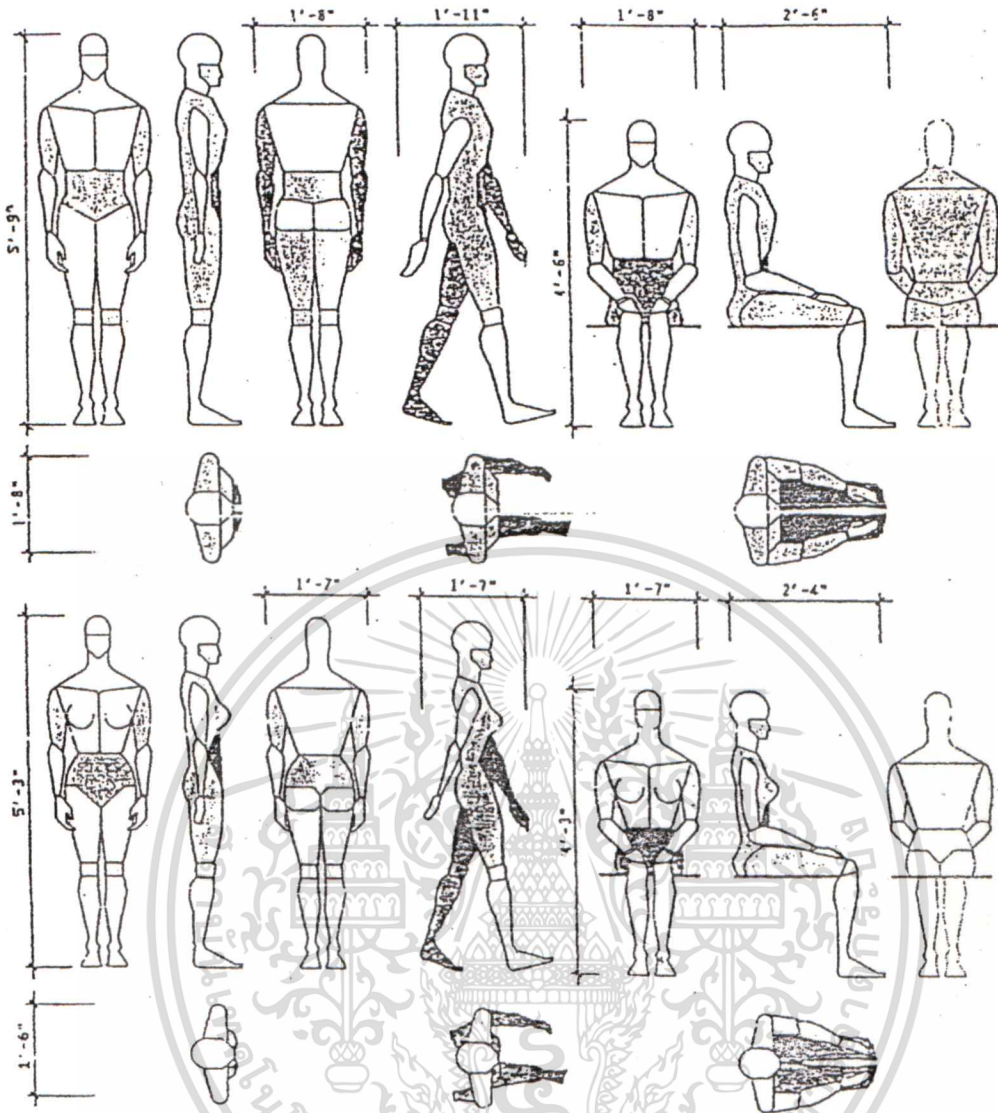
สังคมวิทยา (Sociology) ข้อมูลที่เกี่ยวข้องสังคมของมนุษย์ การออกแบบตามสัดส่วนร่างกายมนุษย์ (Ergonomics) เริ่มใช้ในอังกฤษเป็นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ.1949 โดยจัดตั้งสมาคม The Ergonomic Research Society

การทรงตัวของมนุษย์

โลกที่เราอยู่อาศัยอยู่นี้มีปรากฏการณ์ตามธรรมชาติอย่างหนึ่ง คือ มีแรงดึงดูดพิเศษชนิดหนึ่งซึ่งจะดึงดูดเอาวัตถุทั้งหลายบนผิวโลกเข้าสู่แกนกลางของโลก ซึ่งแรงดึงดูดนี้ทำให้วัตถุทั้งหลายบนโลกมีน้ำหนักซึ่งจุดกึ่งกลางของน้ำหนักของวัตถุนั้นเราเรียกว่า “จุดศูนย์กลาง” และจุดศูนย์กลางนี้เป็นจุดสมมติที่ใช้แทนจุดกึ่งกลางของวัตถุนั้นๆ โดยถือน้ำหนักของวัตถุนั้นๆ ทั้งหมดจะไปสะสมอยู่เป็นจุดที่ทำให้วัตถุนั้นสมดุล เช่น วัตถุวงกลม จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุดศูนย์กลางเป็นต้น ส่วนเส้นตรงที่ลากผ่านจุดศูนย์กลางของวัตถุในแนวตั้งสู่พื้นฐานเรียกว่า “เส้นศูนย์กลาง” ดังนั้น เส้นตรงนี้จะอยู่ตรงไหนแล้วแต่ตำแหน่งจุดศูนย์กลาง ซึ่งเส้นนี้ทำให้ทราบจุดศูนย์กลางอยู่ในฐานหรือไม่

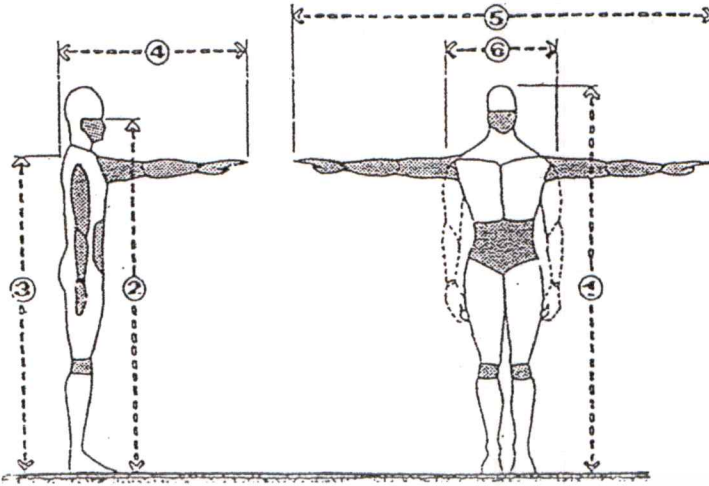
การเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย

สัดส่วนทางด้านกายวิภาค (Anatomy) ของมนุษย์เป็นปัจจัยสำคัญในการออกแบบ การออกแบบที่ดีจะได้ผลดีจะต้องแน่ใจว่าเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมายอย่างแท้จริง การคำนึงถึงสัดส่วนใช้สอยส่วนตัวได้แก่ เกี่ยวกับมือซึ่งเป็นเครื่องมือชิ้นแรกของมนุษย์ในสัมผัส ทำ หยิบ ถูม บิด และกอบ ทำนองเดียวกันแขนที่ช่วยในการยก ถูม ดึงวัตถุต่างๆ หรือแม้กระทั่งขาที่ช่วยในการเคลื่อนไหวร่างกาย เคลื่อนที่ไป

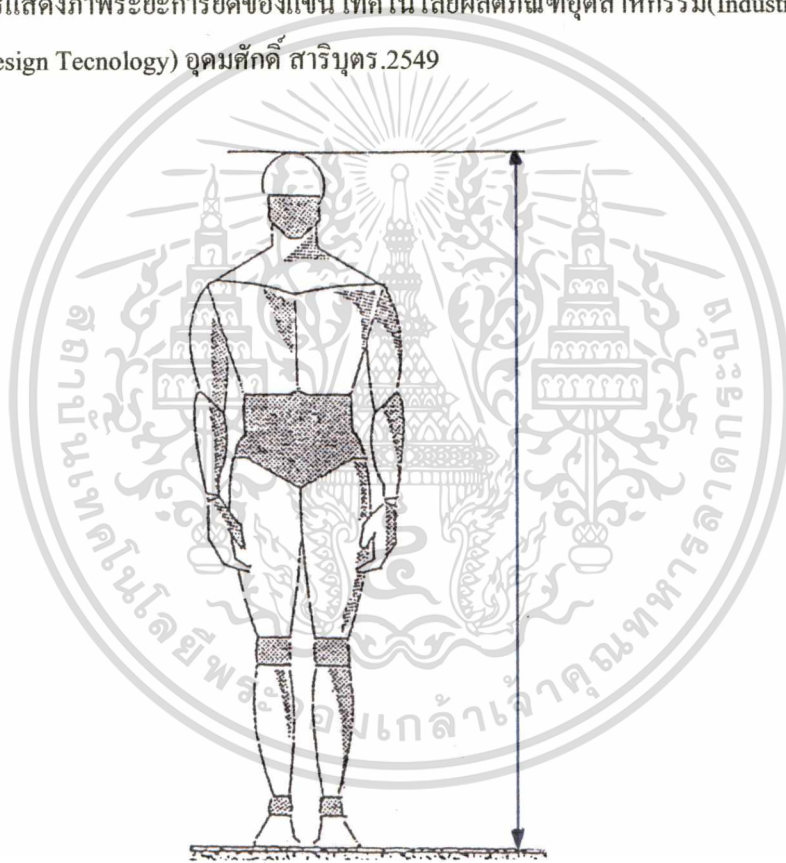


ภาพที่ 2.3 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนต่างๆ ของร่างกาย เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

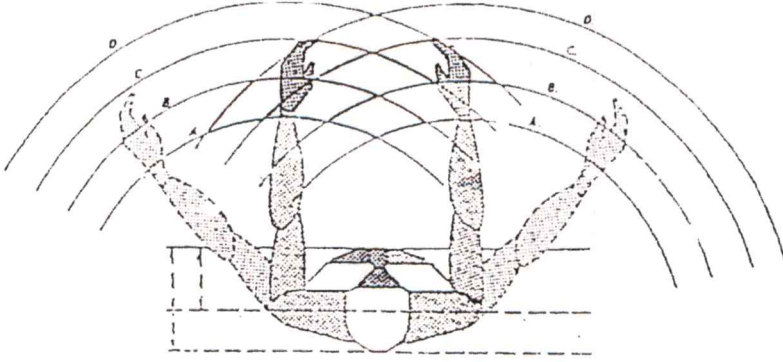


ภาพที่ 2.4 การแสดงภาพระยะการยืดของแขน เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

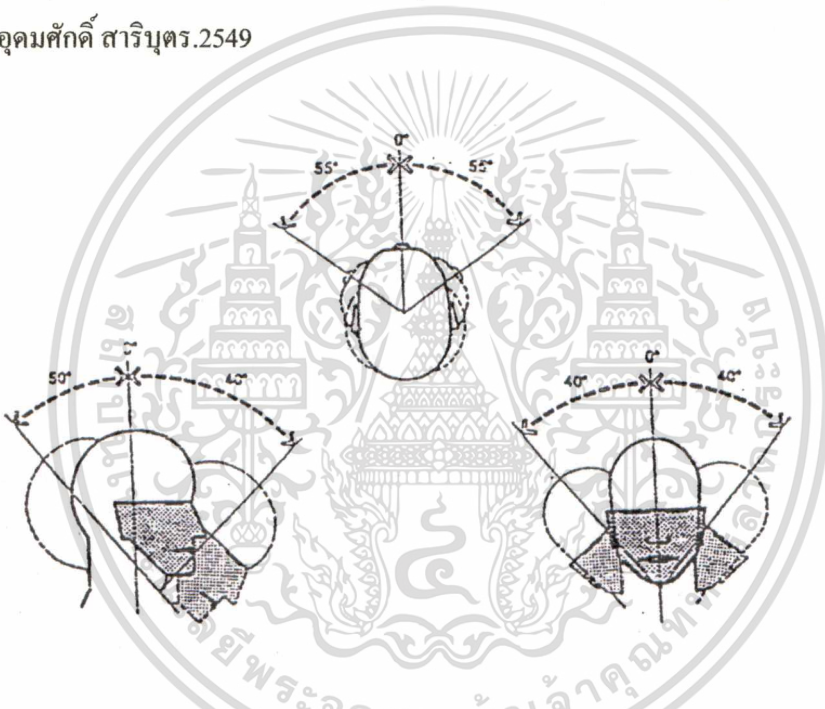


ภาพที่ 2.5 การแสดงภาพสัดส่วนความสูงขึ้น เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

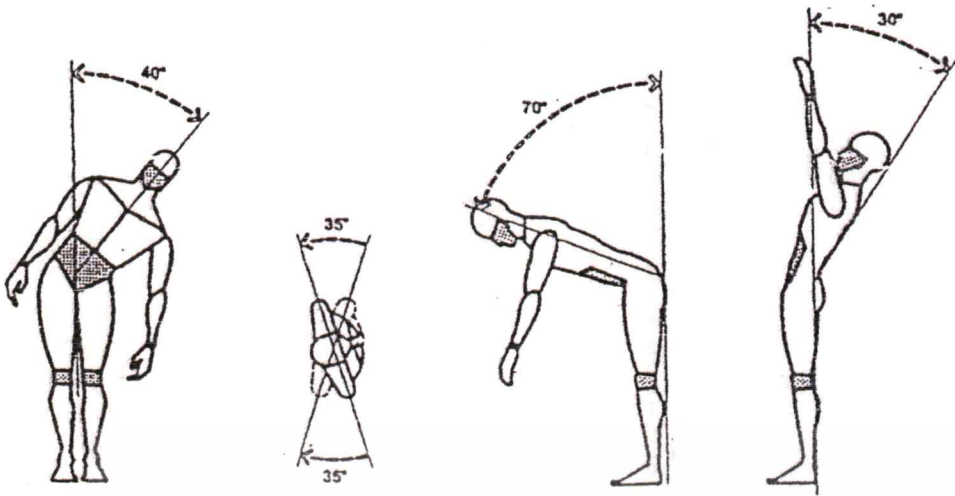
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



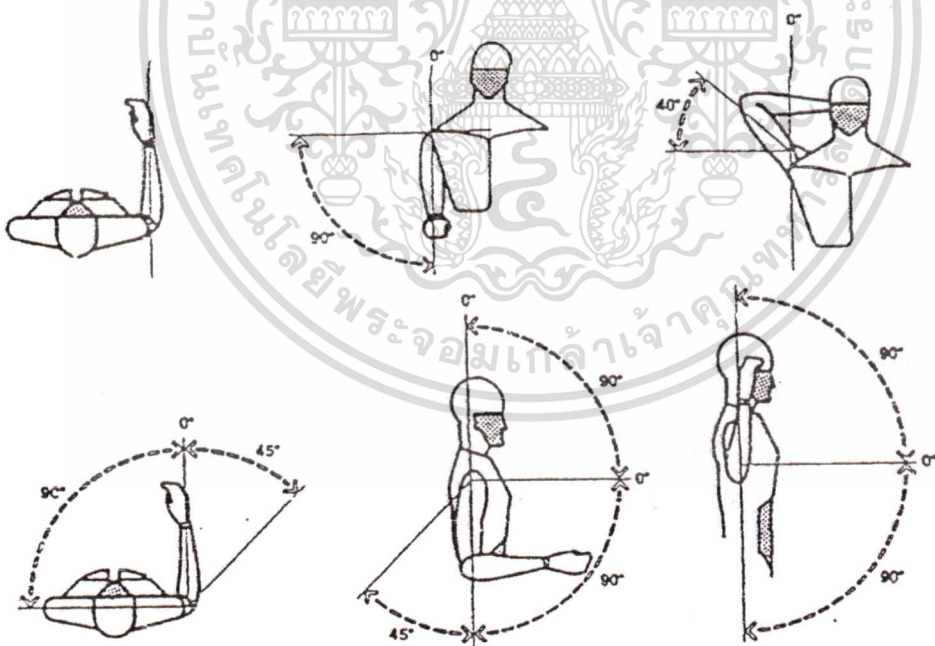
ภาพที่ 2.6 การแสดงภาพขนาดสัดส่วนที่เกี่ยวข้องในการออกแบบของรัศมีการเอื่อมในลักษณะต่างๆของร่างกาย เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549



ภาพที่ 2.7 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวช่วงคอ (neck) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

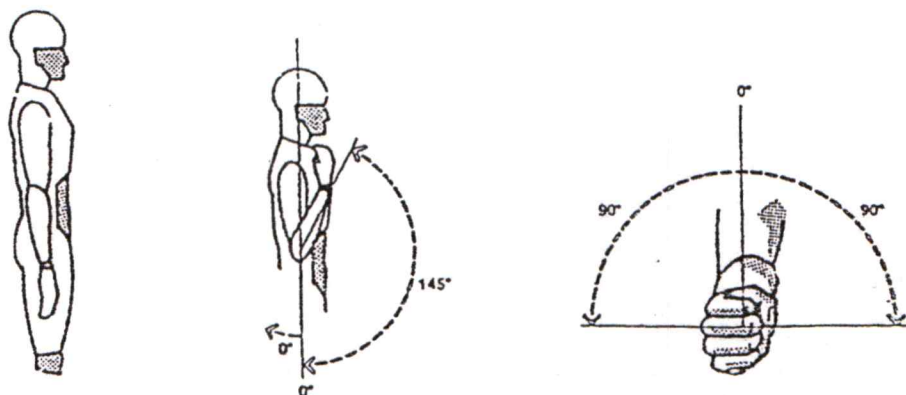


ภาพที่ 2.8 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวกระดูกสันหลัง (spine) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549



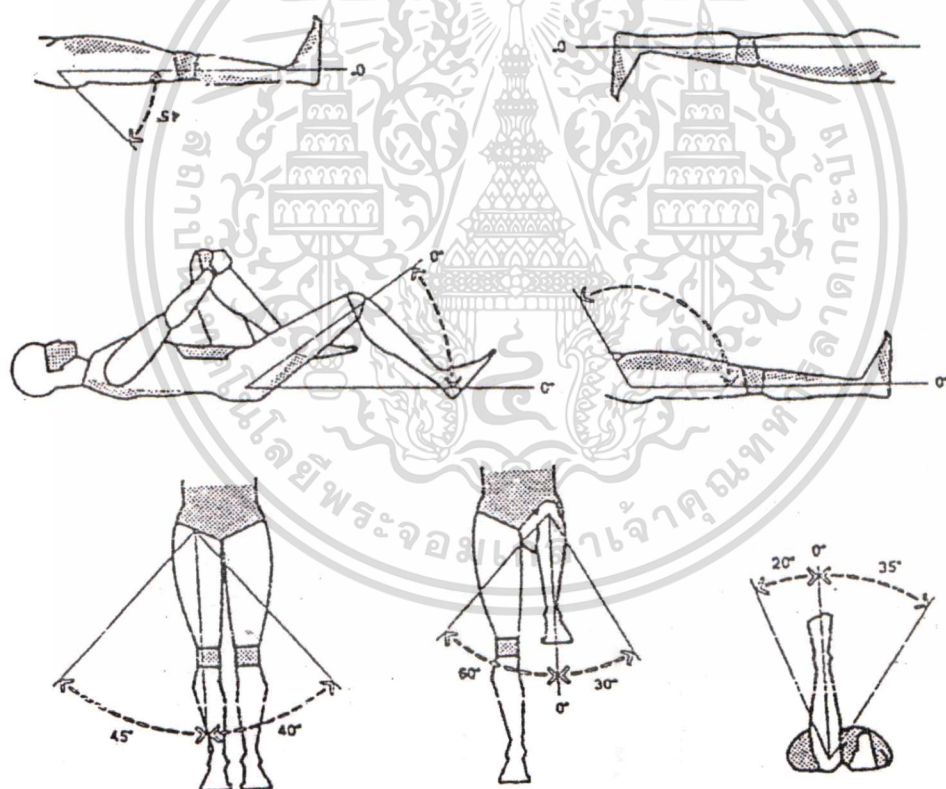
ภาพที่ 2.9 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนไหล่ (shoulder) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อศอก (elbow / forearm) เทคโนโลยี

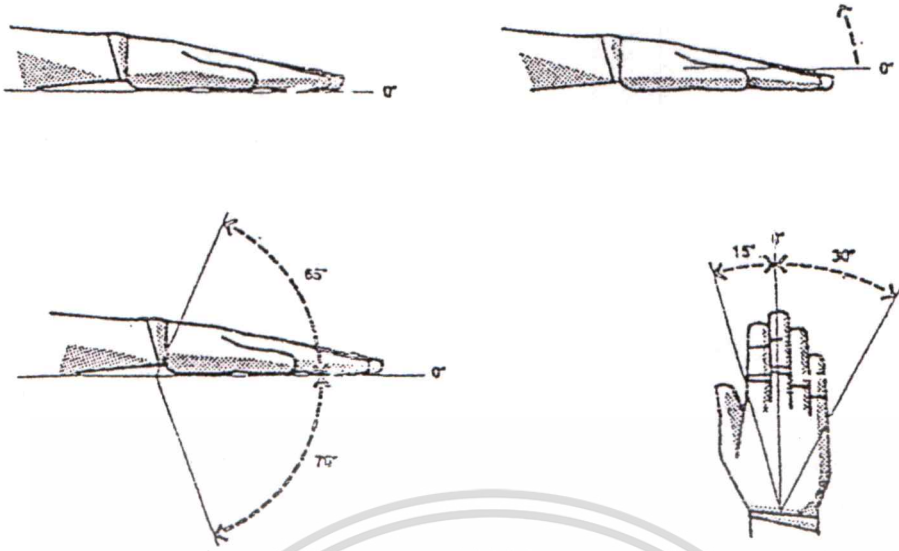
ผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549



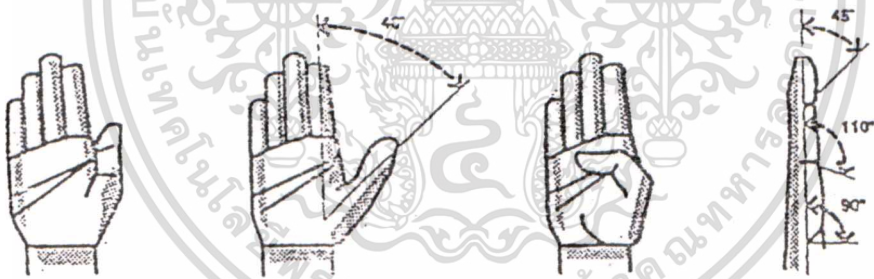
ภาพที่ 2.11 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวส่วนสะโพก (hip) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.12 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวข้อมือ (wrist) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549



ภาพที่ 2.13 การแสดงภาพการเคลื่อนไหวนิ้วมือ (fingers) เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืนและมีติวกฤต

(Critical Body Dimension)

หมายเลข	มิติส่วนต่างๆ ของร่างกาย	อัตราส่วน	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	1.000	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับตา	0.933	138.36	146.60	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	0.827	122.64	132.81	143.29
4	ความสูงระดับมือ	0.437	64.80	70.18	75.71
5	ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	1.255	186.11	201.55	217.45
6	ความสูงนั่ง	0.523	77.56	83.99	90.62
7	ความสูงระดับตา	0.460	68.21	73.87	97.70
8	ความสูงระดับที่นั่งถึงระดับไหล่	0.354	52.49	56.85	61.33
9	ความสูงจากที่นั่งถึงข้อศอก	0.143	21.20	22.96	24.77
10	ความสูงจากที่นั่งถึงคอนบนเข่าอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากพื้นถึงคอนบนของเข่า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ระยะจากหน้าท้องถึงเข่า	0.223	33.07	38.81	38.63
13	ระยะจากกันถึงระดับน่องคอนบน	0.254	37.66	40.79	44.01
14	ระยะจากกันถึงระดับน่องคอนบน	0.218	32.32	35.01	37.77
15	ระยะจากกันถึงเข่า	0.329	48.79	52.83	57.00
16	ความยาวของเข่าที่นั่ง	0.626	92.83	100.53	108.46
17	ความกว้างของที่นั่ง	0.226	33.51	36.29	39.15
18	ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	0.491	72.81	78.85	85.07
19	ความกว้างกางแขน	1.022	151.56	164.13	177.08
20	ความกว้างระหว่างศอก	0.262	38.85	42.13	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ส่วนต่างๆ ของร่างกาย

หมายเลข	มิตส่วนต่างๆ ของร่างกาย	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
1	ความสูงยืน	148.30	160.60	173.27
2	ความสูงระดับตา	138.36	146.60	161.66
3	ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81	143.29
4	ระยะเอื่อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85	85.07
5	ความกว้างกางแขน	151.56	164.13	177.08
6	ความกว้างของไหล่	35.51	40.63	43.83

ตารางที่ 2.4 แสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน

อายุ	ความสูง (cm.) ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25.34	148.30	160.60	170.27

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวเลขขนาดรัศมีการเอื่อมในระยะต่างๆ (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)

	รัศมีเอื่อม		ระยะกว้าง		ระยะทาง		ระยะเอื่อมห่างตา	
	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง	ชาย	หญิง
A	600	565	1450	650	500	20	630	480
B	650	615	1530	1450	700	615	780	480
C	600	565	1530	1450	850	705	830	685
D	650	615	1630	1550	1000	815	800	795

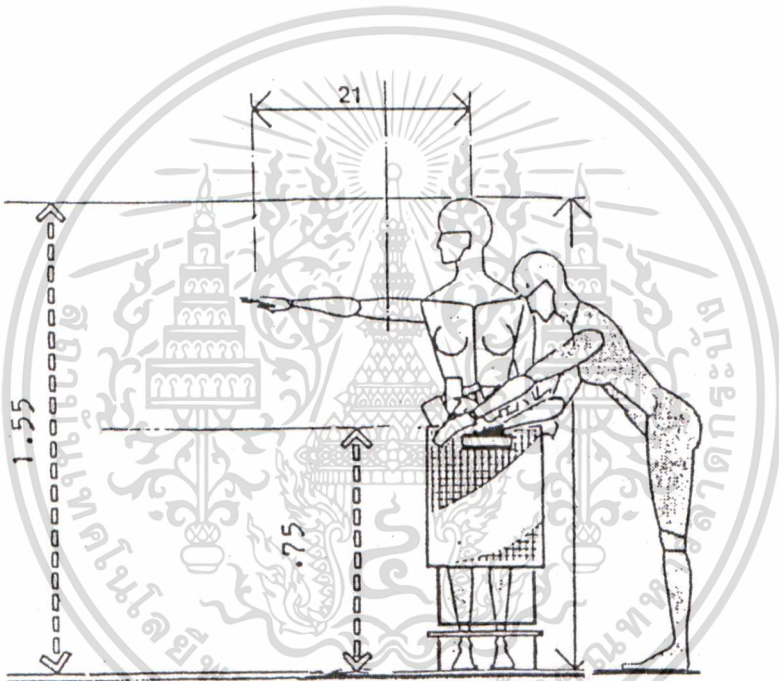
ข้อมูลสัดส่วนมนุษย์ที่ใช้ในการออกแบบ

สรีรศาสตร์ เป็นข้อมูลที่จะศึกษาถึงขีดจำกัดความสามารถของอวัยวะต่างๆ เพื่อที่จะใช้ประกอบการออกแบบให้มีประโยชน์ใช้สอยมากยิ่งขึ้น

มนุษย์ย่อมที่จะมีขีดจำกัดระบบต่างๆ ของมนุษย์ ความสามารถของมนุษย์จะมีขีดจำกัดเสมอ เช่น ความสามารถในการยกน้ำหนัก ความสามารถในการมองเห็น ความสามารถในการหยิบจับสิ่งของ และขีดจำกัด ความสามารถในด้านต่างๆ ทั้งหมดนี้คือหน้าที่ของนักออกแบบที่จะต้องทราบเพื่อที่จะเป็นแนวทางในการออกแบบตามขนาดสัดส่วนที่ใช้ในการออกแบบ

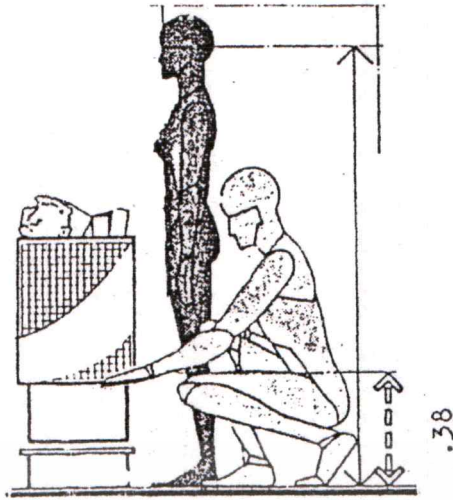
ตารางที่ 2.6 แสดงตัวเลขระหว่างมิติของร่างกาย

มิติส่วนที่ยืนของร่างกาย	ความสูงต่ำสุด	ความสูงยื่นเฉลี่ย
ความสูงยืน	148.30	160.60
ความสูงระดับสายตา	138.36	149.63
ความสูงระดับไหล่	122.64	132.81
ความสูงระดับมือ	64.80	70.18
ความสูงเอื้อมมือขึ้นบน	186.11	201.55
ระยะเอื้อมแขนไปข้างหน้า	72.81	78.85
ความกว้างกางแขน	151.56	164.13



ภาพที่ 2.14 แสดงความสูงขณะทำงาน สูงประมาณ 75 ซม. เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.15 แสดงความสูงของการนั่งทำงาน สูงประมาณ 38 ซม เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สารวิบุตร.2549



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ศึกษาหลักการออกแบบของตู้และชั้นวางหนังสือ

การออกแบบตู้และชั้น

ตู้เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่มีความจำเป็นสำหรับชีวิตประจำวันมาก ใช้สำหรับเก็บสิ่งของอุปกรณ์ เครื่องมือ เครื่องใช้ต่าง ๆ ให้เป็นระเบียบเรียบร้อย เป็นหมวดหมู่ และยังใช้เพื่อปกปิดสิ่งของให้ มีคิติดปลอดภัยจากคน สัตว์ ฝุ่นละออง เป็นต้น นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นที่วางสิ่งของสำหรับ โข้วเพื่อความสวยงามและความสบายใจแก่ผู้พบเห็น

ตู้ หมายถึง เครื่องใช้สำหรับเก็บหรือใส่สิ่งของ ภายในอาจมีพื้นที่ซึ่งใช้เป็นที่วางของชั้น กั้นหลายชั้นจะมีหรือไม่มีลิ้นชัก (Drawer) ก็ได้ มีบานตู้สำหรับปิด-เปิดทั้งหมดหรือบางส่วน บางตู้ อาจเป็นแบบบนเปิด (Pivoted door) แบบบานเลื่อน (Sliding door) แบบบานเปิดหยาบ (Flap door) หรือแบบบานเปิดอื่น ๆ

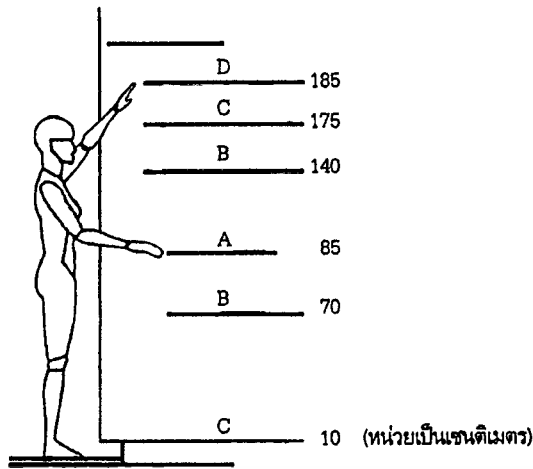
ชั้น หมายถึง ที่สำหรับวางสิ่งของ มีพื้นที่ชั้นกันคล้ายตู้ แต่ไม่มีบานปิด-เปิด ไม่มีลิ้นชัก วางตั้งกับพื้น หรือแขวนผนังอาคารได้ตามความจำเป็นและความต้องการของเจ้าของบ้าน

2.1.3.1 หลักการออกแบบตู้และชั้น (Cabinets and shelves)

ในการออกแบบตู้หรือชั้นนั้น มีข้อควรคำนึงสำหรับเป็นแนวทางในการออกแบบเบื้องต้น ดังนี้

1. สัดส่วนของร่างกายมนุษย์และระยะการเคลื่อนไหวของมนุษย์

สัดส่วนของมนุษย์และระยะการเคลื่อนไหวของมนุษย์ เป็นสิ่งสำคัญในการออกแบบ เพราะอิริยาบถต่าง ๆ ของมนุษย์เป็นสิ่งที่กำหนดเครื่องใช้ไม่สอยในชีวิตประจำวัน เช่น การ ออกแบบตู้เก็บของจะต้องมีการพิจารณาว่าควรใช้บานปิด-เปิดแบบใด เพื่อให้เหมาะสมกับลักษณะ และเนื้อที่ใช้งาน ถ้าเป็นบานเปิดผู้ใช้งานจะต้องมีระยะถอยสำหรับการเคลื่อนไหวของร่างกาย ขณะที่บานเปิดนั้นเปิดออก ดังนั้นขนาดของบานเปิดกับระยะถอยของร่างกายมนุษย์จึงมี ความสัมพันธ์กัน หรือการเก็บของในแนวตั้ง ถ้าเป็นระยะที่สูงเกินคนเอื้อมไปถึงอาจมีปัญหาในการ เก็บสิ่งของได้ อาจจะต้องมีการออกแบบให้ใช้สอยได้สะดวกขึ้น โดยการทำบันไดช่วยในการขน ย้ายสิ่งของออกหรือการไ้ร้าวแขวนผ้าที่สามารถปรับระดับ โดยมีอุปกรณ์ช่วยในการหยิบเสื้อผ้าได้ ง่ายขึ้น เป็นต้น จากการยกตัวอย่างจะเห็นได้ชัดเจนว่า สัดส่วนของร่างกายมนุษย์มีความสัมพันธ์กับ การออกแบบอย่างไร ดังนั้น ระยะที่ใช้ในการออกแบบตู้ในแนวตั้งที่ยืนตรงเหยียดแขนขึ้นสุดแขน และเขย่งเท้าขึ้นมนุษย์เราสามารถใช้งานได้สะดวกมีดังนี้



ภาพที่ 2.16 แสดงระยะความสูงของผู้ที่เหมาะสมกับการใช้งาน
การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ผศ.วรณิ

ระยะ A เป็นระยะที่ใช้โดยปกติประจำวัน เป็นระยะที่สะดวกกับการใช้งานมากที่สุด

ระยะ B เป็นระยะที่เก็บสิ่งของที่ใช้เก็บของได้สะดวก รองลงมาอาจใช้เก็บของที่ใช้น้อย บ่อยนักและเป็นตำแหน่งที่ระดับของลิ้นชักจะใช้ได้สะดวก ซึ่งระดับของลิ้นชักไม่ควรสูงเกิน 145 เซนติเมตร

ระยะ C เป็นระยะที่ใช้เก็บสิ่งของทีนาน ๆ ใช้ครั้ง และสิ่งของที่มีน้ำหนักมากที่ด้านล่างของผู้

ระยะ D เป็นระยะที่เก็บสิ่งของที่จะใช้ในโอกาสต่าง ๆ ในรอบปี เช่น เก็บผ้าห่มเพื่อใช้ในฤดูหนาว เป็นต้น ชั้นบนสุดของชั้นเก็บของไม่ควรสูงเกินระดับล่างสุดของฝ่ามือเมื่ออยู่ในลักษณะยื่นชูมือ

2. สัดส่วนของสิ่งของที่ต้องการจะเก็บ

ในการออกแบบตู้โดยทั่วไปจะออกแบบตู้เพื่อเก็บสัมภาระต่าง ๆ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นจะต้องรู้ขนาดของสิ่งของที่จะเก็บ เช่น ขนาดของเสื้อผ้าขณะที่อยู่ในไม้แขวนเสื้อว่ามี ความกว้างและยาวเท่าไร ขนาดของหนังสือในลักษณะแนวตั้งและแนวนอน เป็นต้น เพื่อใช้ขนาดได้เพียงพอและเหมาะสมกับความต้องการ

3. ปริมาณของสิ่งของที่ต้องการจะเก็บ

จำนวนของสิ่งของก็เป็นส่วนสำคัญในการออกแบบผู้ออกแบบจะต้องรู้ปริมาณของสิ่งของเพื่อที่จะใช้คำนวณหาพื้นที่สำหรับการจัดวางให้พอเพียงกับที่ต้องการ

4. สัดส่วนมาตรฐานของอาคาร

ผู้ออกแบบจะต้องรู้ขนาดมาตรฐานของส่วนประกอบของอาคาร เช่น ความสูงของอาคาร ขนาดของประตูทางเข้า-ออก โครงสร้างของอาคารในกรณีที่ผู้ออกแบบต้องการเฟอร์นิเจอร์แบบติด

ตาย เป็นต้น ถ้ารู้ขนาดสัดส่วนของอาคารจะทำให้ผู้ออกแบบเข้าใจถึงการเคลื่อนย้ายเฟอร์นิเจอร์เข้าไปในอาคาร การกำหนดขนาดของเฟอร์นิเจอร์ให้เหมาะสมกับอาคาร การเลือกใช้โครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ที่เหมาะสมโดยเฉพาะเฟอร์นิเจอร์ชนิดติดตาย (Built-in) เป็นต้น

5. น้ำหนักของที่วางและประเภทสิ่งของที่เก็บน้ำหนักของสิ่งของเป็นสิ่งจำเป็นในการกำหนดโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้โครงสร้างหลักสามารถรับน้ำหนักของสิ่งของนั้น ๆ ได้นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงประเภทสิ่งของที่ต้องการเก็บเข้าในชั้นหรือตู้ เพราะขนาดของสิ่งของจะแตกต่างกัน การจัดหมวดหมู่หรือประเภทของสิ่งของจะทำให้การออกแบบเหมาะสมกับสิ่งของที่จะเก็บนั้น ๆ ประเภทของหมวดหมู่สิ่งของต่าง ๆ ถ้ามีการจัดให้เป็นระเบียบเรียบร้อยอยู่ในชั้นหรือตู้ จะทำให้หาสิ่งของต่าง ๆ ง่ายและจัดเก็บรักษาได้ง่ายด้วย เช่น ชั้นหรือตู้สำหรับวางเครื่องเสียงควรมีขนาดที่พอเหมาะกับเครื่องเสียงนั้น และยังคงต้องมีส่วนเก็บอุปกรณ์หรือส่วนประกอบอื่น ๆ ก็ควรจัดให้เป็นหมวดหมู่ เช่น ชั้นวางม้วนเทปวีดีโอควรแยกเก็บต่างจากชั้นวางแผ่นซีดี เป็นต้น

โดยทั่วไปชั้นวางของชั้นบนสุดจะต้องเป็นที่วางของที่มีน้ำหนักเบา ชั้นต่ำสุดสำหรับของที่มีน้ำหนักมาก สำหรับชั้นกลาง ๆ ของตู้สำหรับของที่มีน้ำหนักปานกลาง สำหรับของไม่ใหญ่มาก และต้องการใช้บ่อย ๆ

6. ความจำเป็นและความต้องการตามลักษณะการใช้งานในการออกแบบตู้หรือชั้นวางสิ่งของจะต้องมีขนาดพอเหมาะกับเนื้อที่ใช้สอยกับการใช้งาน ทั้งรูปทรงและต้องสวยงามเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่จะนำไปใช้งาน เช่น ตู้สำหรับเก็บของในห้องครัวควรมีเนื้อที่เพียงพอสำหรับอุปกรณ์ครัวที่มีมากมาย ทั้งยังต้องหยิบใช้ได้ง่ายสะดวกสัมพันธ์กับการใช้งาน เป็นต้น

2.1.3.2 ตู้หนังสือ (Book shelves)

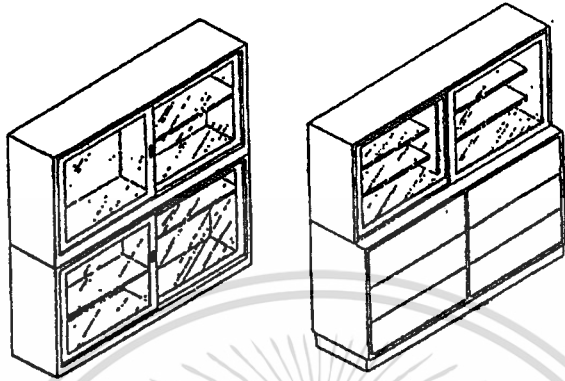
ในการออกแบบตู้หรือชั้นวางหนังสือ จำเป็นจะต้องรู้ถึงขนาดของหนังสือ ซึ่งขนาดของหนังสือที่นิยมใช้เป็นขนาดสากลทั่วไปมีดังนี้

ตารางที่ 2.7 แสดงขนาดของชนิดหนังสือประเภทต่าง ๆ การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ผศ.วรรณิ

ประเภทหนังสือ	ขนาด (หน่วยเป็นมิลลิเมตร)		
	กว้าง	สูง	หนา
ตำราหนังสือเรียน	170	240	ตั้งแต่ 4 มิลลิเมตร ขึ้นไป
หนังสือต่าง ๆ	175	260	
	215	296	
	230	305 – 310	
วารสาร	206	260	
	213	275	
	240	325	
พ็อกเก็ตบุ๊ก (Pocket book)	128	186	
	132	196	
	142	210	
หนังสือขนาดพิเศษ	255	228	
- หนังสือศิลปะต่าง ๆ	300 ขึ้นไป	450 ขึ้นไป	
- หนังสือภาพ	230	228	
	300	450	

ขนาดหนังสือโดยทั่วไปจะมีความกว้างไม่เกิน 300 มิลลิเมตร หรือ 12 นิ้ว ดังนั้นความลึกของชั้นวางหนังสือจึงมีขนาด 350 มิลลิเมตร หรือ 14 นิ้ว สำหรับชั้นวางหนังสือทั่ว ๆ ไป สำหรับหนังสือที่มีขนาดใหญ่กว่าปกติจะออกแบบชั้นวางหนังสือให้ลึกประมาณ 450 มิลลิเมตร หรือ 18 นิ้ว ถ้าต้องการเก็บหนังสือที่มีขนาดพิเศษใหญ่กว่าขนาดหนังสือปกติก็ใช้ขนาดของหนังสือเป็นเกณฑ์และบวกเนื้อที่ว่างเข้าไปอีกประมาณ 75 มิลลิเมตร หรือ 3 นิ้ว จะได้ความลึกของชั้นหนังสือที่เหมาะสม

ขนาดความสูงของชั้นหนังสือมักนิยมออกแบบชั้นหนังสือให้ปรับระดับชั้นวางได้ ขนาดที่นิยมและเป็นระยะกลางของชั้นหนังสือ คือ ขนาด 300 มิลลิเมตร หรือ 12 นิ้ว สำหรับชั้นหนังสือโดยทั่วไป



ภาพที่ 2.17 ตู้วางหนังสือ

ตู้และชั้นวางของเป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้เก็บภาชนะ สิ่งของ อุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อปกป้องรักษาวัตถุภายในให้เป็นระเบียบ เป็นหมวดหมู่ ปลอดภัยจากฝุ่นละอองและแมลงต่าง ๆ ดังนั้นการออกแบบตู้และชั้นวางของจะต้องคำนึงถึงสรีระร่างกายมนุษย์ ขนาดและน้ำหนักของสิ่งของที่จะนำมาเก็บ ตลอดจนสภาพแวดล้อมของเฟอร์นิเจอร์ เพื่อจะเก็บของและหยิบออกมาใช้งานได้สะดวก แต่มีตู้หรือชั้นวางของบางชิ้นงาน อาจออกแบบขึ้นเพื่อเน้นการตั้งโชว์เพียงอย่างเดียว ประโยชน์การใช้สอยเป็นรอง ดังนั้นการออกแบบจึงควรคำนึงถึงความงามทางสุนทรียภาพ วัตถุประสงค์หลักของการใช้งานและวัตถุประสงค์ของการออกแบบ

2.2 การผลิต

2.2.1 ศึกษาวัสดุที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานหนังสือ

พลาสติกเป็นวัสดุสังเคราะห์หรือวัสดุเทียมชนิดหนึ่ง มีคุณสมบัติที่สำคัญไม่ยิ่งหย่อนไปกว่าวัสดุธรรมชาติ หรือ โครดเค้นกว่า และนิยมใช้อย่างกว้างขวางในวงการอุตสาหกรรมและชีวิตประจำวัน พลาสติกเป็นสารโพลีเมอร์เทียมที่เกิดจากกรรมวิธีทางเคมี ทำให้สารที่มีโครงสร้างง่าย ๆ จับตัวและก่อเป็นรูปยาวเป็นร้อยเป็นพันเท่า เกิดคุณสมบัติทางกายภาพใหม่ ๆ ที่มีความสัมพันธ์ตามความยาว ตามขวาง ตามแผ่นงาน เป็นต้น มีโครงสร้างที่ซับซ้อนและคุณสมบัติเฉพาะแตกต่างไปจากสารเดิมมากมาย มีโอกาสเป็นผลึกมาก เมื่อละลายมักจะมีจุดหลอมเหลวไม่แน่นอนตายตัว มักจะได้ของเหลวข้นคล้ายแก้วเหลว เมื่อให้ความร้อนมาก ๆ มักจะสลายตัวใหม่แตกก่อนที่จะกลายเป็น ไอหรือก๊าซ

ปัจจุบันมนุษย์ได้พัฒนาสาร โพลีเมอร์ในธรรมชาติเป็นสาร โพลีเมอร์เทียมหลากหลายชนิดทำให้เกิดสารใหม่ ๆ คุณสมบัติใหม่ ๆ ตามที่เราต้องการในปริมาณและราคาต่ำ สามารถทำเป็นของเหลวด้วยวิธีง่าย ๆ และอัดเข้ารูปแบบต่าง ๆ ที่มีคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี ทางไฟฟ้า และความร้อนเหมาะสมกับงาน

พลาสติกมีคุณสมบัติเฉพาะ คือ มีโครงสร้างที่มีโมเลกุลเชื่อมยาวติดต่อกันกว่าสารชนิดอื่น ๆ ที่เรียกว่า ไฮ โมลกุล่า เวต (High molecular weight) ซึ่งมีคุณลักษณะดังนี้

- คุณสมบัติทางเคมี (Chemical) ทนกรด ด่าง และสารเคมีอื่น ๆ
- คุณสมบัติทางกายภาพ (Mechanical) มีความแข็ง เหนียว และยืดหยุ่น
- คุณสมบัติทางไฟฟ้า (Electrical) เป็นฉนวน ไฟฟ้าที่ดี

ลักษณะวัสดุดิบพลาสติกที่ใช้ผลิตเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกมี 3 ชนิด คือ

1. ชนิดผง เหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจักรที่มีปริมาณผลิตเป็นจำนวนมาก
2. ชนิดเม็ด เหมาะสำหรับการผลิตที่ใช้เครื่องจักรที่มีปริมาณผลิตเป็นจำนวนมาก
3. ชนิดเหลว เหมาะสำหรับการประกอบอุตสาหกรรมขนาดเล็ก เช่น โพลีเอสเตอร์ (Unsaturated Polyester) นิยมนำไปใช้กับผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ

พลาสติกแบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ เทอร์โมเซตติง (Thermosetting plastic หรือ Thermoset) และ เทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics หรือ Thermoplast)

1. เทอร์โมเซตติง เป็นพลาสติกที่เมื่อผ่านกรรมวิธี โพลีเมอร์ ทำให้เกิด โครงสร้างโมเลกุลที่ซับซ้อนทั้งสามมิติ ระหว่างที่ยังเป็นของเหลวจะส่งเข้าแบบหล่อเป็นผลิตภัณฑ์ออกมหลังจากนั้นแล้วไม่สามารถหลอมกลับมาใช้ใหม่ได้อีก เนื่องจากมีโครงสร้างที่มันคง แข็งแรง เสถียรภาพทางเคมี เทอร์โมเซตติงมีหลายชนิด และมีคุณสมบัติต่างกัน ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 2.8 แสดงพลาสติกประเภทเทอร์โมเซตติงด้านคุณสมบัติและตัวอย่างการนำไปใช้งาน
ผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

พลาสติกเทอร์โมเซตติง	คุณสมบัติ	ตัวอย่างการนำไปใช้งานผลิตภัณฑ์
ยูเรีย (Urea)	รับแรงได้พอสมควร	- กาวยูเรีย อุปกรณ์ไฟฟ้าสีอ่อน
เมลามีน (Melamine)	รับแรงได้ดีมาก รับแรงอัดและแรงกระแทกได้ดี	- ถ้วยชาม แผ่นพลาสติก ลามีนเนต ฯลฯ
อีพอกซี (Epoxy)	รับแรงดึงและแรงอัดได้พอสมควร	- กาวอีพอกซี ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาสชนิดดี
ฟีนอลิก (Phenolic) หรือ บากาไลต์ (Bakelite)	รับแรงดึงได้พอสมควรและแรงอัดได้ดีมาก	- ค้ำหม้อ กระทะ ค้ำเตารีด อุปกรณ์ไฟฟ้าสีเข้ม ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์
โพลีเอสเตอร์ (Polyester)	รับแรงอัดและแรงบิดงอได้ดี	- ผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส ตัวถังรถยนต์ ผลิตภัณฑ์พลาสติกหล่อ สีโป๊วรถยนต์
ซิลิโคน (Silicone)	รับแรงได้พอสมควร	- แม่แบบยางในอุตสาหกรรมพลาสติกหล่อ กาวพิเศษเชื่อมตู้ใส่ปลา
โพลียูรีเทน (Polyurethane)	ทนการสึกกร่อนได้ดีรับแรงตั่นสะเทือนได้ดี	- ฟองน้ำ เบาะนั่ง ไม้แกะสลักเทียม

2. เทอร์โมพลาสติก เป็นพลาสติกที่หลอมกลับเป็นของเหลว และอัดเข้าแบบใช้งานใหม่ได้ เป็นพลาสติกที่ใช้ในงานกว้างขวางกว่าแบบแรก พัฒนาจากกระบวนการ โพลีเมอร์ที่ใช้เทคโนโลยีอย่างสูง เทอร์โมพลาสติกที่สำคัญและใช้อยู่ทั่วไป ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 2.9 แสดงพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติกด้านคุณสมบัติและตัวอย่างการนำไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ

เทอร์โมพลาสติก	คุณสมบัติ	ตัวอย่างการนำไปใช้ในงานผลิตภัณฑ์
อะครีลิก (Acrylic)	รับแรงดึงและแรงอัดได้ โครงสร้างแข็งแรง	- ป้ายชื่อ ป้ายโฆษณา กรอบพระ ฯลฯ
ฟลูออโรคาร์บอน (Fluorocabons) หรือ เทฟลอน (Reflon)	ทนความร้อนได้ดีและ รับแรงดึงได้พอสมควร	- เคลือบภายในหม้อ กระทะ มีสีน้ำตาลเข้ม เทปสีขาวใช้พันต่อท่อ น้ำ ฯลฯ
โพลีไมด์ (Polyimide) หรือ ไนลอน (Nylon)	รับแรงดึงและแรงอัดได้ พอสมควร	- ผ้าทำซิลสกรีน ขนแปรงสีฟัน ถุงเท้า พลาสติกสีขาวที่ใช้ ประกอบราวบันได ฯลฯ
โพลีเอทิลีน (Polyethylene)	รับแรงดึงและแรงอัดได้น้อย	- ดอกไม้พลาสติก ขวดบรรจุน้ำมันเครื่อง ฯลฯ
โพลีโพรพิลีน (Polypropylene)	มีความคงรูปได้ดี	- ถุงบรรจุของร้อน เชือกปอ ถังน้ำ ฯลฯ
โพลีสไตรีน (Polystyrene)	มีความคงรูปดีแต่เปราะ ทนความร้อนได้พอสมควร	- กล่องใสบรรจุแปรงสีฟัน และลูกกวาด ตู้วิทยุ โทรทัศน์ ไม้บรรทัด ฯลฯ ในรูปของโฟม ใช้ตัดเป็นตัวหนังสือและตกแต่ง
เอบีเอส (ABS)	รับแรงอัดและรับแรงดึงได้ พอสมควร	- ชิ้นส่วนฝาครอบพัดลมไฟฟ้า และเครื่องทำน้ำเย็น เครื่องรับโทรทัศน์ ฯลฯ
โพลีเอสเตอร์ (Polyester)	รับแรงดึงและแรงอัดได้ดี	- เส้นใยทอเสื้อผ้า फिल्मถ่ายรูป फिल्मไมลา เทปบันทึกเสียง ขวดน้ำอัดลม ฯลฯ
พีวีซี (Polyvinyl Chloride PVC)	รับแรงดึงได้พอสมควร และรับแรงอัดได้	- ผ้ายาง หนังสือพิมพ์ ท่อเอสลอน สายยางฉีดน้ำ สายไฟฟ้า ขวดน้ำมันพืช ฯลฯ
โพลีคาร์บอนเนต (Polycarbonate)	รับแรงดึงและแรงอัดได้	- ขวดน้ำชนิดดี กล้องถ่ายรูปรุ่น ใหม่ ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการแปรรูปพลาสติก

การแปรรูปพลาสติกมีหลายวิธีการขึ้นอยู่กับชนิดผงหรือเม็ดพลาสติกและรูปทรงที่ต้องการ กระบวนการการแปรรูปมีหลายวิธีดังนี้

1. การเข้าแบบโดยใช้อัด (Compression molding) เป็นกระบวนการที่ใช้กับพลาสติกพวกที่มีการเปลี่ยนโครงสร้างจากความร้อน (Thermosetting) โดยมีการนำผงหรือเม็ดพลาสติกใส่ลงในแบบอัดร้อน อัดด้วยความร้อน 120 – 205 องศาเซลเซียส ครึ่งบนของแม่แบบจะกดอัดวัสดุให้อยู่ในสภาพหลอมเหลวเข้าไปในโพรงแบบ หลังจากกดชิ้นงานจะแข็งตัว และแม่แบบด้านบนจะเปิดออก จากนั้นจึงนำชิ้นงานออก

สำหรับเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastics) บางชนิดอาจผลิตด้วยขบวนการอัดได้เช่นกัน แต่กระบวนการของการใช้ความร้อนและหล่อเย็นอย่างรวดเร็วของแม่แบบจะมีขั้นตอนยุ่งยากกว่า

รูปแบบระบบเครื่องกดที่ใช้กันทั่วไปจะเป็นเครื่องกดไฮดรอลิกและการกดด้วยมือ ในบางโรงงานใหญ่จะใช้เครื่องกดแบบอัตโนมัติโดยมีแขนกล (Robot) ช่วยในการนำชิ้นงานออกจากแม่แบบ

2. การเข้าแบบโดยการถ่าย (Transfer molding) ใช้กับพลาสติกพวกเทอร์โมเซตติง วิธีการจะคล้ายคลึงกับแบบใช้การอัด คือ การใช้ความร้อนและการแปรของอุณหภูมิเข้าช่วย การเข้าแบบโดยการถ่ายนี้ เมื่อผงหรือเม็ดพลาสติกอยู่ในสภาพกึ่งเหลว มันจะถูกผลักดันหรือเคลื่อนเข้าไปในโพรงแบบผ่านรูเทแบบโดยการถ่ายแบบ จะใช้เวลาน้อยกว่าการอัดเข้าแบบที่ใช้แรงกด (Runner) รูเทและแอ่งทั้งราคาแม่แบบจะมีราคาแพงกว่าแม่แบบที่ใช้กระบวนการอัด

3. การเข้าแบบโดยใช้การอัดฉีด (Injection molding) สามารถใช้กับพลาสติกพวกเทอร์โมเซตติงและเทอร์โมพลาสติกแต่กระบวนการต่างกัน การเข้าแบบโดยใช้การอัดฉีดของเทอร์โมพลาสติกจะถูกเปลี่ยนรูปจากเม็ดเป็นของเหลวแล้วฉีดเข้าไปในแบบรอการแข็งตัว จากนั้นจะถูกอัดด้วยลูกกระทุ้งอากาศ พลาสติกจะถูกส่งไปหน่วยให้ความร้อนจากการผลัดดันของลูกกระทุ้งทำให้พลาสติกถูกหลอมเหลวขึ้น จากนั้นลูกกระทุ้งจะฉีดวัสดุหลอมเหลวผ่านหัวฉีดของเครื่องดันอากาศออกจากโพรงแม่แบบ พลาสติกส่วนที่สัมผัสกับผนังเย็นของแบบจะเย็นลงและแข็งตัว ทำให้สามารถนำชิ้นงานออกมาด้วยเข็มกระทุ้ง (Ejector pin) การเข้าแบบโดยใช้การอัดฉีดจะใช้เวลาสั้นและได้ผลิตภัณฑ์ที่มีเนื้อพลาสติกบาง

ส่วนการเข้าแบบโดยการอัดฉีดของพลาสติกเทอร์โมเซตติง (Thermosets) จะทำการอัดฉีดได้ด้วยการเข้าแบบด้วยวิธีเจต (Jet molding) ด้วยวิธีการใช้เครื่องอัดฉีดด้วยสลักเกลียวที่ขับเคลื่อนกลับไปมา (Reciprocating Screw Injection Machine) โดยที่วัสดุจะถูกป้อนด้วยแรงโน้มถ่วงเข้าไปในสลักเกลียวหมุนที่ถูกเพิ่มความร้อนโดยถังร้อน (Heated barrel) และความร้อนจากการเสียดทานของการหมุนสกรูจะทำให้วัสดุอ่อนตัวเหลวลงและถูกผลักไปข้างหน้า เพื่อจะเข้าไปอัดตัวกันในห้องเคลื่อนย้าย (Transfer chamber) โดยมีลูกกระทุ้งอัดวัสดุเข้าไปในโพรงแม่แบบ

4. การเข้าแบบโดยการอัดไหล (Extruding) ใช้กับพลาสติกทั้งเทอร์โมพลาสติกและเทอร์โมเซตติง วัสดุพวกเทอร์โมพลาสติก เช่น อนุพันธ์ของเซลลูโลส เรซินของไวนิล โพลีไธรีน ไนลอน โพลีเอทีลีน โพลีโพรพิลีน สามารถนำไปผ่านขบวนการอัดไหลผ่านแม่แบบเป็นรูปแบบง่าย ๆ ที่มีความยาวไม่จำกัด ขั้นตอนก็คือ ผงหรือเม็ดพลาสติกจะถูกป้อนรวมกันในปล่องจ่าย (Hopper) และถูกผลักดันผ่านห้องจ่ายความร้อนโดยเกลียวลาน (Spiral screw) ในห้องจ่ายความร้อนพลาสติกจะแปรรูปเป็นมวลสารที่มีความหนืดสูง โดยการอัดไหลผ่านแม่แบบ เมื่อพลาสติกถูกส่งผ่านออกจากแม่แบบ จะถูกลดความร้อนลงด้วยอากาศ น้ำ หรือผิวหน้าหล่อเย็น จนเกิดการแข็งตัวบนสายพานลำเลียงเป็นผลิตภัณฑ์พลาสติก

พลาสติกแบบเทอร์โมเซตติง จะใช้เครื่องจักรอัดไหลแบบลูกกระท่ง (Ram) แทนที่จะเป็นเกลียวหมุน โดยวัสดุจะถูกป้อนจากส่วนหลังของทรงกระบอกโดยปล่องจ่าย (Hopper) และลูกกระท่งจะอัดกระท่งเม็ดพลาสติกซ้ำ ๆ กัน จนถูกผลักดันเข้าไปในแม่แบบที่มีลักษณะยาวเร็วซึ่งมีส่วนของการให้ความร้อน ในขณะที่พลาสติกเดินทางผ่านกระบอกและแม่แบบพลาสติกจะถูกหลอมและอบ จากนั้นจะออกทางปากทางออกของแม่แบบผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้จะ ได้แก่ ท่อ แท่งยาว เป็นต้น

การเคลือบโดยการอัดไหล (Extrusion coating) เป็นกระบวนการอัดไหลแบบหนึ่งที่นิยมใช้อย่างกว้างขวางในการเคลือบกระดาษ เส้นใย แผ่นฟอยล์โลหะ (Foil) วัสดุเทอร์โมพลาสติกจะถูกอัดไหลผ่านแม่แบบแบนลงบนวัสดุที่ต้องการเคลือบผิว ซึ่งวิ่งอยู่ภายใต้แม่แบบพลาสติกซึ่งมีขี้มีความอ่อนตัวอยู่จะกระจายตัวออกแบนแผ่นวัสดุ และจะถูกรีดติดกันกับวัสดุ โดยลูกกลิ้งเหล็กกล้าที่สามารถปรับความดันได้ จากนั้นขอบของแผ่นงานจะถูกตัดทิ้ง สารที่นิยมใช้นำมาเคลือบ ได้แก่ ไวนิล โพลีเอทีลีน และโพลีโพรพิลีน

5. การเข้าแบบโดยใช้การหมุน (Rotational molding) เป็นกระบวนการที่ใช้แปรรูปผงเทอร์โมพลาสติก หรือพลาสติกซอล (Plastisols) ลักษณะการทำงานจะเป็นการหมุนของแม่แบบผนังบางรอบแกน 2 แกน คือ แกนตั้งและแกนนอนซึ่งตั้งฉากซึ่งกันและกัน โดยการใช้วัสดุพลาสติกที่เหมาะสม แม่แบบจะถูกหมุนพร้อมกับการถ่ายเทความร้อนเข้า ทำให้อุณหภูมิของพลาสติกละลาย บนผิวหน้าของแม่แบบเป็นชั้นจนกระทั่งพลาสติกทั้งหมดหลอมละลายลง แม่แบบจะถูกลดอุณหภูมิลงในขณะที่ยังมีการหมุนอยู่ เมื่อพลาสติกแข็งตัวและเย็นลงแม่แบบจะหยุดหมุน สามารถเปิดแม่แบบและนำชิ้นงานออก วิธีการเข้าแบบโดยการหมุนจะแตกต่างจากวิธีอื่น ๆ คือวิธีอื่น ๆ ใช้เพียงความร้อนเท่านั้น ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากวิธีการนี้ ได้แก่ แก้วเด็ก ถังสำหรับเก็บอาหาร ภาชนะขนาดใหญ่ ถังกักเก็บน้ำดื่ม เป็นต้น

6. การเข้าแบบโดยวิธีเป่า (Blow molding) การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกนี้ใช้กับเทอร์โมพลาสติกซึ่งนิยมใช้กับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการผนังบาง โดยการเป่าวิธีการคล้ายคลึงกับการผลิตขวดแก้วในอุตสาหกรรมแก้ว โดยการอัดไหลอย่างรวดเร็วจากปากทรงกระบอกพลาสติกที่เรียกว่า พาริ

สัน (Parison) ไปวางที่ปาก (Jaw) ของแม่แบบ เมื่อแม่แบบปิดลงจะบีบเนื้อของพาริสันออก และพลาสติกจะถูกเป่าด้วยแรงดันจากอากาศจนผิวของมันปะทะแนบกับผนังของแม่แบบ จะเปิดแม่แบบได้ก็ต่อเมื่อผลิตภัณฑ์ภายในนั้นเย็นลงพอที่จะไม่เกิดการบิดตัวของผลิตภัณฑ์ ผลิตภัณฑ์ที่ได้จากกระบวนการนี้ ได้แก่ ขวดต่าง ๆ ถังบรรจุเครื่องสำอาง ภาชนะบรรจุสารซักฟอกชนิดเหลว เป็นต้น

7. การขึ้นรูปเป็นแผ่นและแผ่นบาง (Film and sheet forming) เป็นกระบวนการรีด การอัดไหล การเป่า และการหล่อ ซึ่งการเลือกใช้วิธีการต่าง ๆ เพื่อให้เป็นแผ่นนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของพลาสติก

การรีดขึ้นรูปใช้กับ เรซิน เทอร์โมพลาสติก เป็นรูปแบบของการทำแผ่นบางโดยใช้หลักของการบีบวัสดุเทอร์โมพลาสติกระหว่างลูกกลิ้งต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วยเรซิน (Resin) สารเพิ่มความเหนียว (Plasticizers) สารเติมเต็ม (Filler) และเม็ดสีที่นำมาผสมกันเป็นสารประกอบ และให้ความร้อนก่อนนำไปป้อนเข้าสู่เครื่องรีด ซึ่งช่องระหว่างลูกกลิ้งในเครื่องรีดจะเป็นตัวกำหนดความหนาของแผ่นงานที่ผลิตออกมา เมื่อแผ่นงานถูกรีดออกมาจะถูกนำไปผ่านลูกกลิ้งที่มีน้ำหล่อเย็นจากนั้นจะม้วนเก็บเป็นวัสดุแผ่นบาง วัสดุที่นำมาแปรรูปได้แก่ประเภท ไวนิล โพลีเอทิลีน และเซลลูโลสอะซิเตต (Cellulose acetate)

ส่วนพลาสติกจากโพลีโพรพิลีน โพลีเอทิลีน โพลีสไตรีน หรือ ABS จะใช้กระบวนการอัดไหล (Extrusion) เมื่อนำสารประกอบต่าง ๆ มาผสมกันแล้วสารประกอบนั้นจะถูกใส่ลงในบ่อจ่าย (Hopper) ที่มีอุณหภูมิเพิ่มสูงขึ้นแต่ไม่เกิน 315 องศาเซลเซียส เมื่อสารประกอบมีอุณหภูมิที่พอเหมาะสารจะถูกผลักดันเข้าไปในส่วนของแม่แบบที่มีแรงดัน โดยสลักเกลียวเคลื่อนย้าย (Screw conveyor) สารที่ถูกส่งออกมาจากแม่แบบจะบังคับความหนาและรูเปิดของแม่แบบ ซึ่งสารนี้จะผ่านเข้าไประหว่างลูกกลิ้งรูปโครเมียมที่มีการหล่อเย็นด้วยน้ำมัน และจะถูกตัดให้ได้ขนาดตามต้องการ

การขึ้นรูปเป็นแผ่นโดยการอัดไหลเข้าแบบใช้การเป่า (Blown tubular extrusion) เป็นขบวนการที่ใช้ในการผลิตฟิล์มบาง โดยเฉพาะเป็นการอัดไหลท่อในแนวตั้งผ่านแม่แบบ แล้วเป่าอากาศเข้าไปในท่อนั้นจนเป็นทรงกระบอกขนาดใหญ่ จากนั้นทรงกระบอกนี้จะถูกทำให้เย็นลงและส่งเข้าเครื่องรีดเพื่อรีดให้มีความบางมากที่สุด

8. การขึ้นรูปโดยใช้อุณหภูมิ (Thermoforming) เป็นการให้ความร้อนกับแผ่นพลาสติกประเภทเทอร์โมพลาสติก จนมีสภาพนิ่มแล้วกดอัดให้มีรูปร่างตามแม่แบบต่าง ๆ ด้วยความแตกต่างของแรงดันอากาศและด้วยกรรมวิธีทางกล ซึ่งมีหลายวิธี เช่น

- (1) การขึ้นรูปโดยรูปแบบอิสระ (Free forming)
- (2) การขึ้นรูปแบบใช้สปริงกลับของลมดูด (Vacuum snapback forming)
- (3) การดึงโดยสูญญากาศหรือการเป่า (Vacuum drawing)
- (4) การขึ้นรูปโดยการตกแต่ง (Drape forming)

(5) การขึ้นรูปโดยความดัน (Pressure forming or Pulg assist vaccum)

(6) การขึ้นรูปโดยใช้แม่แบบคู่ประกบ (Matched-Mold Forming)

9. พลาสติกเสริมแรง (Rein forced plastics) หรือพลาสติกเสริมกำลัง เป็นผลิตภัณฑ์ที่ทำจากเรซินของเทอร์โมเซตติงที่ประกอบด้วยเส้นใยที่วางกระจกระจายหรือเป็นระเบียบ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วเส้นใยที่ใช้กันจะเป็นเส้นใยแก้ว ใยหิน ฝ้าย แกรไฟต์ หรือเส้นใยสังเคราะห์อื่น ๆ เรซินมีคุณสมบัติเฉพาะ เช่น อีพอกซี (Epoxies) มีความแข็งแรงสามารถทนสารเคมีได้ ซิลิโคน (Silicones) มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าที่ดีและทนความร้อนได้ดี หรือ โพลีเอสเตอร์ที่มีความแข็งแรงและมีราคาต่ำ

พลาสติกเสริมแรงหรือไฟเบอร์กลาส (Fiber Glass) มีกระบวนการทำไฟเบอร์กลาสได้หลายวิธี ดังนี้

(1) การเข้าแบบชนิดเปิดและปิด (Open and Closed Molding) เป็นกระบวนการที่ใช้แม่แบบที่มีโพรงเดียว ซึ่งอาจเป็นแบบตัวผู้หรือตัวเมีย ทำการผลิตโดยใช้แรงดันน้อยที่สุดหรือไม่ใช้เลย เหมาะสำหรับชิ้นงานที่ต้องการผิวสำเร็จเพียงด้านเดียว ขั้นตอนคือการพ่นดีเกลือผิวสำเร็จลงในแม่แบบ แล้วนำใยแก้วและเรซินประกอบลงในแม่แบบด้วยมือ จากนั้นจะรีดอัดและไล่อากาศออกโดยใช้ลูกกลิ้ง ขึ้นต่อไปคือการอบ อาจอบด้วยอากาศธรรมดา หรือในความดันสูญญากาศต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความเรียบร้อยของผิวหน้า

(2) การเข้าแบบชนิดแม่แบบปิด (Closed-Mold) หรือแม่พิมพ์ประกบ (Matched-die) จะใช้แม่แบบสองชิ้นที่ปกติจะทำจากโลหะทั้งสองด้าน จึงให้ผิวสำเร็จที่ดีและคมชัดมาก โดยการใช้แม่แบบถูกให้ความร้อนขบวนการนี้จะสามารถทำการผลิตในอัตราสูงมาก ชิ้นงานจะมีผิวเรียบสองด้าน ในการทำพลาสติกเสริมแรงนี้ สามารถทำได้ด้วยมือ โดยการทา หรือการใช้พ่นด้วยปืนทำละออง (Spray gun) ก็ได้แล้วแต่ความต้องการ

พลาสติกแบบแผ่นบางซ้อน (Laminated Plastics) ประกอบด้วยแผ่นวัสดุหลายแผ่นที่ทำขึ้นจากกระดาษเส้นใยแอสเบสทอส (Asbestos) ไม้หรือวัสดุในประเภทเดียวกัน ซึ่งชุบหรือเคลือบด้วยเรซิน แล้วผนึกให้เป็นเนื้อเดียวกันภายใต้ความร้อนและความดัน เพื่อให้มีคุณสมบัติแข็งแรงด้านทนต่อแรงกระแทกและไม่มีผลกระทบต่อความร้อนและผิวสัมผัส

วิธีการผลิตพลาสติกแบบแผ่นบางซ้อน (Laminate) ใช้วัสดุเรซินที่ถูกละลายในตัวทำละลายเพื่อเปลี่ยนให้เป็นวานิชเหลว (Liquid Vanish) แล้วนำไปเคลือบแผ่นกระดาษหรือเส้นใยสังทอ โดยการจุ่มหรือชุบ แผ่นลามิเนตที่ถูกเคลือบด้วยเรซินจะถูกตัดไปตามขนาดและอัดติดเข้าด้วยกันตามความหนาของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการ ผลิตภัณฑ์ประเภทนี้ ได้แก่ กระจกนิรภัย พลาสติกเคลือบผิว เอ็มดีเอฟ หรือ ไม้เรซิน ที่ใช้กันมากที่สุดมี 4 ชนิด คือ ฟีนอลิกส์ (Phenolics) ซิลิโคน (Silicones) อีพอกซี (Epoxies) และเมลามีน (Melamine)

การหล่อ (Casting) ใช้กับพลาสติกเทอร์โมเซตติงและเทอร์โมพลาสติก วัสดุเทอร์โมเซตติงที่ใช้ในการหล่อ ได้แก่ เรซินของฟีนอลิกส์ (Phenolics) โพลีเอสเตอร์ (Polyesters) อีพอกซี (Epoxies) และอัลลี (Ally) ซึ่งจะเป็นสารที่ให้ความใสเป็นพิเศษสามารถนำมาทำเลนส์สายตา (Optical lenses) ได้ ส่วนวัสดุเทอร์โมพลาสติกนิยมนำมาใช้ในการหล่อน้อยกว่า เนื่องจากการไหลเป็นไปได้น้อยกว่าวัสดุเทอร์โมเซตติงแต่ก็มีสารเทอร์โมพลาสติกที่ใช้ในการหล่อ ได้แก่ เอทิลเซลลูโลส (Ethyl cellulose) หรือเซลลูโลสอะซิเตตบิวทีเรต (Cellulose acetate bytyrate) จะได้ชิ้นงานที่แข็งแรงสามารถรับแรงกระแทกได้ดี แม่แบบสำหรับการหล่อเป็นแม่แบบที่ทำขึ้นจากวัสดุได้หลายชนิด เช่น ปูนปลาสเตอร์ แก้ว ไม้ โลหะ หรือยางสังเคราะห์ เป็นต้น

การแปรรูปพลาสติก

พลาสติกสามารถนำมาใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์ได้หลายรูปลักษณะ ซึ่งแบ่งเป็นลักษณะต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. โครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ ใช้ทำที่รองนั่งของเก้าอี้ หน้าโต๊ะ พลาสติกชนิดนี้ ได้แก่ โพลีโพรพิลีน (Polypropylene) โพลีเอสเตอร์เรซิน (Polyester resin) ฯลฯ
2. ชิ้นส่วนของเฟอร์นิเจอร์ เช่น มือจับ ปุ่มจับชนิดต่าง ๆ พลาสติกชนิดนี้ ได้แก่ ฟีนอลฟอร์มาลดีไฮด์ (Pheno-formaldehyde) อะครีโลนิไทรล์เบตาไดเอนิสไตร์ (Acrylonitrile betadaiene-styre) ซึ่งเป็นพลาสติกที่สามารถนำไปชุบเคลือบด้วยโลหะได้
3. วัสดุยึดเกาะ นำมาใช้ในรูปของกาวชนิดต่าง ๆ ซึ่งเป็นกาวสังเคราะห์ ได้แก่ โพลีไวนิลอะซิเตต (Polyvinyl acetate) อีพอกซี (Epoxy) เรคอร์ซินอล ฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (Recorcinol formaldehyd resin) ยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์เรซิน (Urea formaldehyd resin) เป็นต้น
4. วัสดุเคลือบผิว นำพลาสติกมาเคลือบผิวงานของเฟอร์นิเจอร์ เช่น เคลือบตะแกรงโลหะ ใสของ วัสดุเคลือบสี พลาสติกเหล่านี้ ได้แก่ โพลีเอทิลีน (Polyethylene) อีพอกซี (Epoxy) แล็กเกอร์ (Lacquer) ซินทีลิกเรซิน (Synthetic Resin) อะครีลิก (Acrylics) เป็นต้น
5. วัสดุแผ่นประสาน เป็นวัสดุที่นิยมนำมาใช้ในการปิดผิวหน้าเฟอร์นิเจอร์ เช่น หน้าโต๊ะ พลาสติกลามิเนต (Plastic laminate) ซึ่งเป็นพลาสติกพวกนี้ ได้แก่ บากะไลต์ (Bakelite) เมลามีน (Malamine) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) ไวนิล (Vinyl) ฯลฯ
6. วัสดุหุ้มเบาะ จะเป็นพวกฟองน้ำ โยสังเคราะห์ หนังเทียม พลาสติกพวกนี้ ได้แก่ โพลียูรีเทน (Polyurethane) โพลีไมด์ (Polymides) ไวนิล (Vinyl) พีวีซี (PVC) โพลีเอสเตอร์ (Polyester) โพลีสไตรีน (Polystyrene) ฯลฯ

ตารางที่ 2.10 กรรมวิธีการผลิตพลาสติกเพื่อนำมาใช้งาน มีหลายวิธีซึ่งเหมาะกับพลาสติกแต่ละชนิด

พลาสติกชนิดผง, เม็ด	พลาสติกเหลว	พลาสติกชนิดแผ่น
Foaming - แบบหล่อพลาสติกเม็ด (Molding expandable polystyrene)	Foaming - แบบหล่อพลาสติกเหลว (Casting rigid & Flexible polyurethane foam)	
	พลาสติกเหลวกับวัสดุเสริมกำลัง - แบบใช้มือทา (Hand-lay-up) - แบบใช้เครื่องพ่น (Spray up) - แบบใช้แม่แบบอัด (Matched molding) - แบบอัดเหลว (Premix molding) - แบบถุงอัดอากาศ (Pressure-bag molding) - แบบถุงสุญญากาศ (Vacuum-bag molding)	
Molding - แบบอัด (Compression molding) - แบบอัดส่ง (Transfer molding) - แบบอัดแผ่น (Laminating)	Casting - แบบหล่อเย็น (Simple casting) - แบบหล่อร้อน (Plastisol casting) - แบ่งเป็น 1. แบบจุ่ม (Plastisol dip casting) 2. แบบเท (Plastisol slush casting) 3. แบบเหวี่ยง (Plastisol rotation casting)	Thermoforming - แบบอัดด้วยแม่แบบ (Mechanical thermoforming) - แบบสุญญากาศ (Vacuum thermoforming) - แบบอัดลม (Blow thermoforming)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ศึกษากรรมวิธีการผลิตชิ้นงานพลาสติกการขึ้นรูปรีดฟิล์มและแผ่นพลาสติก

(Thermoforming of Films and Sheets)

2.2.2.1 หลักการขึ้นรูปรีด

การขึ้นรูปรีดฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกกระทำโดยการให้ความร้อนกับฟิล์มหรือแผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัว แล้วใช้แรงบังคับให้แนบกับหลุมแบบ (Cavity) ของแม่พิมพ์ ซึ่งจะได้อุปทรงของชิ้นงานตามหลุมแบบที่ต้องการ แรงบังคับอาจเป็นแรงเชิงกล เช่น ให้แท่งกดหรือแม่พิมพ์กดขึ้นรูปหรือโดยใช้กำลังส่ง ซึ่งอาจเป็นการดูดสุญญากาศหรือใช้ลมอัด หลังจากนั้นจะต้องรีบทำให้เย็นตัว เพื่อให้สามารถผลิตชิ้นงานได้อย่างรวดเร็ว

2.2.2.2 วัสดุที่ใช้ในงานขึ้นรูป

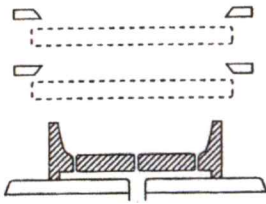
โดยหลักการแล้วแผ่นเทอร์โมพลาสติกทุกชนิดสามารถนำมาขึ้นรูปรีดได้ทั้งหมด ชิ้นงานที่ผลิตด้วยกรรมวิธีนี้มีทั้งชิ้นงานขนาดเล็ก เช่น ถ้วยและภาชนะใส่อาหาร และชิ้นงานขนาดใหญ่ เช่น เรือใบเล็ก พนักบ้าน พนักรถเข็น อ่างอาบน้ำ เป็นต้น ข้อสำคัญสำหรับชิ้นงานขนาดใหญ่ก็จะต้องมีฟิล์ม หรือแผ่นพลาสติกขนาดใหญ่ ซึ่งสามารถผลิตได้โดยวิธีอัดรีด (Extrusion) และวิธีใช้ลูกรีด (Calendering)

2.2.2.3 กรรมวิธีขึ้นรูปรีด

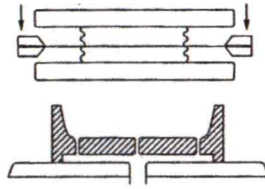
เทคนิคการขึ้นรูปรีดเทอร์โมพลาสติกแผ่นมีหลายกรรมวิธี กรรมวิธีหลัก ๆ ประกอบด้วย การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming) การขึ้นรูปโดยใช้ความดัน (Pressure forming) และการขึ้นรูปโดยแบบประกบ (Matched mold forming) จากกรรมวิธีหลัก ๆ เหล่านี้ได้มีการดัดแปลงเทคนิคการทำงานให้เหมาะสมออกไปอีกหลายวิธี

การขึ้นรูปโดยสุญญากาศ (Vacuum forming)

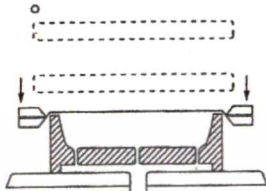
เป็นการขึ้นรูปแผ่นเทอร์โมพลาสติกโดยใช้สุญญากาศดูดแผ่นพลาสติกที่ถูกทำให้ร้อนจนถึงจุดอ่อน ตัวแนบกับแม่พิมพ์ ใช้สำหรับชิ้นงานก้นตื้นขนาดอัตราส่วนความลึกต่อขนาดเล็กสุดของหน้าตัดที่กำหนดไม่เกิน 1 : 1 และไม่มีขอบหรือมุมคม ในขั้นแรกแผ่นพลาสติกจะถูกยึดไว้ด้วยกรอบโดยรอบ และใช้ฮีตเตอร์ให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิทำงาน ต่อไปจะนำแผ่นพลาสติกไปวางทับกับขอบของแม่พิมพ์ ในการวางทับจะต้องให้แนบสนิท ไม่มีการรั่วของอากาศระหว่างแผ่นพลาสติกกับแม่พิมพ์ หลังจากนั้นจะทำการดูดสุญญากาศในแม่พิมพ์ให้ความดันบรรยากาศภายนอก (1 bar) กดแผ่นพลาสติกให้แนบกับแม่พิมพ์ เมื่อชิ้นงานเย็นตัวคงรูปแล้วจึงนำออกจากแม่พิมพ์ไปตัดขอบเป็นชิ้นงานสำเร็จต่อไป



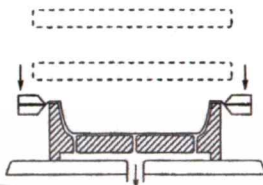
1. นำแม่พิมพ์ตัวเมียวางบนแท่น-
กรอบยึดแผ่นพลาสติกเปิด - heater ยังกว้าง



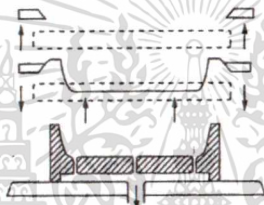
2. ยึดแผ่นพลาสติกด้วยกรอบ - heater ให้ความร้อน



3. เบี่ยง heater ออก - เลื่อนกรอบยึดแผ่นพลาสติก
ลงให้แนบสนิทกับแม่พิมพ์



4. ดูดสุญญากาศให้แนบกับแม่พิมพ์ - ทำความเย็นชิ้นงาน

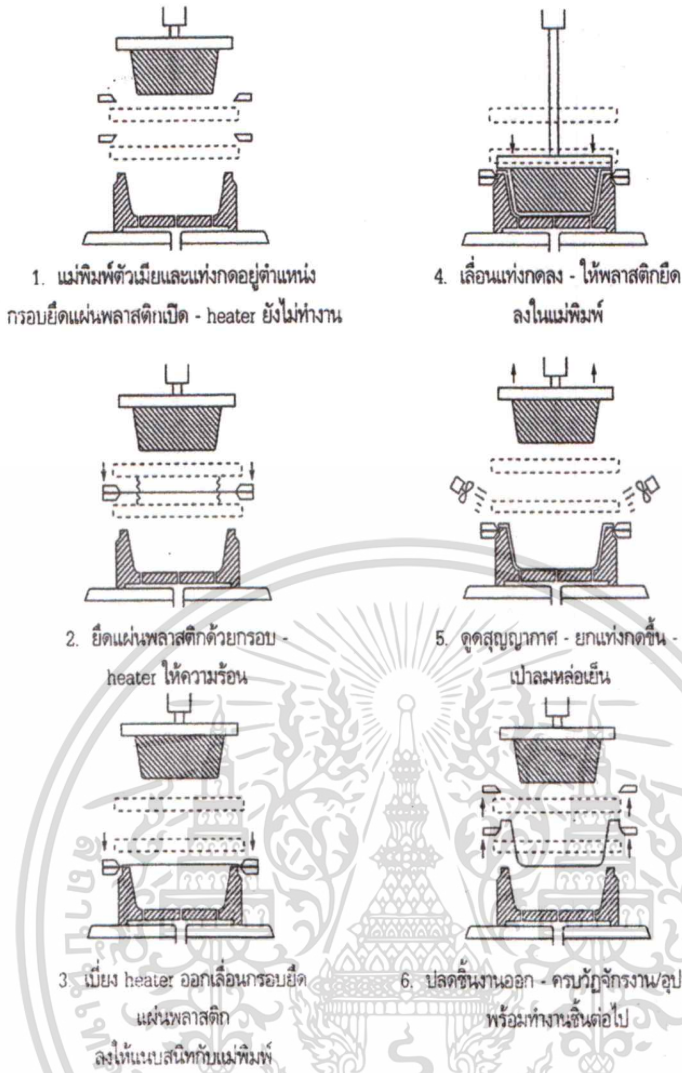


5. นำชิ้นงานออก - ครบวงจรงาน/อุปกรณ์พร้อมทำงานชิ้นต่อไป

ภาพที่ 2.18 การขึ้นรูปร้อนด้วยสุญญากาศ (Vacuum forming)

การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศโดยแท่งกดช่วย (Plug-assisted Vacuum Forming)

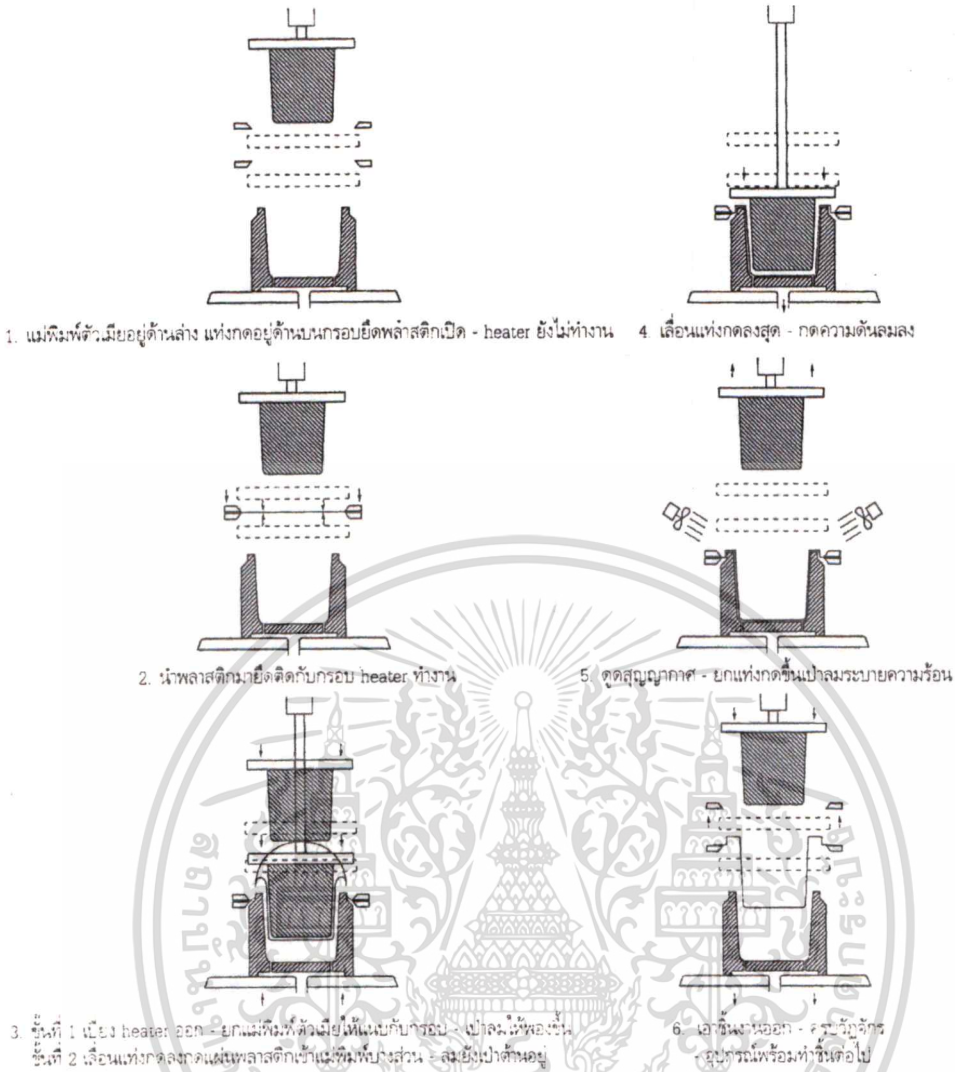
สำหรับชิ้นงานก้นลึกที่มีรูปทรงคล้ายแก้วหรือกล่อง ชิ้นงานจะต้องยึดลงแนบกับแม่พิมพ์ เป็นระยะ ไกลก่อนที่แผ่นพลาสติกจะแนบแม่พิมพ์ทั่วถึง การแข็งตัวของขอบพลาสติกก็จะเริ่มขึ้น ก่อนที่จะยึดถึงขอบด้านล่างทำให้ได้ชิ้นงาน ไม่สมบูรณ์ เพื่อช่วยให้การยึดตัวเร็วขึ้นก่อนที่พลาสติก จะแข็งตัว จะใช้แท่งกด (Plug) ช่วยกดยึดลงจนเกือบแนบกับก้นของแม่พิมพ์ แล้วทำการดูด สุญญากาศให้ชิ้นงานแนบกับแม่พิมพ์โดยเร็ว หลังจากนั้นจะทำการยกแท่งกดขึ้น และทำการหล่อ เย็น เมื่อชิ้นงานเย็นคงรูปแล้วจึงนำออกจากแม่พิมพ์ไปตัดขอบตกแต่งเป็นชิ้นงานสำเร็จต่อไป



ภาพที่ 2.19 การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศโดยใช้แท่งกดช่วย (Plug-assisted Vacuum Forming)

การขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศโดยการเป่าย้อนและใช้แท่งกดช่วย (Reverse Draw with Plug Assist Vacuum Forming)

การขึ้นรูปรี้อนด้วยสุญญากาศโดยใช้แท่งกดช่วย ปลักจะยึดแผ่นพลาสติกลงในแม่พิมพ์ เป็นระยะ ไกลตามความลึกของชิ้นงาน ส่วนที่ติดกับแท่งกดซึ่งเป็นส่วนกันของชิ้นงานจะยึดตัวน้อย ทำให้ความหนาที่ก้นมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งชิ้นงานก้นลึกมาก ๆ ความหนาจะแตกต่างกันมาก เพื่อเป็นการแก้ไขปัญหาดังกล่าว จะใช้วิธีเป่าแผ่นพลาสติกร้อนให้เป็นลูกโป่งย้อนขึ้นด้านบน ซึ่งจะทำให้ส่วนกันของชิ้นงานยึดออก แล้วจึงให้แท่งกดช่วยกดลงมา



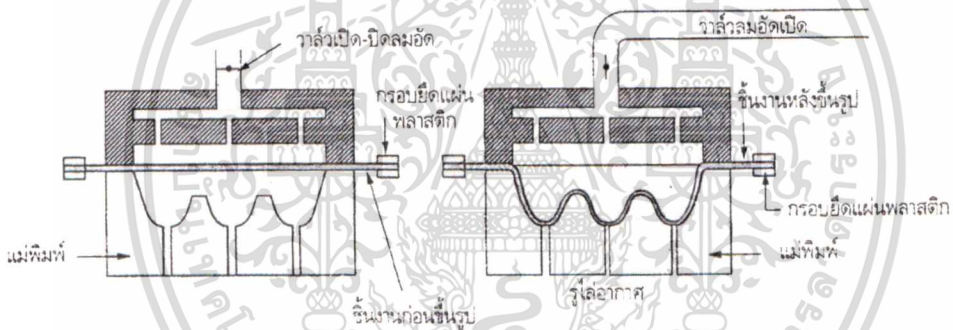
ภาพที่ 2.20 การขึ้นรูปด้วยสุญญากาศโดยการเป่าร้อนและใช้แท่งกดช่วย
(Reverse Draw with Plug Assist Vacuum Forming)

ขั้นตอนการทำงานขึ้นรูปร้อนโดยวิธีนี้คือ นำเอาแผ่นพลาสติกเข้ามายึดติดกับกรอบแล้วให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิขึ้นรูป จากนั้นจะยกแม่พิมพ์ตัวเมียขึ้นไปหาแผ่นพลาสติกร้อนจนแนบสนิทกับกรอบเพื่อป้องกันอากาศรั่ว ต่อไปเป่าลมจากด้านล่างให้แผ่นพลาสติกพองออกเป็นลูกโป่งขึ้นทางด้านบนด้วยความดัน 0.07 – 0.2 bar หรือมากกว่านั้น ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและความหนาของแผ่นพลาสติกด้วย จากนั้นจะทำการกดแท่งกดซึ่งถูกอุ่นให้ร้อนที่อุณหภูมิใกล้ ๆ กับอุณหภูมิขึ้นรูปของพลาสติกลง เพื่อบังคับให้แผ่นพลาสติกเข้าไปในแม่พิมพ์ตัวเมีย จนใกล้กับความลึกสุดของชิ้นงาน หลังจากนั้นทำการดูดสุญญากาศเพื่อให้แนบสนิทกับแม่พิมพ์ในขั้นสุดท้ายเสร็จแล้วยกแท่งกดขึ้น พร้อมทั้งเป่าลมทำความสะอาดชิ้นที่

ด้วยการปรับอุณหภูมิของแผ่นพลาสติก ความสูงของลูกโป่ง อุณหภูมิ และความเร็วของแท่งกรรมทั้งการปรับความดันอากาศและการดูดสุญญากาศให้พอดี จะทำให้สามารถควบคุมความหนาของชิ้นงานทุกส่วนได้ตามความต้องการ กรรมวิธีจะทำให้ได้ความหนาสม่ำเสมอตลอดทั้งชิ้นงาน

2.2.2.4 การขึ้นรูปรีดด้วยแรงดัน (Pressure Forming)

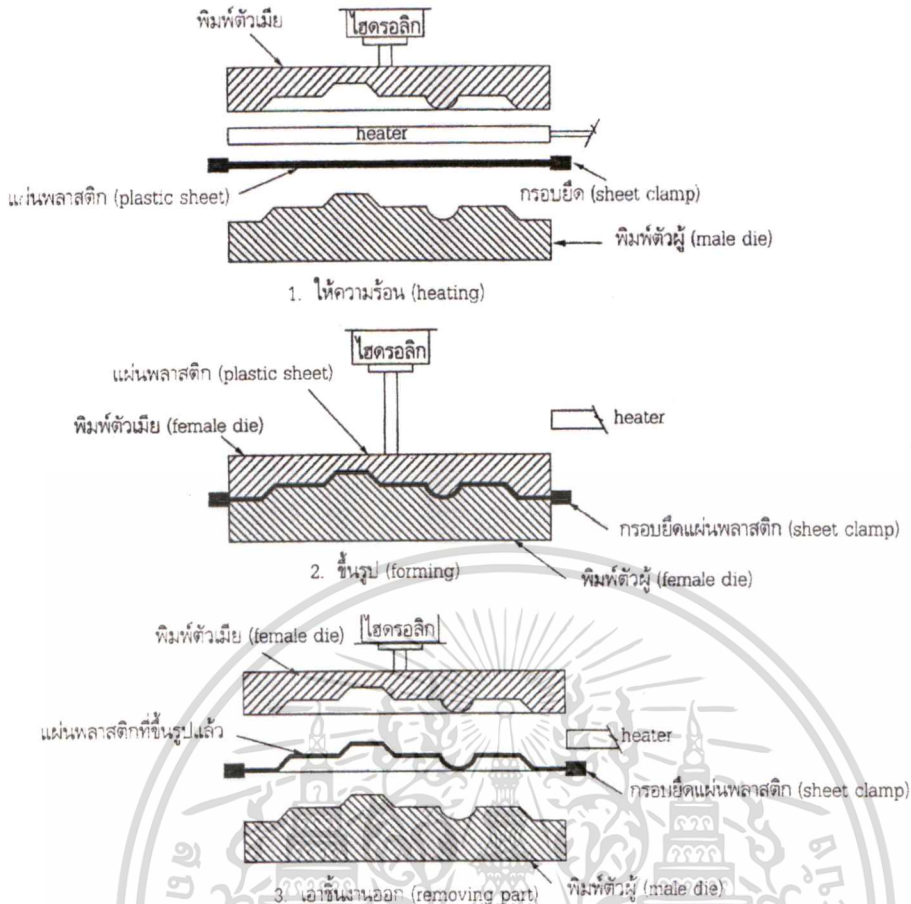
แทนที่จะใช้ความดันของบรรยากาศคให้แผ่นพลาสติกร้อนให้แนบกับแม่พิมพ์ ตามหลักการของการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ จะมีการใช้ความดันของอากาศประมาณ 35 บรรยากาศอัดให้แผ่นพลาสติกร้อนแนบกับแม่พิมพ์ เริ่มต้นจากการนำแผ่นพลาสติกยึดติดกับกรอบยึด และให้ความร้อนกับแผ่นพลาสติกจนถึงอุณหภูมิอ่อนตัว (อุณหภูมิขึ้นรูป) แล้วนำไปวางลงบนแม่พิมพ์ ทำการปิดฝาครอบซึ่งเป็นช่องส่งลมอัด แล้วปิดวาล์วลมอัดให้แผ่นพลาสติกแนบกับแม่พิมพ์ ตอนล่างของแม่พิมพ์จะมีรูเจาะไว้เพื่อไล่อากาศขณะที่พลาสติกถูกอัดเข้าหลุมแบบ เมื่อเทียบกับการขึ้นรูปรีดด้วยสุญญากาศ วิธีการนี้ทำงานได้เร็วกว่า และสามารถขึ้นรูปแผ่นพลาสติกที่อุณหภูมิต่ำกว่าสามารถทำชิ้นงานได้หนากว่า โทกว่า และควบคุมขนาดได้ดีกว่า



ภาพที่ 2.21 การขึ้นรูปรีดด้วยแรงดัน

2.2.2.5 การขึ้นรูปรีดโดยวิธีประกบแบบ (Match Mold Forming)

หลักการขึ้นรูปรีดวิธีนี้ก็คือ การนำเอาแผ่นพลาสติกมายึดติดกับกรอบ (Frame) ซึ่งอยู่ระหว่างแม่พิมพ์ตัวผู้กับตัวเมียและให้ความร้อนจนถึงอุณหภูมิขึ้นรูป แม่พิมพ์ตัวผู้อาจจะอยู่ด้านบนหรือด้านล่างก็ได้



ภาพที่ 2.22 การขึ้นรูปรีดร้อนโดยวิธีประกบแบบ

เมื่อทำการประกบแม่พิมพ์เข้าหากัน แผ่นพลาสติกที่ร้อนจะถูกบังคับให้ได้รูปทรงของชิ้นงานซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างแม่พิมพ์ตัวผู้และตัวเมียก็คือ ความหนาของชิ้นงาน อากาศที่อยู่ระหว่างชิ้นงานกับแม่พิมพ์จะหนีออกตามแนวประกบของแม่พิมพ์ ปิดแม่พิมพ์ไว้จนกว่าชิ้นงานจะเย็นและแข็งตัวก่อนทำการเปิดแม่พิมพ์ นำชิ้นงานไปตกแต่งขั้นสุดท้าย

การขึ้นรูปโดยวิธีนี้จะทำให้รายละเอียดและความแม่นยำของขนาดได้อย่างดีมาก การหล่อเย็นภายในของแม่พิมพ์ (Internal cooling) ก็สามารทำได้เป็นอย่างดี

2.2.2.6 เครื่องขึ้นรูปรีดร้อน (Thermofforming Machine)

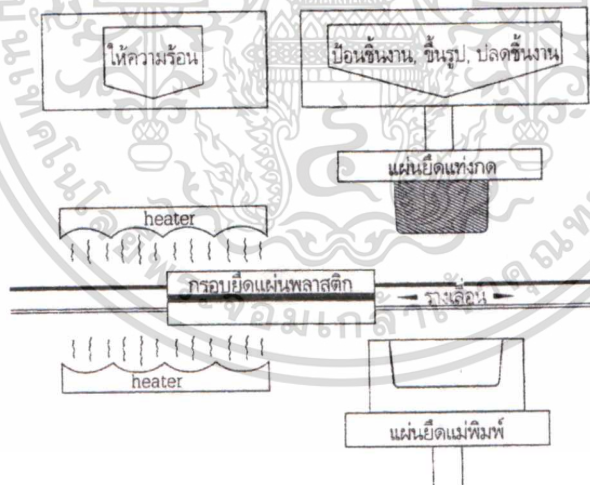
เครื่องขึ้นรูปรีดร้อนฟิล์มและแผ่นพลาสติกในอุตสาหกรรมมีหลายรูปแบบตั้งแต่แบบง่าย ๆ ควบคุมการทำงานด้วยมือ ด้วยเครื่องจักรทันสมัยที่มีระบบควบคุมซับซ้อนไปจนถึงใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมการทำงานแบบต่อเนื่องทั้งแบบเป็นแถวและแบบหมุนเวียน

เครื่องขึ้นรูปรีดร้อนทุกชนิดจะต้องมีส่วนประกอบหลักดังนี้คือ

- (1) กรรมวิธีให้ความร้อนที่จะทำให้แผ่นพลาสติกมีอุณหภูมิสูงจนถึงอุณหภูมิขึ้นรูปอย่างสม่ำเสมอ
- (2) ระบบจับยึดแผ่นพลาสติกสำหรับการให้ความร้อนและนำเข้าสู่ตำแหน่งในการขึ้นรูป
- (3) อุปกรณ์ที่จะทำให้แม่พิมพ์เคลื่อนที่ขึ้นหรือลงไปหาแผ่นพลาสติก หรือทำให้กรอบยึดแผ่นพลาสติกขึ้นหรือลงไปหาแม่พิมพ์
- (4) ระบบดูดสูญญากาศ
- (5) ระบบอัดลม
- (6) ระบบควบคุมจังหวะงานต่าง ๆ และ
- (7) อุปกรณ์ป้องกันอุบัติเหตุ (Safe devices)

เครื่องขึ้นรูปร้อนขั้นตอนเดียว (Single-stage)

เครื่องขึ้นรูปร้อนขั้นตอนเดียวเป็นเครื่องที่ทำงานอย่างเดียวกันในแต่ละครั้ง วัฏจักรหนึ่งจะประกอบด้วยเวลารวมของการป้อนแผ่นฟิล์ม ให้ความร้อน ขึ้นรูป หล่อเย็น และการปลดชิ้นงานออก ลักษณะการทำงานก็คือ นำเอาแผ่นพลาสติกมายึดติดกับกรอบ เลื่อนกรอบเข้าไปอยู่ระหว่าง heater บน-ล่าง (หรือ heater เดี่ยว) แล้วเลื่อนกลับไปยังสถานีขึ้นรูป



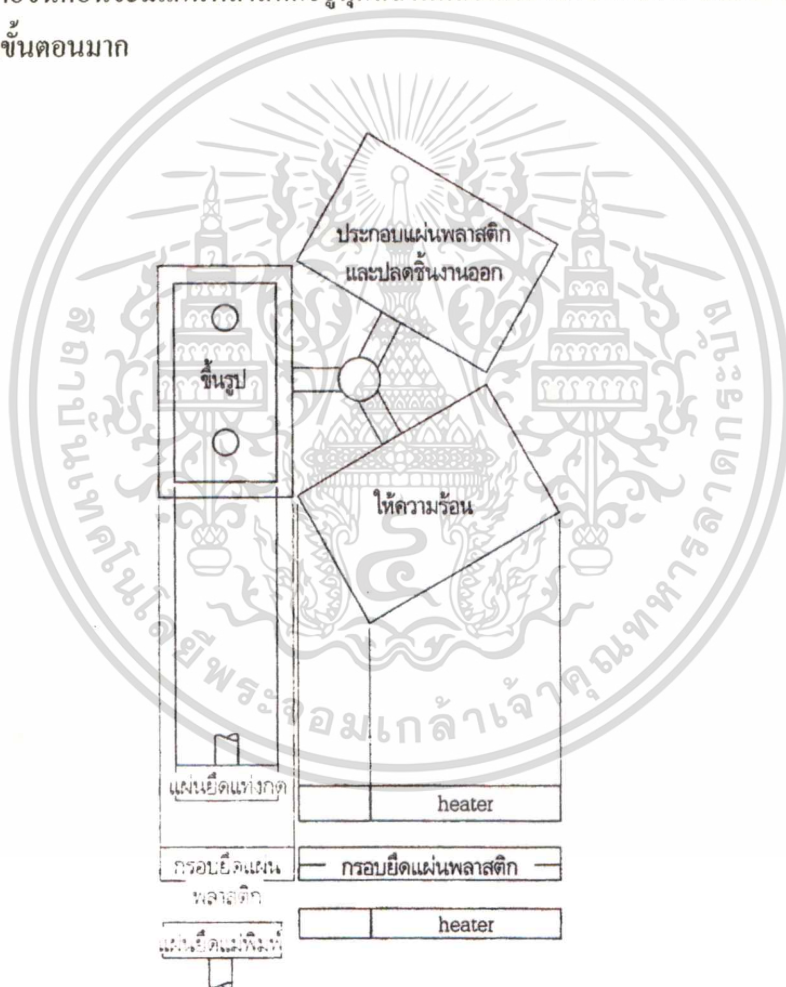
ภาพที่ 2.23 เครื่องขึ้นรูปขั้นตอนเดียว (Single-stage thermoforming machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องขึ้นรูปร้อนหลายขั้นตอน (Multiple-stage)

เครื่องขึ้นรูปร้อน 2 ขั้นตอน สามารถทำงานได้สองงานในเวลาเดียวกันอย่างต่อเนื่อง โดยปกติจะมีสถานีขึ้นรูปอยู่ 2 สถานี และมีที่เก็บ heater หลายชุดที่สามารถจะเคลื่อนที่ไปให้ความร้อนกับแผ่นพลาสติกได้ตามตำแหน่ง

ถ้าเป็นเครื่อง 3 ขั้นตอนหรือมากกว่านั้น ปกติจะสร้างให้เครื่องอยู่บนฐานที่หมุนรอบตัวในแนวอนซึ่งเรียกว่า เครื่องขึ้นรูปร้อนแบบหมุน ดังภาพที่ 9 โดยการหมุนจะควบคุมให้หยุดตามจังหวะที่สถานีต่าง ๆ ถ้าเป็นเครื่องแบบ 3 ขั้นตอน จะจัดให้สถานีประกอบแผ่นพลาสติกและปลดชิ้นงานออก สถานีให้ความร้อน และสถานีขึ้นรูปและหล่อเย็น ทำมุมกัน 120 องศา ถ้าเป็นแบบ 4 ขั้นตอน ซึ่งมีขั้นตอนอุ่นแผ่นพลาสติกเพิ่มขึ้นอีก 1 สถานี ซึ่งทั้ง 4 สถานีจะทำมุมกัน 90 องศา เครื่องขึ้นรูปหลายขั้นตอนจะมีแผ่นพลาสติกอยู่ทุกสถานีตลอดเวลาทำงาน ทำให้ได้กำลังการผลิตสูงกว่าแบบหนึ่งขั้นตอนมาก



ภาพที่ 2.24 เครื่องขึ้นรูปร้อนแบบหมุน 3 ขั้นตอน (Three-stage thermoforming machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจ

2.3.1 ศึกษาพฤติกรรมความพึงพอใจและความต้องการของผู้บริโภค

ผู้วิจัยได้ค้นคว้าศึกษาพฤติกรรมการซื้อผลิตภัณฑ์ของผู้บริโภค อันสาเหตุความที่มาจากความพึงพอใจ (Cooper-Heewitt . 1990. Design for Daily Life, พิไลวรรณ ประกอบผล.2540. พฤติกรรมผู้บริโภค) ซึ่งในปัจจุบันสังคมไทยก้าวสู่ยุควัตถุนิยมการแข่งขันทางการตลาดและผลิตภัณฑ์ก็เช่นกันใช้หลักเกณฑ์จากความต้องการของผู้บริโภคเป็นหลัก จึงจะเกิดการซื้อขายนั่นหมายความว่า ผู้ผลิต, ผู้สร้าง และนักออกแบบต้องทราบว่า พฤติกรรมซื้อของกลุ่มเป้าหมายนั้นมีหลักเกณฑ์ที่สามารถนำมาพิจารณาที่ผู้ศึกษานามาพิจารณาดังนี้

2.3.1.1 ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน

การกระทำใด ๆ ของคนเราย่อมต้องมีเหตุที่มาเสมอ บางครั้งเรารู้ตัวดีว่าทำไมจึงกระทำเช่นนั้น แต่บางครั้งเราไม่รู้ตัวและบอกไม่ได้ว่าทำไมจึงกระทำ จากการศึกษาด้านประโยชน์ใช้สอยพบว่าคนเราทุกคนมีความต้องการ (Need) และความอยากได้ (Want) ในสิ่งต่าง ๆ อยู่โดยธรรมชาติและการถูกสิ่งเร้ากระตุ้น เช่น ต้องการอาหารมาบำบัดความหิว ต้องการเครื่องนุ่งห่มมาปกปิดร่างกายห่อหุ้มให้อบอุ่น ให้สวยงาม ต้องการที่อยู่อาศัยให้ปลอดภัยสะดวกสบาย ต้องการให้ผู้อื่นยอมรับความสามารถ ความเด่นของตนเอง ต้องการให้สังคมยอมรับ ยกย่องนับถือ เป็นเช่นนี้อยู่ตลอดเวลา หากแต่เมื่อมีความต้องการไม่มาก จะไม่แสดงออกหรือมีพฤติกรรมแสวงหาสิ่งบำบัดความต้องการนั้น ๆ โดยธรรมชาติ จะเกิดพลังผลักดัน (Drive) ที่เกิดจากการสะสมเพิ่มขึ้นของความต้องการนั้น ๆ จนกระตุ้นให้บุคคลนั้นต้องแสวงหาสิ่งที่จะบำบัดความต้องการ ทำให้ตนเองเกิดความพอใจให้ได้ เหตุที่มาของการกระทำเรียกว่า แรงจูงใจ (Motive)

2.3.1.2 ด้านความงามของรูปทรง

ก. รูปแบบพื้นฐาน (Primary Motives) เป็นรูปแบบที่เกิดขึ้นจากความต้องการในสินค้าและบริการนั้นโดยตรง และเป็นรูปแบบที่จะนำไปสู่การซื้อ รูปแบบนี้เป็นแรงจูงใจที่เกิดขึ้น โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยตัวกระตุ้นจากภายนอกกระตุ้น ตัวอย่างเช่น เมื่อเวลาหิวก็มีความต้องการอาหารหรือกระหายน้ำ มีความต้องการน้ำดื่ม เมื่อเกิดอุบัติเหตุมีบาดแผล มีความต้องการหาสิ่งบำบัดห้ามเลือดและยารักษาแผล เมื่อเวลาฝนตกหลังคารั่วก็เกิดความต้องการที่จะหาอุปกรณ์บางอย่างเพื่อมาใช้สำหรับกันหลังคารั่ววันนั้น สิ่งเหล่านี้เป็นความต้องการที่เกิดขึ้นเองโดยตรง ถือได้ว่าเป็นรูปแบบขั้นพื้นฐาน

ข. รูปแบบขั้นเลือกเฟ้น (Selective Motives) เป็นรูปแบบขั้นต่อเนื่องจากรูปแบบขั้นพื้นฐาน เมื่อผู้บริโภคเกิดความคิดในรูปแบบขั้นพื้นฐานแล้วความต้องการของผู้บริโภคจะเข้าสู่รูปแบบขั้นเลือกเฟ้น คือ พยายามจะเลือกสินค้าที่คิดว่าดีที่สุดสำหรับตน ในช่วงนี้การตลาดจะต้องพยายามศึกษาความต้องการและพยายามทำให้ผู้บริโภคมีความเข้าใจว่าสินค้าที่ผลิตขึ้นมาเป็นสินค้าที่มีความเหมาะสมกับผู้บริโภคมากที่สุด

2.4 ความแข็งแรง

2.4.1 ศึกษาเรื่องความมั่นคงและแข็งแรงของชั้นวางหนังสือ

เทคโนโลยีทางด้านเฟอร์นิเจอร์มีส่วนสำคัญยิ่งในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ จากการศึกษาของนักออกแบบได้ทำการวิจัยเฟอร์นิเจอร์สมัยโบราณพบว่า นักออกแบบและผู้สร้างสรรค์งานเฟอร์นิเจอร์ในยุคประวัติศาสตร์ มีกระบวนการออกแบบและการสร้างเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุที่คุ้นเคยตามสามัญสำนึกที่มีอยู่ภายใต้ความคิด โดยอาศัยสัญชาตญาณในการแก้ไขปรับปรุงงานออกแบบจากการใช้งานจริง ดังนั้นเฟอร์นิเจอร์ในยุคก่อนจะพบว่า “ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี” (Well engineered) มีความแข็งแรง ทนทาน หากมีการใช้งานอย่างปกติธรรมดาและไม่นำไปใช้ผิดลักษณะจะไม่เกิดการล้มคว่ำ หลุดออกเป็นชิ้น ๆ หรือแตกหักได้ง่าย จากคำบอกเล่าเดิม ๆ ที่ว่า วัสดุและเฟอร์นิเจอร์โบราณที่งามวิจิตรนั้นมีความละเอียดอ่อนและเปราะบางมากนั้น เป็นคำกล่าวที่ผิด เนื่องจากมีการค้นพบว่าชาวอเมริกันและยุโรปสมัยใหม่มักจะเปิดเครื่องทำความร้อนภายในบ้านมากเกินไปในระหว่างฤดูหนาว อันเป็นสาเหตุให้ไม้หดตัวและเกิดการโก่งงอ กาวที่ประกอบอยู่ก็แห้งไป ถ้าหากมีการดูแลรักษาเฟอร์นิเจอร์ให้อยู่ในสภาพแวดล้อมที่ดีแล้ว จะเห็นว่าเฟอร์นิเจอร์ประวัติศาสตร์รุ่นเก่าส่วนใหญ่ที่ดูเปราะบางนั้นมีโครงสร้างที่คิดขึ้นมาอย่างดี แม้ว่าเฟอร์นิเจอร์รุ่นเก่าบางชิ้นจะมีการประกอบโครงสร้างมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น แต่ก็เป็นการเสริมความแข็งแรงที่จะช่วยลดความคลาดเคลื่อนในงานเฟอร์นิเจอร์นั้น ๆ

นักออกแบบในปัจจุบันมักจะออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยไม่ได้คำนึงถึงสามัญสำนึกสัญชาตญาณ หรือการใช้งานใด ๆ จึงทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นขาดคุณภาพที่ดี จากการตรวจสอบขณะที่เกิดจากชุมชนสมัยใหม่ จะเห็นว่าเฟอร์นิเจอร์ที่ยังคงใช้การได้และใหม่จำนวนมากมาถูกทิ้งหรือแตกหักจนไม่สามารถซ่อมแซมได้ ส่วนใหญ่เฟอร์นิเจอร์เหล่านั้นเป็นผลมาจากการออกแบบที่ผิดพลาดด้านวิศวกรรมโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ นักออกแบบสมัยใหม่มักจะใช้วัสดุที่ไม่คุ้นเคยหรือวัสดุที่เพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมา และบ่อยครั้งที่เทคนิคในการสร้างเฟอร์นิเจอร์รูปแบบใหม่ ๆ ที่นำมาทดลองใช้ แต่ยังไม่ผ่านการทดสอบการใช้งานในระยะยาว มักคำนึงถึงแต่รูปทรงแปลกใหม่เท่านั้น การออกแบบก็จะมีพัฒนาแบบขึ้นเฉพาะบนกระดาษเท่านั้น โดยปราศจากการอ้างอิงถึงการปฏิบัติในโรงงานกับวัสดุและเทคนิคจริงที่ใช้ในการผลิต จึงทำให้เฟอร์นิเจอร์ขาดคุณสมบัติที่ดี

วิธีการดำรงชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน ผู้บริโภคมักจะไม่ได้เอาใจใส่ดูแลรักษาเฟอร์นิเจอร์เท่าที่ควร นับตั้งแต่การขนส่งเฟอร์นิเจอร์โดยรถบรรทุก ซึ่งทำให้เฟอร์นิเจอร์เกิดการกระทบกระเทือน การใช้งานที่ผิดลักษณะทั่ว ๆ ไป เช่น การนอนแผ่ หรือปีนป่ายบนเฟอร์นิเจอร์ กระโดดบนเฟอร์นิเจอร์ ชนกระแทก หรือแม้กระทั่งการทำความสะอาด ขัดด้วยแว็กซ์ (Wax) โดยใช้เครื่องจักร ซึ่งเป็นการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่แตกต่างจากอดีตโดยสิ้นเชิง

ดังนั้นในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบัน จึงต้องมีการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในเรื่องปัญหาทางเทคนิค การใช้คำว่า “วิศวกรรม” (Engineering) โดยปกติจะใช้กับสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ แต่ก็คู่จะมีความหมายสำคัญหรือยิ่งใหญ่เกินไปที่จะใช้กับเฟอร์นิเจอร์ หากมีการพิจารณาในหลาย ๆ ประการนั้นจะเห็นว่า งานด้านวิศวกรรมของสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่มีความง่ายกว่าเพราะโดยปกติอาคารหรือถนนหนทางต่าง ๆ ไม่ต้องเคลื่อนย้ายไปมาและจะถูกใช้งานอย่างถูกต้องตามความต้องการมากกว่าเฟอร์นิเจอร์ งานบางอย่างที่ยากหรือซับซ้อนมาก ๆ เช่น เรือ หรืออากาศยานต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบให้เคลื่อนไหวได้นั้น ก็จะมีนักวิชาการที่มีความชำนาญเฉพาะทางดูแลด้านวิศวกรรมโดยตรงและมีทีมงานที่มักจะทำงานนั้นหรือ โครงการเดี่ยว ๆ เป็นระยะเวลานาน การทดสอบหรือการทดลองใช้ก็จะทำบ่อยครั้ง โดยใช้ระยะเวลานาน ๆ ส่วนงานเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่เป็นผลงานของบุคคลเพียงคนเดียวหรืออย่างมากก็สองหรือสามคน ซึ่งจะต้องเป็นผู้ออกแบบในเรื่องของรูปแบบและด้าน โครงสร้างทางวิศวกรรมด้วย

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบัน บ่อยครั้งที่มีการทดสอบตรวจสอบความสมบูรณ์ของการออกแบบและมักจะคาดหมายว่า ถ้าผู้ออกแบบทำการออกแบบได้ดี ผลการทดสอบนั้นก็จะเป็นการยืนยันว่าสิ่งอื่น ๆ ทั้งหมดมักจะติดตามไปด้วย แต่ในการคาดหวังว่างานออกแบบที่ดีจะประสบผลสำเร็จในแง่วิศวกรรม (โครงสร้าง) นั้น นักออกแบบจำเป็นต้องคิดถึงลักษณะโดยธรรมชาติของปัญหาที่เกี่ยวข้องกับเฟอร์นิเจอร์แต่ละชิ้นให้ละเอียดถี่ถ้วนมากขึ้น และให้เป็นระบบมากขึ้นกว่าที่เห็นหรือคิดว่าจะต้องทำตามความจำเป็นเท่านั้น เป็นการง่ายมากที่จะออกแบบจินตนาการ กำหนดแนวคิด การวาดภาพ การกำหนดรูปแบบ การทำหุ่นจำลอง (Model) ที่น่าดูน่าชมมีเหตุผลและมีความสวยงาม แต่ในขั้นตอนการผลิตหรือในขั้นตอนการทำต้นแบบ(Prototype) นั้นมักมีปัญหาที่ทำให้ผลงานการออกแบบนั้นไม่สัมฤทธิ์ผลในขั้นปฏิบัติ ความผิดพลาดดังกล่าวนับเป็นความผิดพลาดที่มีราคาแพง น่าอายและเต็มไปด้วยความสงสัยไม่แน่ใจซึ่งอยู่ในใจของลูกค้าเพิ่มเติมลงไปอีก

งานเฟอร์นิเจอร์นั้นมักใช้วัสดุที่หลากหลายจนเป็นการยากที่จะกำหนดลักษณะทั่วไปทางด้านโครงสร้างในเชิงวิศวกรรมของเฟอร์นิเจอร์ได้ โดยข้อเท็จจริงแล้วงานวิศวกรรมที่เราทราบกันอยู่โดยทั่วไป คือ งานด้านวิศวกรรมเชิงก่อสร้าง สถาปัตยกรรมต่าง ๆ แต่งานด้านเฟอร์นิเจอร์นั้นย่อมจะต้องมีโครงสร้างวิศวกรรมอย่างดีด้วยเช่นกัน ซึ่งจะต้องใช้นักออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ดีมีคุณภาพ ในบางครั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจุดเน้นบางประการอันเกิดจากปัญหาพิเศษของเฟอร์นิเจอร์ อาจทำให้โครงสร้างหลักเสียความแข็งแรงไปได้ ดังนั้นงานเฟอร์นิเจอร์โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบกับปัญหาใหญ่ 2 ข้อ ในแง่ของโครงสร้างก็คือ ความมั่นคง (Stability) และความแข็งแรง (Strength) ของเฟอร์นิเจอร์

2.4.1.1 ความมั่นคงและความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์

ความเสถียรหรือความมั่นคง (Stability) หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุในการที่จะยังคงอยู่ในตำแหน่งที่วางไว้ โดยปกติในกรณีของเฟอร์นิเจอร์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับพื้น

ความแข็งแรง (Strength) หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุที่ต่อต้านแรงใด ๆ ก็ตามที่จะไม่ทำให้วัตถุนั้นเกิดการแตกหัก หลุดออกจากกัน หรือทำให้โค้ง งอ หรือสั่นคลอนอย่างมาก

ก. ความเสถียรหรือมั่นคง

ความเสถียรหรือมั่นคงนั้น ไม่เพียงแต่จะหมายถึงการคงอยู่ในที่ที่ได้จัดวางไว้เท่านั้น หรือไม่ล้มลง แต่ในขณะเดียวกันความแข็งแรงเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการบูรณาภาพภายในของวัตถุ (Internal integrity) วัตถุที่อ่อนแออาจแตกหัก ขยับเขยื้อน หรือสั่นคลอนในขณะที่ยังคงตั้งฉากกับพื้น ความสับสนอาจเกิดขึ้นได้หากมีการพิจารณาข้อผิดพลาดของเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากวัตถุที่ล้มลง อาจเกิดการแตกหักหรืออาจเข้าใจผิดว่าการแตกหักของเฟอร์นิเจอร์เกิดจากความผิดพลาดในเรื่องของความแข็งแรงจนทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นล้มลง ผู้ใช้เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่จะเผชิญกับปัญหาใด ปัญหาหนึ่งเกี่ยวกับความมั่นคงของเฟอร์นิเจอร์มาก แต่นักออกแบบจะต้องเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนโดยจะต้องวิเคราะห์ว่าจะแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างไร

งานด้านวิศวกรรมที่จะเกี่ยวข้องกับอาคารหรือสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่อื่น ๆ มักจะต้องมีรากฐานยึดติดกับพื้นดินเสมอ เมื่ออาคารถูกแรงที่เกิดจากลมที่กระทำต่อด้านข้างของอาคารสูงจะถูกดูดซับด้วย การสร้างความแข็งแรงภายในอาคารเพื่อป้องกันการเคลื่อนตัวที่อาจทำให้เกิดอาคารถล่ม ซึ่งเราแทบจะไม่สามารถนึกภาพออกได้เลยว่าอาคารทั้งหลังถูกแรงลมพัดคลั่งไปได้เลยถึงแม้ว่าอาจเกิดขึ้นได้เมื่อมีพายุเฮอริเคน (Hurricane)

เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะถูกผลักไปตามแนวนอนหรือแนวตั้งโดยไม่แตกแยกออกจากกัน จากประโยชน์ดังกล่าวทำให้เฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบันนี้ จึงสามารถเคลื่อนย้ายหรือขนส่งได้โดยไม่ได้รับความเสียหาย แต่โดยทั่วไปแล้วเฟอร์นิเจอร์ควรตั้งตรงอยู่บนพื้นในลักษณะที่ผู้ออกแบบและผู้ใช้ตั้งใจไว้ เฟอร์นิเจอร์สมัยโบราณจะมีการแก้ไขปัญหานี้ในเรื่องการตั้งพื้นอย่างง่าย ๆ โดยการทำให้ขาหรือฐานของเฟอร์นิเจอร์ไว้ที่มุมด้านนอกสุด โดยสามัญสำนึกจะสามารถบอกได้ว่า เฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้นจะมีหลักประกันทางด้านความมั่นคง อาจมีเฟอร์นิเจอร์ประวัติศาสตร์บางชิ้นที่มีปัญหาอยู่บ้าง เช่น นาฬิกาตั้งพื้นเรือนสูงรุ่นคุณภาพมีลักษณะเรียวและสูง อาจล้มลงได้ถ้าหากเราไปยืนพิงอย่างแรง ในขณะที่เฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่ในปัจจุบันบางชิ้นมีการออกแบบส่วนบนยื่นออกมาแต่มีฐานขนาดเล็ก หรือเฟอร์นิเจอร์ที่มีโครงสร้างบอบบางแต่มีความสูงมาก ก็อาจทำให้เกิดปัญหาในด้านความมั่นคงของเฟอร์นิเจอร์ได้

ข. ความแข็งแรง

ความแข็งแรงในงานเฟอร์นิเจอร์จะเกี่ยวข้องกับ การคัดเลือกวัสดุและการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนในการรับน้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์ที่อาจทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ แตกแยกออกจากกันได้

อนาคต ถึงสำคัญอย่างหนึ่งของเฟอร์นิเจอร์ในด้านความแข็งแรงคือ จุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนต่าง ๆ (Joint) การออกแบบจุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเฟอร์นิเจอร์จะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะต้านทานต่อแรงใด ๆ ที่จะทำให้เกิดการแตกหัก โดยออกแบบจุดเชื่อมต่อให้เหมาะสมกับรูปร่างลักษณะของเฟอร์นิเจอร์ จะช่วยในการจำกัดแรงเค้น (Stress) ก็อาจทำให้เกิดการแตกหักขึ้นได้ เช่น หิ้งแขวนที่ตอกห้องข้างอย่างเห็นได้ชัดเจน โตะทำงาน เก้าอี้ที่มีการเคลื่อนที่หรือสั่นสะเทือนมากเกินไปถึงแม้ว่าจะยังไม่มีการแตกหักเกิดขึ้น

การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจะต้องพิจารณาถึงความมั่นคง (Stability) และความแข็งแรง (Strength) อย่างเป็นระบบ จะต้องมีการออกแบบอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้น การออกแบบโครงสร้างที่แข็งแรงเกินความจำเป็นอาจทำให้มีโครงสร้างที่ดีปลอดภัย แต่ก็แสดงให้เห็นว่าผู้ออกแบบเลือกใช้วัสดุมากเกินไปจนความจำเป็น ทำให้เฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้นมีน้ำหนักมากและต้นทุนการผลิตสูงเกินความจำเป็น

ในการวิเคราะห์ปัญหาด้านวิศวกรรมโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์นั้น จะวิเคราะห์ในแง่ของความแข็งแรงและความมั่นคงด้วยการคำนวณหาแรงต่าง ๆ แรงที่จะกล่าวถึงก็คือน้ำหนักหรือภาระ (Load) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักสถิต (Static loads) และน้ำหนักจรหรือน้ำหนักแปรเปลี่ยน (Live loads)

2.4.1.2 น้ำหนักคงที่และน้ำหนักจร

น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักสถิต (Static loads) หมายถึง น้ำหนักหรือภาระที่ไม่มีการเคลื่อนที่แรงที่ทำให้เกิดน้ำหนักสถิตขึ้นคือ แรงโน้มถ่วง (Gravity) ของวัตถุทุกชิ้นจะถูกดึงดูดเข้าสู่ศูนย์กลางของโลกด้วยแรงที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุ ซึ่งหมายถึงน้ำหนักคงที่ (Dead loads) ของวัตถุนั้นเอง

น้ำหนักจรหรือน้ำหนักแปรเปลี่ยน (Live loads) เป็นน้ำหนักที่เคลื่อนย้ายภายในวัตถุนั้น ๆ เช่น น้ำหนักของหิมะที่ปกคลุมอยู่บนตัวอาคาร น้ำหนักคนหรือวัตถุบนอาคาร แม้ว่าผู้คนจะมีการเคลื่อนย้ายไปมา แต่ก็ทำให้เกิดน้ำหนักจรจำนวนหนึ่ง และน้ำหนักจลน์ (Dynamic loads) เป็นแรงที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนย้ายได้ เช่น ลม ก็เป็นน้ำหนักจลน์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุและจะต้องนำมาพิจารณา เช่น การออกแบบอาคาร การออกแบบยานพาหนะและวัตถุที่มีการเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่ต่าง ๆ

น้ำหนักต่าง ๆ (Loads) เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์เช่นเดียวกับการออกแบบวิศวกรรมโครงสร้างอื่น ๆ ซึ่งมีแง่มุมความสำคัญแต่อย่างแตกต่างกันไป โดยส่วนใหญ่งานเฟอร์นิเจอร์จะคำนึงถึงน้ำหนักคงที่ค่อนข้างน้อย เพราะโดยทั่วไปเราจะยังไม่เคยเห็นเฟอร์นิเจอร์ชิ้นใดพังทลายลงมาด้วยน้ำหนักของตนเอง แต่อาจมีการล้มพลิกกลิ้งไปมาของเฟอร์นิเจอร์ซึ่งทำให้น้ำหนักของวัตถุและการกระจายของน้ำหนักมีส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญในการ

ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นการคำนวณน้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์จึงมีส่วนทำให้การออกแบบเฟอร์นิเจอร์มีโครงสร้างที่ดีได้ การคำนวณน้ำหนักเฟอร์นิเจอร์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การคำนวณโดยการคูณกันระหว่างปริมาณของวัสดุที่ใช้กับน้ำหนักของวัสดุนั้น
2. การคำนวณโดยการชั่งน้ำหนักวัตถุหรือวัสดุที่คล้ายกันที่มีอยู่แล้วและนำมาคำนวณตามขนาดของเฟอร์นิเจอร์นั้น ๆ

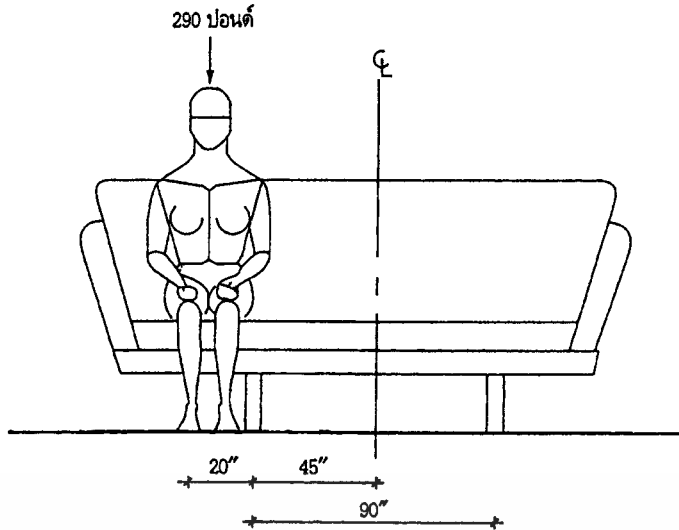
3. การนำวิธีที่ 1 และ 2 มาใช้ร่วมกัน

ค่าน้ำหนักของวัสดุต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะหาได้จากคู่มือวิศวกรรม ซึ่งผู้ผลิตวัสดุต่าง ๆ จะสามารถแสดงหรือบอกน้ำหนักของวัสดุซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของตนเองได้อยู่แล้ว ตารางค่าน้ำหนักตามปริมาตรของวัสดุที่ใช้ผลิตเฟอร์นิเจอร์และใช้กันบ่อย ๆ

2.4.1.3 จุดกึ่งกลางมวลหรือจุดศูนย์กลาง

จุดศูนย์กลาง (Center of gravity : CG) มีผลต่องานเฟอร์นิเจอร์เพื่อแก้ปัญหาความสมดุลของตัวเฟอร์นิเจอร์ แรงโน้มถ่วงโดยทั่วไปจะกดลงไปทุก ๆ ส่วนของวัตถุ แต่ก็เป็นไปได้ที่จะมีจุด ๆ หนึ่งที่เป็นจุดสมดุลของวัตถุจะมีแรงโน้มถ่วงที่ไปรวมอยู่ตรงจุด ๆ นั้น ในขณะที่วัตถุนั้นเกิดความสมดุลจุดศูนย์กลางจะอยู่ศูนย์กลางของวัตถุ โดยทั่วไปถ้าเป็นวัตถุเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่จุดศูนย์กลางจะอยู่ที่แนวเส้นกึ่งกลาง (Centerline) ของเฟอร์นิเจอร์ แต่ก็มีเฟอร์นิเจอร์บางชิ้นที่มีลักษณะไม่สมมาตร เช่น โต๊ะทำงานที่มีลิ้นชักอยู่ด้านข้างเพียงด้านเดียว ส่วนอีกด้านเป็นขาโต๊ะจุดศูนย์กลางของการออกแบบจะมี 2 ตำแหน่ง คือ ตำแหน่งกึ่งกลางของส่วนที่เป็นโต๊ะและตำแหน่งกึ่งกลางของชุดลิ้นชัก เป็นต้น

โดยปกติจุดศูนย์กลางจะอยู่เหนือพื้นี่ฐานของวัตถุ ถ้าจุดศูนย์กลางของวัตถุไม่อยู่เหนือพื้นี่ฐานของวัตถุ วัตถุก็จะล้มลง (หมุน) ไปอยู่ตำแหน่งใหม่ ดังนั้นการออกแบบรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์จะต้องออกแบบโดยให้วัตถุนั้นมีความมั่นคงในตัวของมันเอง เช่น ถ้าออกแบบโซฟาที่มีความยาวของที่นั่งยื่นออกนอกพื้นี่ฐานที่เป็นขาโซฟาทั้งสองข้าง เมื่อมีคนนั่งลงเพียงคนเดียวที่ริมด้านใดด้านหนึ่ง โซฟาตัวนี้อาจจะระคคได้ เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวนี้สามารถแก้ไขได้ด้วยการคำนวณหาความมั่นคงด้วยการใช้สมการเรื่องโมเมนต์ (Equation of moments) ซึ่งใช้หลักการทางเชิงกลในเรื่องคานคัตคานัจัด (Mechanical principle of leverage) มาพิจารณาอย่างเป็นระบบ โดยนำแรง (เป็นปอนด์) คูณด้วยความยาวของคาน (เป็นนิ้ว) จากจุดที่แรงกระทำจะได้โมเมนต์กำลัง (Moment of force) มีหน่วยเป็นนิ้ว-ปอนด์ โดยพิจารณาเรื่องความมั่นคงจากโมเมนต์ ถ้าหากโมเมนต์ที่ทำให้เกิดการล้มมีค่ามากกว่าแรงต้านทานการล้ม เฟอร์นิเจอร์นั้นจะล้ม

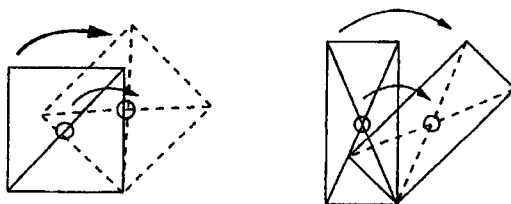


โซฟาน้ำหนัก 220 ปอนด์ คนน้ำหนัก 290 ปอนด์

ภาพที่ 2.25 ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโซฟา

โซฟา (Sofa) มีน้ำหนัก 220 ปอนด์ ระยะระหว่างจุดศูนย์กลางถ่วงกับขาของโซฟาเท่ากับ 45 นิ้ว (ในแนวนอน) แรงโมเมนต์ที่ต่อต้านการกระดกเท่ากับ 220×45 หรือเท่ากับ 9,900 นิ้ว-ปอนด์ ถ้ามีคนน้ำหนัก 290 ปอนด์ นั่งลงทางด้านซ้าย โดยจุดศูนย์กลางถ่วงของคนคนนั้นอยู่ห่างจากขาของโซฟา ด้านซ้าย 20 นิ้ว โมเมนต์ที่จะทำให้โซฟากระดกจะเท่ากับ $290 \times 20 = 5,800$ นิ้ว-ปอนด์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าโมเมนต์ที่ต้านทานการกระดก (9,900 นิ้ว-ปอนด์) อยู่พอสมควร ดังนั้นในกรณีนี้โซฟาจะไม่กระดกเมื่อมีแรงกระทำที่ด้านริมซ้าย

ตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วงนั้น ในด้านความสูงนั้นมักไม่มีปัญหา เนื่องจากภาระจากแรงโน้มถ่วงกระทำต่อทิศทางแนวตั้งในทุก ๆ กรณี จากสามัญสำนึกนักออกแบบทราบ่วัตถุที่มีความสูงจะมีความมั่นคงน้อยกว่าวัตถุที่เตี้ย แต่จะไม่มี ความแตกต่างในแง่ของภาระน้ำหนักจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำให้เกิดการกระดก อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการกระดกวัตถุที่เตี้ยกว่าหรือมีตำแหน่งจุดศูนย์กลางถ่วงอยู่ต่ำกว่าจะมีการหมุนมากกว่าวัตถุที่สูงกว่า เพื่อให้จุดศูนย์กลางถ่วงเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนอกฐาน เพราะวัตถุที่สูงกว่ามีตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วงอยู่สูงกว่า



ภาพที่ 2.26 แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลางถ่วง (CG) เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนอกฐานของวัตถุ

ถ้าแรงกระทำที่จะทำให้วัตถุกระดอนนั้นหยุดกระทำก่อนที่จุดศูนย์กลางจะเคลื่อนตำแหน่งออกไปอยู่นอกฐานแล้ว วัตถุนั้นก็กลับตั้งตรงดั้งเดิม แต่ถ้าจุดศูนย์กลางเคลื่อนตำแหน่งออกไปอยู่นอกฐานแล้ว วัตถุก็จะกระดกและหมุนต่อไปแม้ว่าแรงกระทำนั้นจะหยุดลงแล้ว สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่คุ้นเคยและรู้จักกันดี เมื่อเราพิจารณาถึงแรงกระทำด้านข้างต่อเฟอร์นิเจอร์ที่มีความสูงโดยการยื่นพิง ขนาดของแรงกระทำด้านข้างจะเกิดขึ้นได้ ในกรณีนี้สามารถหาน้ำหนักได้ด้วยการชั่ง เช่น วัตถุที่มีค่าประมาณ 40 – 50 ปอนด์ แต่ถ้ากำหนดให้มีค่าเพิ่มเป็น 60 ปอนด์ ก็จะเป็นการเพิ่มระยะที่ปลอดภัยมากขึ้น การที่จะประเมินค่าผลกระทบที่เกิดแรงดังกล่าวนี้จำเป็นต้องพิจารณาความสูงที่แรงกระทำด้านข้างนั้นถูกกระทำด้วย ตำแหน่งจุดศูนย์กลางในแนวตั้งของวัตถุที่เกิดการกระดกไม่มีความสำคัญต่อการคาดหมายว่าล้มลงหรือไม่ แต่เป็นปัจจัยในการพิจารณาว่าจะต้องมีการหมุนไปมากน้อยอย่างไรวัตถุจึงจะล้มลงแม้ว่าแรงกระทำด้านข้างจะหมดไปแล้ว ในทางปฏิบัติวัตถุเมื่อเริ่มมีการกระดกแล้วจะหยุดแรงกระทำด้านข้างลง แต่ถ้าหยุดแรงกระทำด้านข้างก่อนที่จุดศูนย์กลางจะผ่าน “จุดที่คืนตัวไม่ได้” (Point of no return) วัตถุนั้นก็กลับตั้งตรงในตำแหน่งเดิม ถ้าจุดศูนย์กลางผ่านเลย “จุดที่คืนตัวไม่ได้” นี้ไปแม้แต่เพียงเล็กน้อยวัตถุจะล้มลง เนื่องจากไม่สามารถหยุดแรงกระทำด้านข้างได้ทันการ การตรวจสอบว่าวัตถุจะเกิดการล้มลงหรือไม่นั้นกระทำได้ด้วยการเขียนแผนภาพ (Diagrams) เป็นแผนภาพแสดงทิศทางของแรง (Parallelogram of forces)

2.4.1.4 ความเค้น (Stresses)

ปัญหาเรื่องความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์เป็นปัญหาสำคัญที่นักออกแบบต้องคำนึงถึงความแข็งแรงนั้นเพียงพอหรือไม่ มีความมั่นคงแค่ไหน ผู้ออกแบบมักคาดหวังว่าเฟอร์นิเจอร์ที่สร้างขึ้นมาอย่างดีนั้นจะไม่เกิดการแตกหัก หลุดออกจากกันเป็นชิ้น ๆ เกิดการแอ่นตัว หรือการสั่นคลอน หากมีการนำไปใช้อย่างปกติ หรืออาจมีแรงกระทำที่เกินเกณฑ์ปกติไปบ้าง เฟอร์นิเจอร์ที่พบส่วนใหญ่จะถูกสร้างให้มีความแข็งแรงมากเกินไป มีชิ้นส่วนต่าง ๆ ใหญ่เกินกว่าความจำเป็นในการใช้สอย การออกแบบส่วนเชื่อมต่อข้อต่อ (Joint) ต่าง ๆ เพื่อให้เกิดความแข็งแรงนั้น นักออกแบบมักจะอาศัยข้อมูลจาก “สามัญสำนึก” มากกว่าการคำนวณเชิงวิศวกรรม เพื่อใช้ตรวจสอบความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์ แต่ในความเป็นจริงแล้ว การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ก็ยังคงอาศัยความเข้าใจในเรื่องของความเค้นต่าง ๆ (Stresses) ที่เกิดขึ้นกับเฟอร์นิเจอร์ และวิธีการที่จะทำให้เฟอร์นิเจอร์มีความแข็งแรงและเสถียรเพียงพอ จะต้องมีการจัดโครงสร้างที่เหมาะสมเพียงพอที่จะดูดซับแรงและความเค้นต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากภาระน้ำหนักที่คงที่และภาระน้ำหนักที่แปรเปลี่ยน ซึ่งมีผลต่อความเสถียรของเฟอร์นิเจอร์ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของตัวเอง น้ำหนักที่เกิดจากภาระแปรเปลี่ยนที่เกิดจากคนและสิ่งของต่าง ๆ และภาระน้ำหนักจลน์ด้านข้างที่กระทำต่อเฟอร์นิเจอร์ (Dynamic side loads) ที่อาจมีขึ้นเพิ่มเติมจากภาระแรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะก่อให้เกิดแรงเค้น (Stresses) ในส่วนต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ได้

เฟอร์นิเจอร์ชนิดอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกันฐานของเฟอร์นิเจอร์ก็ทำหน้าที่เหมือนกับคานหรือโครงสร้างของอาคารนั่นเอง โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์บางชิ้นก็ทำหน้าที่เหมือนคานที่ต้องรับแรงกดและแรงที่ทำให้เกิดการโค้งงอ ตัวอย่างเช่น โครงสร้างของเตียง หรือโซฟามักมีส่วนหนุนที่ปลายหรือใกล้สุดของปลาย ส่วนกลางระหว่างฐานของเตียงหรือโซฟาจึงคล้ายกับตัวสะพาน

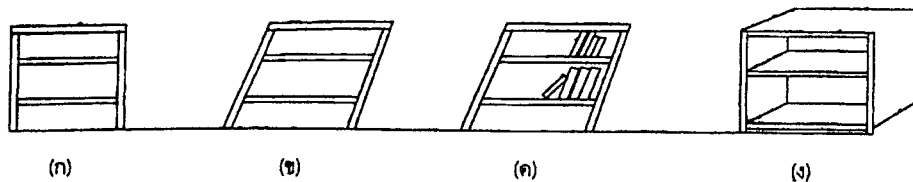
เฟอร์นิเจอร์บางชิ้นนอกจากจะรับแรงต่าง ๆ ที่ถูกกระทำโดยปกติแล้ว อาจต้องรับแรงจลน์ซึ่งกระทำที่ด้านข้างของเฟอร์นิเจอร์ แรงจลน์ไม่อาจทำให้เฟอร์นิเจอร์เสียหาย แต่อาจเกิดอาการคลอนไม่มั่นคงจนทำให้ผู้ใช้รำคาญใจได้

2.4.1.5 แรงดึง (Tension)

แรงดึงเป็นแรงอีกชนิดหนึ่งไม่ค่อยได้พบบ่อยนักในเฟอร์นิเจอร์ทั่วไป แต่เฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่มักจะมีรูปแบบแปลกใหม่ อาจเป็นลักษณะที่ใช้ลวดสลิงหรือสายเคเบิลเป็นชิ้นส่วนในการดึง ซึ่งจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ในลักษณะนี้อาจทำให้เกิดอาการคลอนเมื่อมีแรงดึงมากระทำมากเกินไป

2.4.1.6 จุดเชื่อมต่อ (Joints)

โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์แต่ละส่วนเมื่อได้รับการออกแบบทั้งรูปร่างขนาดที่เพียงพอกับที่จะรับแรงต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงถึงการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่สำคัญไม่แพ้กันคือ ข้อต่อ (Joints) หรือจุดเชื่อมต่อของเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ประกอบเข้าเป็นโครงสร้างเดียวกัน เฟอร์นิเจอร์ที่ใช้การไม่ได้มักจะมีลักษณะขาดออกจากตัวเก้าอี้ พื้นลื่นชักหลุดออกจากตัวลื่นชัก หิ้งที่รับน้ำหนักไม่ไหวตกลงมา ส่วนใหญ่เกิดจากความผิดพลาดเกี่ยวกับจุดเชื่อมต่อหรืออุปกรณ์จับยึด ซึ่งจุดเชื่อมต่อแต่ละแบบมีลักษณะแตกต่างกันไป การออกแบบรูปทรงชิ้นส่วนต่าง ๆ กาว ตะปู ตะปูควาง และอุปกรณ์อื่น ๆ อาจนำมาใช้เพียงอย่างเดียวหรืออาจใช้หลายอย่างร่วมกันเพื่อใช้จับยึดวัสดุที่คล้ายกันหรือวัสดุที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ที่เชื่อมต่อกันทุกครั้งจะต้องมีการคิดอย่างรอบคอบและผ่านการทดสอบด้านแรงกระทำต่าง ๆ ซึ่งอาจจะต้องรับแรงกด แรงเฉือน แรงดึง หรือแรงหลาย ๆ ชนิดร่วมกัน ในสภาพที่แตกต่างกัน



ชั้นหนังสือ (ก) มีส่วนเชื่อมต่อที่มุมไม้แข็งแรงอาจโย้ไปเป็นรูป (ข) เมื่อใส่หนังสือตามรูป (ค) แผ่นไม้ด้านหลังภาพ (ง) จะช่วยป้องกันการโย้ของชั้นได้ ที่ทำให้ซ่อน โครงสร้าง ไปด้วยการออกแบบ (Racking distortion)

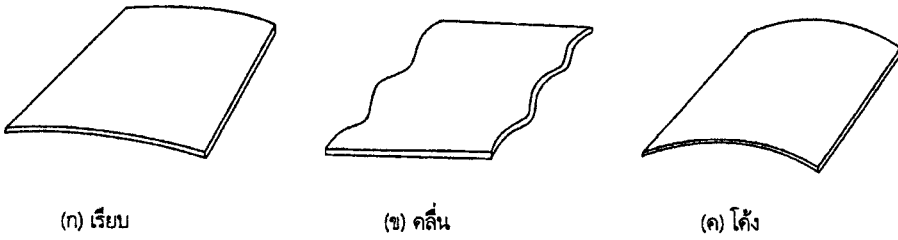
ภาพที่ 2.27 การออกเบรกรูปทรงให้กลมกลืนไปกับ โครงสร้างหลัก

จากภาพ ชั้นวางหนังสือรูป (ก) ที่มีโครงสร้างแบบธรรมดา คือ มีฐานรับชั้นในแนวตั้งและชั้นวางจะมีความแข็งแรงที่ส่วนเชื่อมต่อตรงของแนวตั้งกับแนวนอนเท่านั้น คือ ส่วนมุมของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่เป็นโครงสร้าง เปิดโล่ง เมื่อถูกใช้งานอาจทำให้ชั้นวางหนังสือรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้านี้โย้แยกกลายเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนได้ ดังรูป (ข) และถ้าเราวางหนังสือเข้าไปในชั้นวางในตำแหน่ง

ที่มุมหนึ่ง ดังรูป (ค) จะทำให้โครงสร้างของชั้นวางหนังสือเสียความสมดุลและไม่แข็งแรง ซึ่งอาจเห็นได้ชัดเจน แต่ถ้าเอาแผ่น ไม้้อัดหรือกระดาน ไม้มาปิดไว้ที่ด้านหลังของชั้นวางของและยึดติดให้แน่นกับชั้น ดังรูป (ง) ชั้นหนังสือนี้จะเพิ่มความแข็งแรงขึ้นเป็นอย่างมาก ซึ่งโดยแท้จริงแล้วแผ่น ไม้้อัดด้านหลังก็จะทำหน้าที่เป็นตัวค้ำยันในลักษณะรูปตัว X อยู่ในตัวเอง ซึ่งจะเป็นการค้ำยันในรูปสามเหลี่ยมจำนวนมากที่รวมกันอยู่ในพื้นผิวนั้น ๆ วัสดุผิวที่ปิดทับโครงสร้างนี้จะเป็นส่วนที่เรียกว่า “พื้นผิวรับแรง” (Stressed-skin) ของลักษณะ โครงสร้างผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ด้วย

ดังนั้นรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์ที่รูปทรงเป็นลักษณะสี่เหลี่ยมหรือหลายเหลี่ยม โดยการนำเอาวัสดุแผ่นมาประกอบเข้ากันนั้นก็จะเป็นส่วนที่ค้ำยันซึ่งกันและกัน ในโครงสร้างรูปสามเหลี่ยม หรือ X นั่นเอง ดังนั้นการต่อ โครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์เป็นรูปกล่องหลาย ๆ กล่องประกอบเข้าด้วยกันก็คือ การเสริมประสิทธิภาพความแข็งแรงให้กับเฟอร์นิเจอร์นั่นเอง

การใช้ส่วน โคงี้ก็เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่รูปทรงโดยรวมเห็นได้จาก กระดาษแผ่นเรียบจะสันเป็นรูปคลื่นได้ง่าย แต่เมื่อทำให้อยู่ในลักษณะ โคงี้กระดาษแผ่นเดิมจะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นในทิศทางหนึ่ง



ภาพที่ 2.28 แสดงถึงลักษณะความแข็งแรงของวัสดุแผ่น

และถ้าใช้ส่วนโค้งซ้อนกัน (Double curvature) จะทำให้เกิดความแข็งแรงในแนวแกนที่สอง อย่างเช่น โครงสร้างในเปลือกหอย (Nautilus) หรือลักษณะถ้วย รูปทรงดังกล่าวมีประโยชน์มากต่อเฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่ (ซึ่งเฟอร์นิเจอร์โบราณไม่นิยมนำมาใช้เพราะยากต่อการผลิต) โดยเฉพาะวัสดุประเภทโลหะ หรือพลาสติกที่สามารถดัดโค้งงอได้ตามต้องการและส่วนโค้งยังเหมาะกับเฟอร์นิเจอร์ประเภทที่ใช้นั่ง เนื่องจากความโค้งจะทำให้เกิดความสบายในการใช้งานทั้งยังช่วยเสริมในด้านความแข็งแรงด้วย

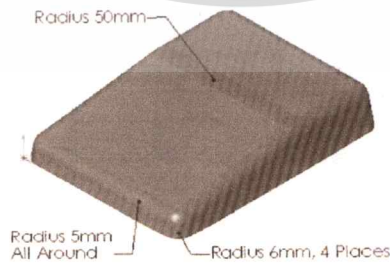
ในการประยุกต์ใช้หลักการต่าง ๆ ของโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์แบบใดนั้น จะเป็นการดีที่จะต้องพิจารณาวัสดุที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ คุณสมบัติและลักษณะเฉพาะของวัสดุแต่ละประเภท เพื่อให้โครงสร้างนั้นเหมาะสมในตัวของมันเอง การเลือกใช้เทคโนโลยีสร้างเฟอร์นิเจอร์แบบใดนั้น นักออกแบบจะต้องคำนึงถึงความแข็งแรงและความมั่นคงของเฟอร์นิเจอร์ จะเป็นการดีถ้านักออกแบบสามารถเลือกใช้วัสดุที่มีลักษณะเฉพาะสอดคล้องคุณสมบัติของวัสดุแต่ละประเภทได้เหมาะสมกับรูปทรง มีจุดเชื่อมหรือข้อต่อที่แข็งแรงทนทานต่อแรงกระทำต่าง ๆ เพื่อให้เฟอร์นิเจอร์นั้นสวยงามแข็งแรงทนทานมีอายุการใช้งานที่ยาวนานไม่เสื่อมสภาพก่อนเวลาอันควร

2.4.2 ศึกษาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีเพื่อทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element

การใช้ COSMOSWorks เพื่อวิเคราะห์ความแข็งแรง, ความแข็งแกร่งของชิ้นงาน (ระยะเคลื่อนตัวเมื่อเทียบกับขนาดแรงกระทำ), การวิเคราะห์ความถี่, การวิเคราะห์ทางความร้อน, การวิเคราะห์การโก่งจากแรงกระทำในแนวแกน (buckling) และการทดสอบการปล่อยตก (drop test) ผู้ออกแบบที่มีประสบการณ์ จะทำความเข้าใจเนื้อหาในหนังสือได้ง่าย โดยผู้อ่านควรจะมีพื้นฐานความรู้ในสิ่งต่อไปนี้ เพื่อความรวดเร็วในการทำควาเข้าใจ

- มีประสบการณ์ในการออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล
- สามารถใช้งาน โปรแกรม Windows TM ได้ดี
- เคยใช้งาน Solid Works ในส่วนการสร้างชิ้นงาน 3 มิติ (ขั้นพื้นฐาน)

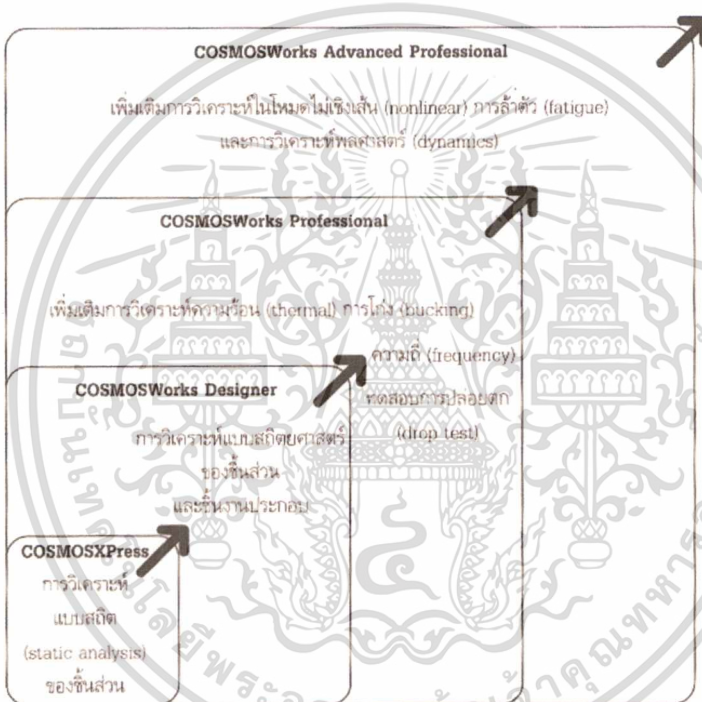
(Serial No: 0301 0000 7785 7977) หมายถึงรหัสโปรแกรม SolidWorks และ COSMOSWorks ที่บ่งบอกถึงการใช้งานต่างในโปรแกรมโดยที่จะเชื่อมโยงข้อมูลด้วยกัน เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ชิ้นงานเครื่องจักรกลหรือผลิตภัณฑ์ที่ถูกออกแบบขึ้นมาด้วยโปรแกรม 3D Cad Model โดยใช้หลักการ Finite Element Analysis (FEA) เพื่อดูว่าผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบมานั้นสามารถรับโหลดที่กระทำเช่น แรงโมเมนต์ หรืออุณหภูมิได้หรือไม่สามารถวิเคราะห์การถ่ายเทความร้อนของผลิตภัณฑ์ตลอดจนสามารถหาขนาดของผลิตภัณฑ์ที่เหมาะสมหรือขนาดเล็กที่สุดเพื่อลดวัสดุ แต่ยังสามารถรับ โหลดที่กระทำได้โดยไม่เกิดความเสียหาย ซึ่งจะทำให้ผลิตภัณฑ์ของท่านมีคุณภาพและสามารถลดต้นทุนการผลิตได้ ผู้ออกแบบจะต้องสร้างชิ้นงานจาก SolidWoks แล้วนำมาวิเคราะห์ด้วย COSMOSWorks แต่อาจจะต้องเตรียมชิ้นงาน โดยเฉพาะส่วนโค้ง หรือส่วนการลบมุม ซึ่งเป็นส่วนที่มีผลกระทบต่อผลเฉลยน้อยมาก แต่ทำให้เสียเวลา และทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานหนัก โดยเฉพาะช่วงการแบ่งเอลิเมนต์ ชิ้นงานมีช่วงลบมุมที่ขอบควรจะต้องระงับ (suppress) ก่อนการส่งไปคำนวณ ในโปรแกรม COSMOSWorks



ภาพที่ 2.29 การเตรียมชิ้นงานด้วยการระงับการลบมุม

ส่วน COSMOSWorks เป็นโปรแกรมวิเคราะห์ทางวิศวกรรม ที่อาศัยการคำนวณเชิงตัวเลข เทคนิคการคำนวณนี้เรียกว่า “Finite Element Analysis” หรือเรียกย่อ ๆ ว่า “FEA” โดยโปรแกรม COSMOSWorks เป็นโปรแกรมที่ได้รับการยอมรับมานานจากกลุ่มวิศวกรผู้ออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล ซึ่งพัฒนาขึ้นโดย SRAC มีจุดประสงค์เพื่อสร้างโปรแกรมให้สามารถใช้งานได้ในเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC)

การสร้างชิ้นงานจาก SolidWorks ในระบบ 3 มิติ เพื่อนำไปใช้ในการคำนวณจะอาศัยระบบจัดการของ Windows ทำให้ผู้ออกแบบสามารถเขียนโปรแกรมเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาต่อยอดในอนาคตต่อไปได้เอง อีกทั้งการใช้งานผ่านหน้าจอของโปรแกรม Windows จึงทำให้ผู้ออกแบบมีความคุ้นเคย สามารถควบคุม และป้อนค่าตัวแปรได้ตามต้องการ



ภาพที่ 2.30 ซัดความสามารถในการวิเคราะห์ของ COSMOS Works\

2.4.2.1 การวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟไฟน์เมนต์เอลิเมนต์คืออะไร

ผู้ออกแบบจะรู้จักวิธีการไฟไฟน์เมนต์เอลิเมนต์ (Finite Element Method) ในนามของเทคนิคการคำนวณเชิงตัวเลข (numerical technique) การแก้สมการจะใช้สมการเชิงอนุพันธ์ (partial differential technique) ที่เขียนจากสมการในสาขาต่างๆ ได้แก่ การออกแบบเครื่องจักร, วิศวกรรมระบบเสียง, สนามแม่เหล็กไฟฟ้า, กลศาสตร์ของแข็ง, กลศาสตร์ของไหล เป็นต้น วิศวกรออกแบบจะใช้ FEA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการแก้ปัญหาต่าง ๆ ได้แก่ งานโครงสร้าง (structural), งานวิเคราะห์การสั่นสะเทือน (vibration) และงานวิเคราะห์ความร้อน (thermal) เป็นต้น

การวิเคราะห์เชิงตัวเลข นอกจาก FEA ยังมีวิธีการคำนวณแบบอื่น ๆ ได้แก่ Finite Difference Method, Boundary Element Method หรือ Finite Volumes Method อย่างไรก็ตาม ผู้พัฒนาโปรแกรมมีความพยายามจะพัฒนาให้การคำนวณเชิงตัวเลขมีประสิทธิภาพมากที่สุด การใช้ FEA จะช่วยให้การวิเคราะห์รูปร่างชิ้นงานตรงตามแนวความคิดในการออกแบบ และจะช่วยให้เกิดความเชื่อมั่นด้วยการจำลองสถานการณ์

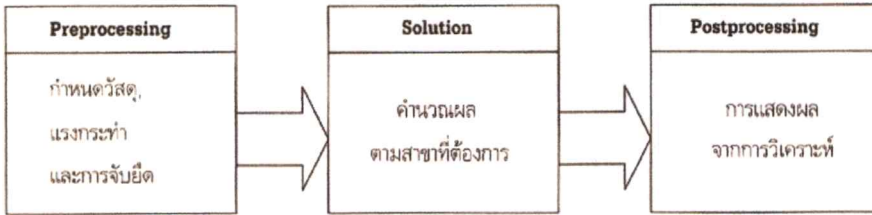
วิธีการคำนวณด้วย FEA, การคำนวณสมการเชิงตัวเลข และวิธีการแก้สมการ กำลังเป็นที่ต้องการของภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นแรงจูงใจให้มีการพัฒนาการใช้งานให้เหมาะสมจะเป็นโปรแกรมคำนวณเชิงพาณิชย์ (commercial) เพื่อให้การใช้งานง่าย และอาศัยการสร้างเครื่องมือช่วยให้สามารถเข้าถึงรายละเอียดการกำหนดเงื่อนไขได้เร็วขึ้น ซึ่งผู้ใช้อาจจะไม่จำเป็นต้องทราบรายละเอียดการคำนวณมากนัก

จุดเด่นของวิธีการคำนวณด้วย FEA จะถูกใช้เพื่อแก้ปัญหา ตั้งแต่ปัญหาง่าย ๆ จนถึงปัญหาที่มีความซับซ้อนมาก วิศวกรออกแบบจะใช้ FEA ในการปรับปรุงผลิตภัณฑ์ด้วยการเพิ่มขั้นตอนการวิเคราะห์เข้าไปในกระบวนการการออกแบบ เพิ่มเครื่องมือช่วยในการกำหนดคุณสมบัติของชิ้นส่วนที่ใช้ในการคำนวณ ส่วนการวิเคราะห์ชิ้นส่วนที่มีความยุ่งยาก อาจจะต้องใช้การคำนวณขั้นสูง ตัวอย่างเช่น รอยแตกร้าวจากการเคลื่อนที่ของรถยนต์ งานชิ้นรูปโลหะ งานการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ของขนาดที่ส่งผลต่อความแข็งแรง เป็นต้น

กระบวนการในการวิเคราะห์เริ่มจากการสร้างชิ้นงาน แล้วแบ่งชิ้นงานออกเป็นชิ้นส่วนเล็ก ๆ (meshing) โดยมีรูปทรงง่าย ๆ (สามเหลี่ยม, สี่เหลี่ยม) เราเรียกว่า “element” (เอลิเมนต์) และชิ้นส่วนเล็ก ๆ จะต่อเชื่อมโยงกันทั้งชิ้น

การทำงานด้วยการแบ่งเอลิเมนต์ FEA จะแก้สมการด้วยการประมาณค่าในแต่ละเอลิเมนต์ จนกว่าจะครบทุกชิ้นส่วน แต่ถ้าเป็นชิ้นงานประกอบ จะแยกคำนวณในแต่ละชิ้นส่วน แล้วนำมาประมวลผลรวมกัน ขั้นตอนการคำนวณจะแยกตามส่วนของโปรแกรม ซึ่งจะมี 3 ขั้นตอนดังนี้

- Preprocessing ถือว่าเป็นขั้นตอนในการเตรียมข้อมูลเพื่อการคำนวณ โดยข้อมูลมาตรฐาน จะมีทั้งคุณสมบัติวัสดุ (material properties), แรงกระทำ (loads) และการจับยึด (restraints) เป็นต้น
- Solution การคำนวณหาผลเฉลย (solution) หรือหาคำตอบ
- Postprocessing การแสดงผลลัพธ์จากการคำนวณในรูปแบบชิ้นงานหรือกราฟ



ภาพที่ 2.31 ขั้นตอนการคำนวณ

ขั้นตอนการคำนวณจะแยกตามวิธีไฟไนต์เอลิเมนต์ (FEM) ได้ดังนี้

- Building the Mathematical Model (สร้างรูปแบบคณิตศาสตร์)
- Building the Finite Element Model (สร้างรูปแบบชิ้นส่วนย่อย)
- Solving the Finite Element Model (สร้างรูปแบบการแก้ปัญหา)
- Analyzing the Results (การวิเคราะห์ผลเฉลย)

2.4.2.2 เอลิเมนต์ (Element)

เมื่อผู้ออกแบบพอรู้ความหมายของการสร้างเอลิเมนต์แล้ว ก็จะต้องรู้ถึงวิธีการเลือกชนิดของเอลิเมนต์ เพราะชนิดของเอลิเมนต์ที่เลือกมาจะส่งผลกระทบต่อความถูกต้องในการคำนวณ และส่งผลกระทบต่อความแม่นยำในการจำลองสถานการณ์ต่าง ๆ

COSMOSWorks จะใช้เอลิเมนต์ในลำดับที่หนึ่งเป็นเอลิเมนต์ทรงสี่หน้า (tetrahedral solid) สำหรับชิ้นงานทรงตัน และใช้เป็นเอลิเมนต์แบบพื้นผิวสามเหลี่ยม (triangular shell) สำหรับชิ้นงานผิวบาง โปรแกรมจะใช้เอลิเมนต์ทั้งสองแบบนี้ในการสร้างชิ้นส่วนแบบแบ่งเอลิเมนต์ โดยโปรแกรมจะเลือกเองโดยอัตโนมัติ

ส่วนเอลิเมนต์แบบอื่นในลำดับที่สอง ได้แก่ เอลิเมนต์ทรงหกหน้า (hexahedral elements (brick)) ซึ่งจะไม่สามรถกำหนดสร้างแบบอัตโนมัติได้ ผู้ออกแบบจะต้องกำหนดเอง

ชนิดของเอลิเมนต์ใน COSMOSWorks ในเบื้องต้นมีอยู่ 4 แบบ คือ สำหรับเอลิเมนต์ทรงตัน ลำดับที่หนึ่งจะเป็นเอลิเมนต์ทรงสี่หน้า (tetrahedral solid) และเอลิเมนต์ทรงหกหน้า (hexahedral elements) ส่วนเอลิเมนต์พื้นผิวลำดับที่หนึ่งจะเป็นเอลิเมนต์แบบพื้นผิวสามเหลี่ยม (triangular shell) และเอลิเมนต์แบบพื้นผิวลำดับที่สอง (second order triangular shell)

โดย COSMOSWorks จะอ้างอิงการใช้เอลิเมนต์ทรงสี่หน้า และเอลิเมนต์พื้นผิวสามเหลี่ยมในลำดับที่หนึ่ง พร้อมเลือกเอลิเมนต์ให้มีความละเอียดต่ำ (draft quality) และจะอ้างอิงเอลิเมนต์ลำดับที่สองของเอลิเมนต์ทรงสี่หน้า และเอลิเมนต์ลำดับที่สองของพื้นผิวสามเหลี่ยม พร้อมเลือกเอลิเมนต์ให้มีความละเอียดสูง (high quality)

เอลิเมนต์ลำดับที่หนึ่งทรงสี่หน้า (First Order Solid Tetrahedral Element)

เอลิเมนต์ลำดับที่หนึ่งทรงสี่หน้า สร้างจากเส้นตรง (linear) โดยความสัมพันธ์ของระยะระหว่างโหนดบนพื้นผิว และขอบชิ้นงาน การเขียนความสัมพันธ์ของระยะการยึดหดตัวจะใช้หลักวิชา Mechanics of Materials โดยพิจารณาจากสมการความเครียด (strain) และส่งแรงไปยังเอลิเมนต์รอบข้างไปเรื่อย ๆ จนครบทุกชิ้นส่วน

เอลิเมนต์ลำดับที่หนึ่งแบบพื้นผิวสามเหลี่ยม (First Order Triangular Shell Element)

เอลิเมนต์ลำดับที่หนึ่งแบบพื้นผิวสามเหลี่ยม สร้างจากเส้นตรงลากระหว่างโหนด ซึ่งแต่ละโหนดจะอยู่บนขอบหรือบนพื้นผิวของชิ้นงาน โดยในแต่ละเอลิเมนต์จะมี 3 โหนด (ตามมุมของเอลิเมนต์) และแต่ละโหนดจะมีระดับขั้นความเสรี (degree of freedom) เท่ากับ 6 (เคลื่อนที่ 3 ทิศทาง และหมุนรอบ 3 แกน)

ขนาดเอลิเมนต์มีขนาดใหญ่เกินไปจะทำให้โมเดลเอลิเมนต์ไม่ตรงกับความเป็นจริง ในการแสดงสีของเอลิเมนต์ด้านบนจะใช้สีน้ำตาล และด้านล่างใช้สีเขียว ผู้ออกแบบสามารถปรับเปลี่ยนค่าจาก “Flipping” ซึ่งเป็นตัวแปรอ้างอิงในการสร้างชิ้นงาน

เอลิเมนต์ลำดับที่สองแบบพื้นผิวสามเหลี่ยม (Second Order Triangular Shell Element)

เอลิเมนต์ลำดับที่สองแบบพื้นผิวสามเหลี่ยม สร้างจากเส้นโค้งพาราโบลา (parabolic) โดยแต่ละเอลิเมนต์จะมี 6 โหนด (3 โหนดอยู่ที่มุม และ 3 โหนดอยู่ระหว่างกึ่งกลาง) ในแต่ละโหนดจะมีระดับขั้นความเสรีเท่ากับ 6 (เคลื่อนที่ 3 ทิศทาง และหมุนรอบ 3 แกน) ที่ขอบและพื้นผิวของเอลิเมนต์จะสามารถลงบนขอบโค้งของชิ้นส่วนเมื่อสร้างโมเดลเอลิเมนต์

การเลือกระหว่างเอลิเมนต์ทรงตัน และ เอลิเมนต์ผนังบาง

ชิ้นงานที่นำมาวิเคราะห์ สามารถเลือกใช้ได้ทั้งสองแบบ คือเอลิเมนต์แบบทรงตัน (solid) และเอลิเมนต์แบบผนังบาง (Shell) ตัวอย่างเช่นท่อโค้งที่พยายามทำให้การวิเคราะห์คำนวณง่าย จึงลดรูปของเอลิเมนต์จากชิ้นงานทรงตัน มาเป็นเอลิเมนต์แบบผนังบาง เป็นต้น การเลือกเอลิเมนต์จะต้องพิจารณาความเหมาะสม เช่น ชิ้นงานที่เกิดจากการหล่อขึ้นรูปควรใช้เอลิเมนต์แบบทรงตัน หรือชิ้นงานที่มีความหนาแน่นเท่ากันเป็นช่วง สามารถใช้เอลิเมนต์แบบทรงตัน และแบบผนังบาง โดยนำตำแหน่งกึ่งกลางของชิ้นงานมาวิเคราะห์

2.4.2.3 ความเค้นหลัก (Principal Stress)

ความเค้นเกิดจากแรงกระทำในทิศทางมาตรฐาน 3 แนวแกน การเขียนตัวแปรแทนความเค้นในระบบ 3 มิติจะคล้ายกับระบบ 2 มิติ ในการหาค่าความเค้นสูงสุดในแต่ละระนาบเราเรียกว่าความเค้นหลัก (principal stress) ซึ่งมีทิศทางตั้งฉากกับระนาบที่มีค่าความเค้นเฉือนเท่ากับศูนย์

ความเค้น Octahedral

หลังจากการพิจารณาค่าความเค้นหลัก σ_1 , σ_2 และ σ_3 เราสามารถหาระนาบได้อีกระนาบหนึ่งโดยระนาบนี้จะไปตามตำแหน่ง ABC ซึ่งเราเรียกระนาบนี้ว่า “ระนาบ Octahedral” เราสามารถตัด

มุมของแท่งสี่เหลี่ยมคั่นออกได้แปดมุม หรือจะ ได้ทั้งหมด 8 ระบาย และแต่ละระบายจะมีขนาดของความคั่นเท่ากัน

ความหนาแน่นของความเค้น (Stress Concentration)

ชิ้นงานที่มีหน้าตัดสม่ำเสมอ เมื่อรับแรงที่มีขนาดคงที่ การกระจายของความเค้นจะมีค่าสม่ำเสมอคงที่ตลอดหน้าตัด แต่ในกรณีที่มีหน้าตัดมีการเปลี่ยนแปลงแบบทันที เช่น ทำเป็นร่อง รูเจาะ และลบมุม การกระจายของความเค้นบนหน้าตัดตรงตำแหน่งที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้นจะเป็นไปอย่างไม่สม่ำเสมอ ผลของความไม่ต่อเนื่อง (discontinuity) ของพื้นที่หน้าตัดของแท่งวัสดุทำให้เกิดความเค้นหนาแน่นซึ่งแสดงให้เห็นเป็นเส้นการไหลของความเค้น (stress trajectory) บนหน้าตัดที่มีการเปลี่ยนแปลงนั้น เราสามารถคำนวณความเค้นสูงสุดที่เกิดขึ้นจริงจากความเค้นเฉลี่ย

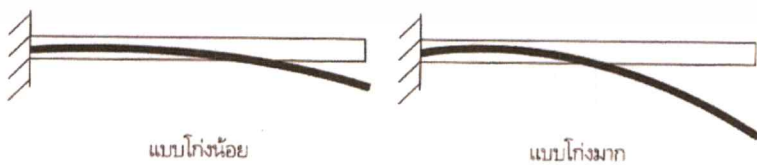
2.4.2.4 ทฤษฎีความเสียหาย

การออกแบบชิ้นส่วนให้สามารถรับแรงได้อย่างปลอดภัย ผู้ออกแบบต้องแน่ใจว่าความเค้นที่เกิดขึ้นภายในชิ้นส่วนไม่เกินค่าความแข็งแรงของวัสดุที่ใช้ทำชิ้นส่วนนั้น ถ้าเป็นวัสดุประเภทเหนียวอ่อน (ductile material) จะให้ความสำคัญกับค่าความเค้นที่จุดคราก (yield strength ; S_y) เพราะเป็นความเค้นที่ทำให้วัสดุเริ่มต้นเปลี่ยนรูปร่างอย่างถาวร อันจะทำให้ชิ้นส่วนเสียหาย

วัสดุที่มีคุณสมบัติเปราะหลายชนิดเช่นเหล็กหล่อ จะไม่มีความเค้นที่จุดคราก จึงต้องใช้ค่าความเค้นประลัย (ultimate strength) เป็นเกณฑ์กำหนดความเสียหายในการออกแบบ ในงานออกแบบที่ใช้วัสดุประเภทเปราะจะต้องไม่ลืมว่าความเค้นอัดประลัย (ultimate compressive strength) มีค่ามากกว่าความเค้นดึงประลัย (ultimate tensile strength) ส่วนกรณีวัสดุเหนียวอ่อน ค่าความเค้นดึงประลัย (ultimate tensile strength) กับค่าความเค้นอัดประลัย จะมีค่าเท่ากัน

ระยะการโค้งงอ

ชิ้นงานที่นำมาวิเคราะห์จะมีความแตกต่างกันมากในเรื่องของการเสียรูป เพราะในการปรับตั้งค่าสามารถกระทำได้ โดยปรับค่าเป็นการแสดงภาพการ โค้งงอสองแบบคือ แบบโค้งน้อย (small) และแบบโค้งมาก (large)



ภาพที่ 2.32 เปรียบเทียบปริมาณการ โค้งงอ

การจับยึดชิ้นงานจะมีผลโดยตรงต่อการเสีรูปร่างของชิ้นงาน และความแข็งแรง (stiffness) ของชิ้นงาน ซึ่งถือว่าเป็นคุณสมบัติหนึ่งของวัสดุ

แรงกระทำสถิต (Static Loads)

แรงกระทำสถิต หมายถึงแรงกระทำต่อชิ้นงานที่มีค่าคงที่ทั้งขนาด และทิศทาง ซึ่งจะไม่แปรเปลี่ยนไปตามเวลา ดังนั้นจึงมีข้อจำกัดที่ไม่สามารถจะวิเคราะห์การณีของแรงกระทำแบบอื่น ๆ ได้แก่ แรงกระแทก, แรงจากการพุ่งชน เป็นต้น

แรงบางประเภทที่มีตัวแปรของเวลา แต่สามารถนำมาวิเคราะห์ในแบบของแรงสถิต ได้แก่ แรงโน้มถ่วง, แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (centrifugal forces), แรงขันตึงสลักเกลียว (bolt preloads) เป็นต้น

แรงแบบไดนามิกมักจะวิเคราะห์เฉพาะกรณีที่แรงมีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในช่วงเวลาสั้น ๆ (transient) หรือกรณีทดสอบการตกของชิ้นงาน (drop test) หรือการวิเคราะห์การสั่นสะเทือน ซึ่งกรณีเหล่านี้ผู้ออกแบบจะใช้โหมดไดนามิกเข้ามาวิเคราะห์

หน่วยที่ใช้ในการวัด (Units of Measurement)

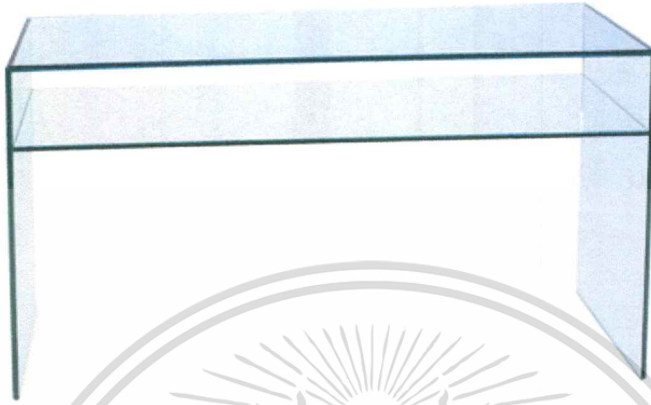
COSMOSWorks จะใช้หน่วย SI (System of Units) เป็นหลัก โดยข้อมูลที่รองรับการใช้งานจะมี 3 ระบบ คือ SI, Metric และ English โดยสรุปค่า และความสัมพันธ์ของหน่วยดังแสดงในตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 แสดงความสัมพันธ์ของหน่วยในแต่ละระบบ

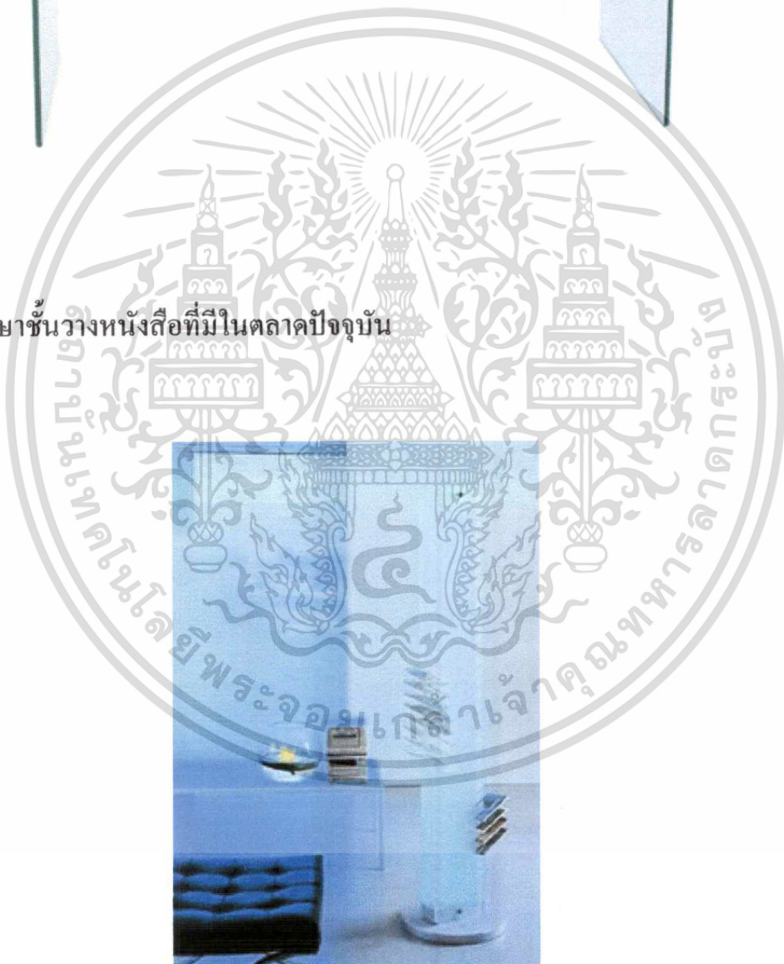
	หน่วย SI (SI)	หน่วย Metric (MKS)	หน่วย English
น้ำหนัก (mass)	kg	kg	lb
ความยาว (length)	m	cm	in
เวลา (time)	s	s	s
แรง (force)	N	kgf	lb
ความหนาแน่น (density)	kg/m ³	kg/m ³	lb/in ³
อุณหภูมิ	K	C	F

2.5 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.33 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

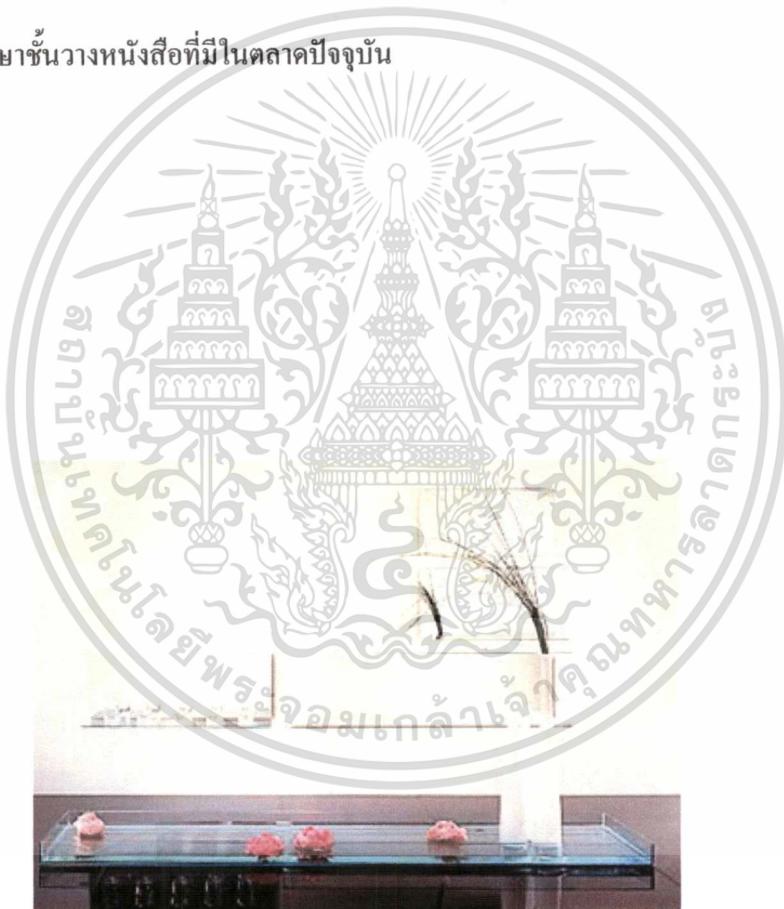


ภาพที่ 2.34 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

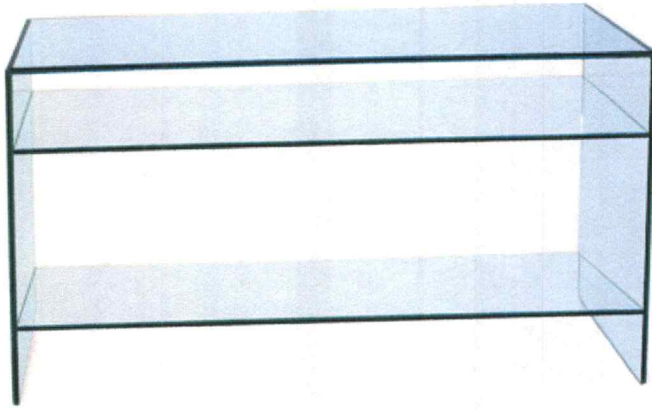


ภาพที่ 2.35 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาคปัจจุบัน



ภาพที่ 2.36 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาคปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

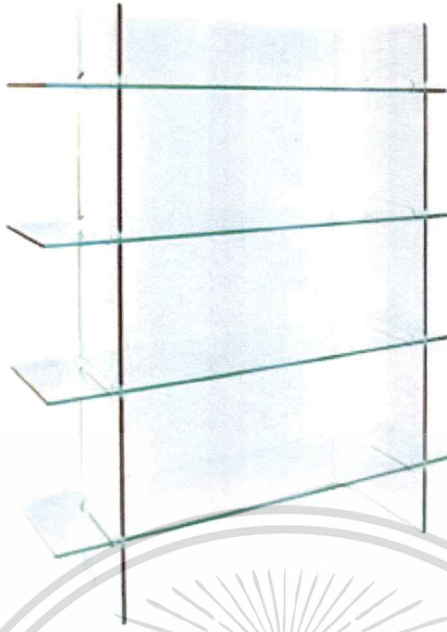


ภาพที่ 2.37 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.38 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

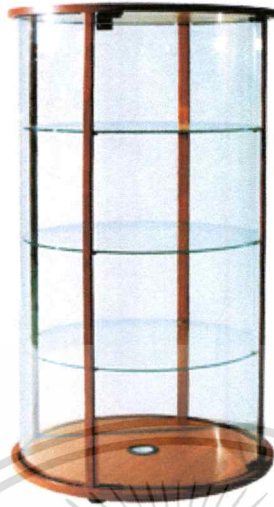


ภาพที่ 2.39 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.40 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.41 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.42 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

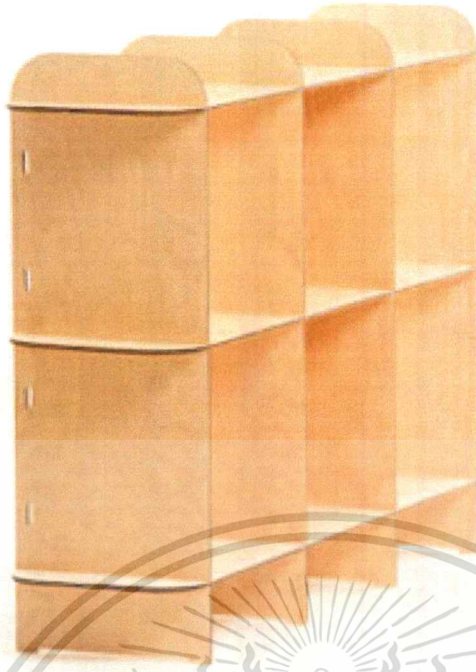


ภาพที่ 2.43 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

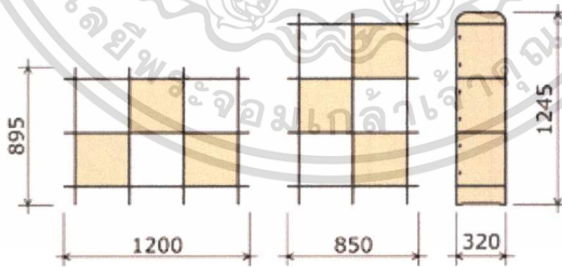


ภาพที่ 2.44 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

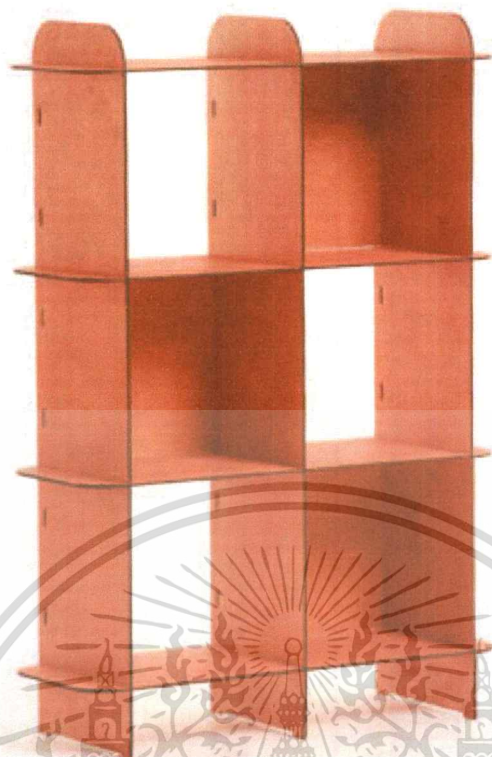


ภาพที่ 2.45 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.46 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

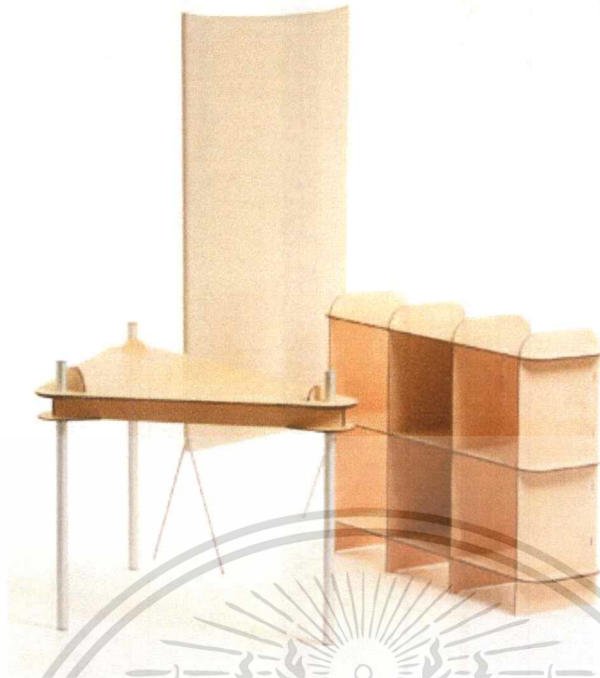
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



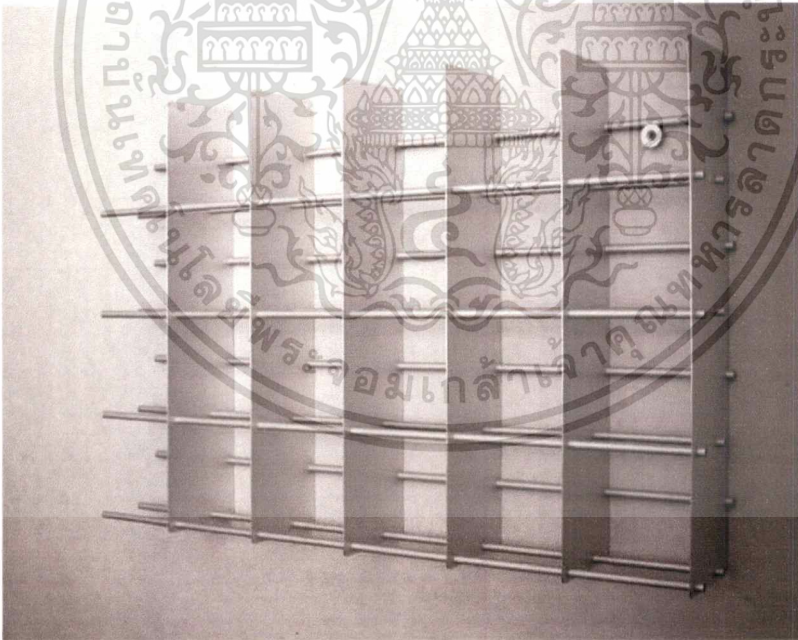
ภาพที่ 2.47 ชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

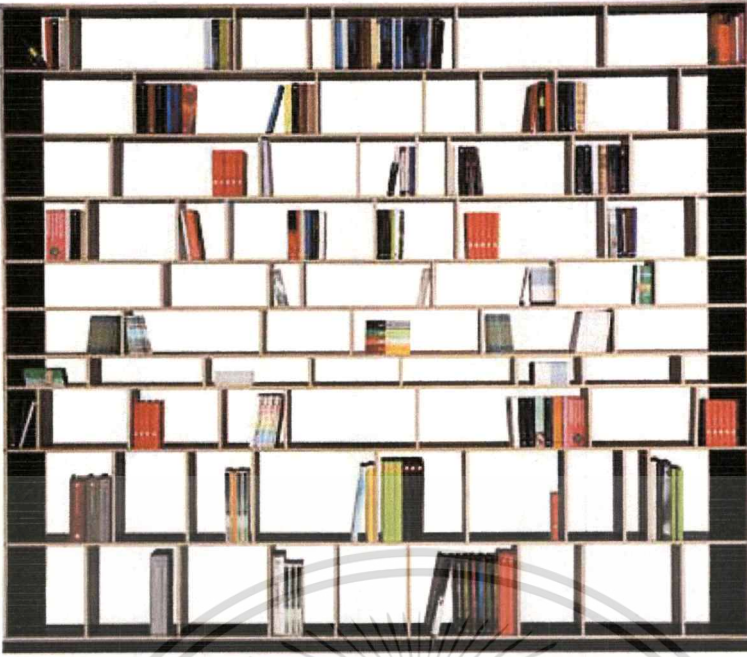


ภาพที่ 2.48 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาด

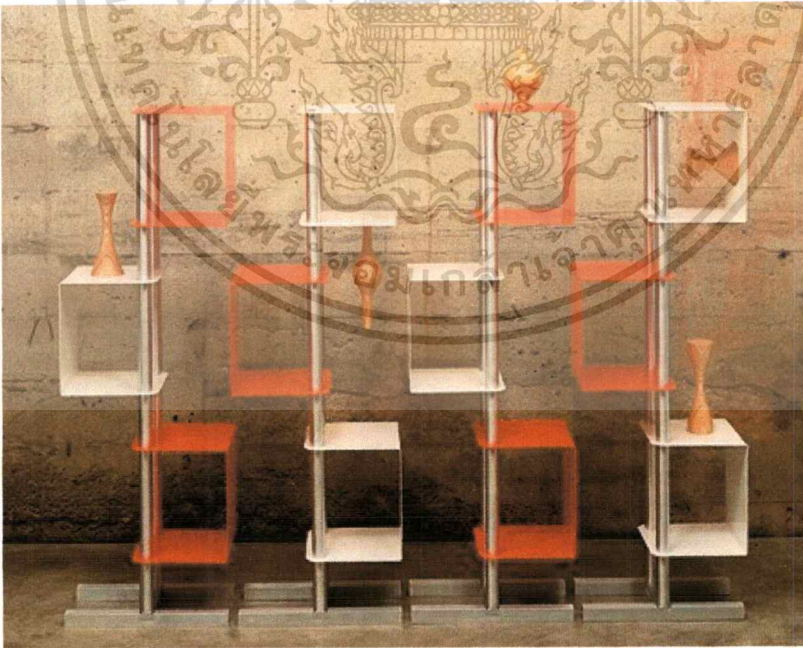


ภาพที่ 2.49 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

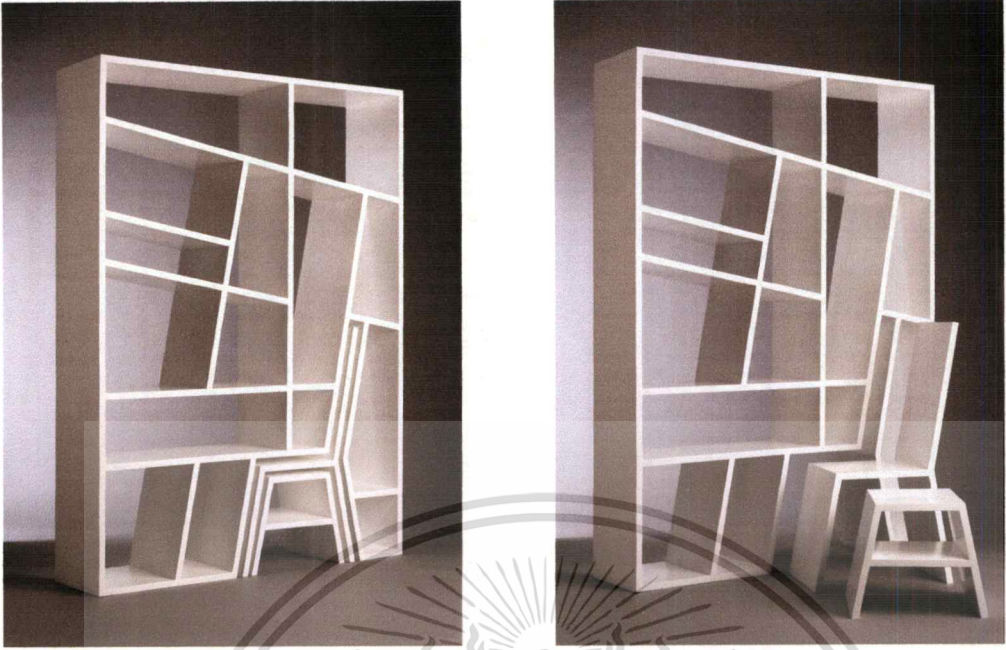


ภาพที่ 2.50 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

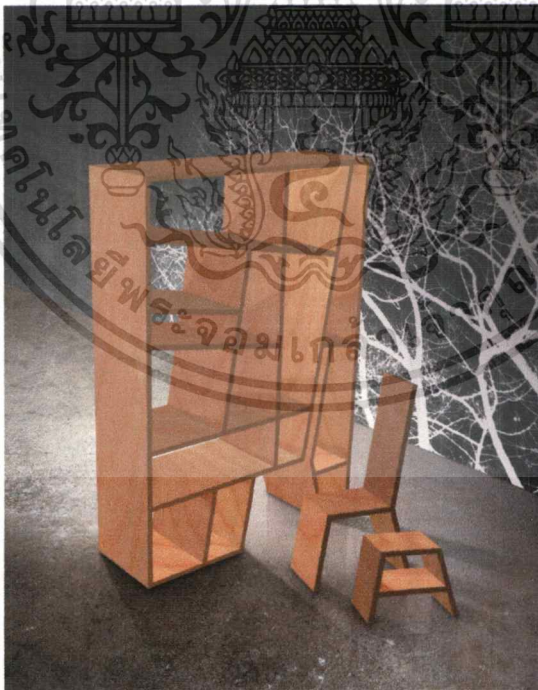


ภาพที่ 2.51 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.52 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน



ภาพที่ 2.53 ศึกษาชั้นวางหนังสือที่มีในตลาดปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องของผู้วิจัยหมายถึง งานวิจัยให้ข้อมูลบางอย่างที่ใกล้เคียง ซึ่งผู้วิจัยสามารถนำมาประยุกต์ ปรับใช้ กับงานวิจัยของโครงการนี้โดยมุ่งสาระตรงที่แนวทางของการศึกษา เพื่อพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ งานวิจัยดังกล่าวอาจมีวัตถุประสงค์ที่ต่างกัน แต่ละกระบวนการและวิธีดำเนินการวิจัยนั้นมีแนวทางใกล้เคียงกัน ผู้วิจัยจึงขอนำมาอ้างอิงเป็นกรณีศึกษาในงานวิจัยครั้งนี้ อันได้แก่

ชัชรินทร์ สถิตธำมรงค์ (2547) การศึกษาและพัฒนาชุดเฟอร์นิเจอร์รับแขกภายในสำหรับบ้านเชื้ออาหาร

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาและพัฒนารูปแบบเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกภายในสำหรับบ้านเชื้ออาหาร รังสิต คลอง 3 ปทุมธานี เพื่อประเมินรูปแบบเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกตามความคิดเห็นของผู้บริโภค และผู้เชี่ยวชาญและเพื่อทดสอบความแข็งแรงของชุดรับแขกตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยคือครอบครัวในโครงการบ้านเชื้ออาหาร ถนนเลียบคลอง 3 ตำบลคลอง 3 อำเภอคลองหลวง จังหวัดปทุมธานี จำนวน 60 คน เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัยแบบทดสอบตามถึงความต้องการเบื้องต้น แบบประเมินผู้ทรงคุณวุฒิ และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้เฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกภายใน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการวิจัยพบว่า

ผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ด้าน ทางด้านการผลิต วัสดุ และรูปแบบพบว่า ค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 4.03 ซึ่งหมายความว่า ผลการประเมินของชุดเฟอร์นิเจอร์รับแขกภายในบ้านเชื้ออาหาร ทั้ง 3 ด้าน ทางด้านการผลิต วัสดุ และรูปแบบ ทุกด้านโดยรวมอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ผลการประเมินความพึง ทั้ง 3 ด้าน ทางด้านราคาวัสดุ และรูปแบบ พบว่าค่าเฉลี่ยรวมค่าเท่ากับ 3.85 ซึ่งหมายความว่า ผลการประเมินของชุดรับแขกเฟอร์นิเจอร์รับแขกภายในสำหรับบ้านเชื้ออาหาร โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมาก

ผลทดสอบความแข็งแรงของชุดรับแขกภายในสำหรับบ้านเชื้ออาหาร โดยมีขนาด W 500 x L 1,200 x H 400 (โต๊ะกลาง) W 510 x D 710 x H 890 SH 505 (เก้าอี้ 1 ที่นั่ง) และ W 1,135 x D 710 x H 890 SH 505 (เก้าอี้) ได้ผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรมที่กำหนดไว้คือ BS4875 Level 3

อัศรพล ใจรักษ์ (2547) การพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ ชุดรับแขกจากไม้ยางพาราสำหรับบ้านพักอาศัยขนาดกลาง

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการศึกษาพัฒนารูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ ชุดรับแขกให้ตรงกับความต้องการของผู้บริโภค และตรงกับความต้องการของตลาด เพื่อพัฒนาทางด้านรูปลักษณะใหม่ของเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกเป็นการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลิตภัณฑ์

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือกลุ่มผู้ใช้เฟอร์นิเจอร์จำนวน 40 ครอบครัวในโครงการบ้านจัดสรรทั่วไป มีรายได้ระดับ 25,000 บาท ขึ้นไปต่อเดือน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามถึงความต้องการเบื้องต้น และรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ 3 ท่าน และแบบประเมินความพึงพอใจในการใช้เฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกที่ผลิตจากไม้ยางพารา การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย ร้อยละ

ผลการวิจัยพบว่า

ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการออกแบบ 3 ท่าน ได้ประเมินทางด้านรูปแบบ, การออกแบบ และการผลิต มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.10 ผู้ใช้ประเมินในด้านรูปแบบ, รูปลักษณะ การใช้งานและราคามีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 3.20 สรุปได้ว่า ผลการประเมินการพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ชุดรับแขกจากไม้ยางพาราโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจค่อนข้างสูง (คะแนน 1-4 หมายถึง จากต่ำ ถึงสูง)

อานนท์ ไพโรจน์ (2545) การออกแบบปรับปรุงและพัฒนาชุดเฟอร์นิเจอร์พักผ่อนภายนอกอาคารจากไม้เทียม สำหรับบ้านพักอาศัย

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์คือ การนำวัสดุสมัยใหม่มาใช้ทดแทนวัสดุจากธรรมชาติ โดยเฉพาะไม้จริง (Solid Wood) ที่ได้จากการ Recycle ผ่านการสังเคราะห์ปรุงแต่งเกิดเป็นวัสดุใหม่ที่เรียกว่าไม้เทียม (Plastic Lumber) ซึ่งเป็นอีกแนวทางหนึ่งที่นักออกแบบ ผู้ผลิต สามารถนำไปเป็นแนวคิดและแนวทางของการพัฒนาอุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์เพื่อให้สอดคล้องกับการใช้งานของกลุ่มเป้าหมาย หรือใช้ได้อีกแนวทางหนึ่ง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย คือ ครอบครัวที่อยู่อาศัยในโครงการบ้านจัดสรรจำนวน 60 ครอบครัว โดยใช้เครื่องมือที่มาใช้ในการวิจัยเป็นแบบสอบถามความต้องการเบื้องต้นในด้านความพึงพอใจของวัสดุและรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ประเมินต่อผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 4 ท่าน การวิเคราะห์ข้อมูลใช้ค่าเฉลี่ย และค่าร้อยละ

ผลจากการวิจัยพบว่า ผู้ใช้ประเมินความพึงพอใจในด้านวัสดุไม้เทียม รูปแบบค่าเฉลี่ย 2.80 ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินในด้านวัสดุ รูปแบบมีค่าเฉลี่ย 3.20 จึงสรุปได้ว่า การพัฒนาเฟอร์นิเจอร์นอกจากไม้เทียมนั้นโดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจที่ยอมรับได้ดี

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

วิธีการดำเนินการวิจัยการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้า ทฤษฎี เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ โดยมีขั้นตอนดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 วิธีการสร้างเครื่องมือ
- 3.4 การตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือ
- 3.5 ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบ
- 3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.8 สถิติที่ใช้ในการวิจัย

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรคือกลุ่มผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 100 คน โดย จะทำการสุ่มกลุ่มตัวอย่างเพื่อทำการวิจัยขั้นต่อไป

กลุ่มตัวอย่าง คือ ตัวแทนของประชากรที่ใช้วิธีการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) แล้วใช้ตารางสำเร็จรูปของ Robert V.Krejcie (อ้างอิงใน เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม.2546:23) ซึ่งจำนวนของกลุ่มตัวอย่างที่มีความสัมพันธ์กับขนาดของจำนวนประชากร ใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 50 คน

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบสอบถามที่ผู้วิจัยทำขึ้น โดยทฤษฎีเอกสารและผลงานที่เกี่ยวข้อง โดยมีกระบวนการดังนี้

- ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีเอกสารทางวิชาการและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

- สร้างแบบสอบถาม โดยผู้วิจัย ได้ทำการศึกษาจากงานวิจัยที่ใกล้เคียงแล้วนำมาประยุกต์พัฒนาปรับปรุงให้เหมาะสมสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยในครั้งนี้
- นำแบบสอบถามที่สร้างขึ้นมาเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาที่ควบคุมงานวิจัย ช่วยตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของงานวิจัยครั้งนี้ แล้วนำมาให้ผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบ เพื่อให้เกิดความเที่ยงตรงถูกต้องและชัดเจนในเนื้อหาของแบบสอบถาม (Index Item of Congruent:IOC)

3.3 วิธีสร้างเครื่องมือ

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีวิธีการสร้างเครื่องมือเพื่อใช้ในการดำเนินการวิจัยดังนี้

3.3.1 ขั้นการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยสร้างเครื่องมือเพื่อใช้เป็นแบบประเมินงานวิจัยในครั้งนี้ โดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ 2 ด้าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบ 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญทางการผลิตและวัสดุ 3 ท่าน รวมทั้งหมด 6 ท่าน ลักษณะของเครื่องมือวิจัยแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบ คือ

3.3.1.1 แบบสอบถามการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด(มหาชน)ผู้วิจัยได้กรอบและแนวความคิดในการออกแบบเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม(Industrial Design Tecnology) อุดมศักดิ์ สาริบุตร.2549 มีดังนี้

- หน้าที่ใช้สอย (Function)
- ความปลอดภัย (Safety)
- ความแข็งแรงทนทาน (Durability)
- ความประหยัด (Economic)
- วัสดุ (Material)
- โครงสร้าง (Construction)
- ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)
- ความสวยงาม (Aesthetic)
- มีลักษณะเฉพาะ (Personality)
- กรรมวิธีการผลิต (Production)
- การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)
- การขนส่ง (Delivery System)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของแบบสอบถามสำหรับผู้เชี่ยวชาญแบ่งเป็น 2 ตอน

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญในประเด็นสำคัญ 12 ด้าน จากข้อคำถามของหัวข้อใหญ่ จะแบ่งเป็นหัวข้อย่อยจากหัวข้อจากหัวข้อใหญ่มีจำนวนทั้งสิ้น 32 ข้อ โดยให้คะแนนระดับความคิดเห็นในแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ คือ

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง ปานกลาง

2 หมายถึง พอใช้

1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ตอนที่ 2 ข้อเสนอแนะจากผู้เชี่ยวชาญ โดยให้อิสระจากการตอบความพอใจของผู้ใช้บริการ (Open End) เพื่อเป็นประโยชน์สามารถนำไปประกอบเป็นข้อมูลในการวิเคราะห์เพื่อการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ต่อไปได้

3.3.1.2 สร้างแบบร่างชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ตามกรอบแนวคิดและทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย จำนวน 3 รูปแบบ แล้วขอคำปรึกษากับผู้เชี่ยวชาญจากนั้นตัดสินใจเลือกรูปแบบที่ดีที่สุด

3.3.2 ขั้นตอนทดสอบด้านการผลิตภัณฑที่สามารถรับน้ำหนักหนังสือโดยการใช้โปรแกรม Finite Element © ผลการประเมินโดยกลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ผู้วิจัยนำมาวิเคราะห์แล้วสรุปโดยเลือกแบบที่ได้คะแนนเฉลี่ยในทุกๆด้านที่มากที่สุดมาเพียง 1 แบบ แล้วนำมาปรับปรุงให้สมบูรณ์ จากนั้นนำมาเขียนแบบเพื่อสร้างต้นแบบ

3.3.3 ขึ้นหาความพึงพอใจจากผู้บริโภค ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินดังนี้

3.3.3.1 ให้ผู้ใช้ทดสอบการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ผ่านการตรวจสอบความแข็งแรงที่สามารถรับน้ำหนักหนังสือโดยการใช้โปรแกรม Finite Element

3.3.3.2 สร้างแบบสอบถามในลักษณะเป็นแบบสัมภาษณ์เพื่อหาความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ทั้ง 2 ด้าน ตามกรอบทฤษฎีความพึงพอใจ (Cooper – Hewitt.1990.Design for Daily Life พิไลวรรณ ประกอบผล.2540.พฤติกรรมผู้บริโภค) คือ

- ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน

- ด้านความงามของรูปทรง

ลักษณะแบบสอบถามสำหรับกลุ่มตัวอย่างแบ่งเป็น 3 ขั้นตอน

ตอนที่ 1 สอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัว เช่น เพศ อายุ ระดับการศึกษา สถานะภาพ อาชีพและรายได้ ฯลฯ เพื่อเป็นข้อมูลพื้นฐานที่อธิบายลักษณะและภาพรวมของกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 สัมภาษณ์โดยใช้แบบสอบถามในด้านความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ทั้ง 2 ด้าน โดยมีข้อคำถามย่อยมีจำนวนทั้งสิ้น 7 ข้อ โดยให้คะแนนระดับความพึงพอใจในแต่ละข้อเป็น 5 ระดับ

ตอนที่ 3 เป็นการให้ข้อเสนอแนะ โดยให้ผู้ใช้งานสามารถตอบได้อย่างอิสระตามความพึงพอใจ (Open End) เพื่อเป็นประโยชน์สามารถนำไปพัฒนาต่อยอดให้ดียิ่งขึ้นต่อไป

3.4 การตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือ

ผู้วิจัยมีวิธีการตรวจสอบและทดสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยโดยนำเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามที่ปรับปรุงจนสมบูรณ์ถูกต้องแล้วนำมาเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิช่วยตรวจสอบแบบสอบถามเชิงเนื้อหา (Content Validity) ของคำถามในแต่ละข้อเพื่อให้ความสอดคล้องเที่ยงตรงถูกต้องกับวัตถุประสงค์ในแต่ละข้อ ระหว่างคำถามกับสิ่งที่ต้องการชี้วัดในการวิจัย (Index Item of Congruent) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด 3 ท่าน ดังนี้

1. ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ดร. ผดุงชัย ภูพัฒน์

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.5 ขั้นตอนการดำเนินการออกแบบ

ผู้วิจัยมีขั้นตอนการดำเนินการออกแบบดังนี้

3.5.1 ผลวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยคือแบบสอบถามประกอบกับแบบร่าง (Sketch Design) ที่ผ่านการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน จำนวน 6 ท่านเลือกแบบที่ได้คะแนนเฉลี่ยในทุกๆด้านที่มากที่สุด มาเพียง 1 แบบ แล้วนำมาพัฒนาปรับปรุงให้สมบูรณ์

3.5.2 เขียนแบบเท่าขนาดสัดส่วนจริง

3.5.3 นำแบบเข้าสู่การผลิตในระบบอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 สร้างต้นแบบ เพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนของการวิจัย ต่อไป

3.6 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล เป็น 3 ขั้นตอนดังนี้

3.6.1 ขั้นตอนการพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยผู้วิจัยได้ใช้แบบสอบถามที่ผ่านการตรวจสอบ (IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด 3 ท่าน ที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงจนสมบูรณ์แล้วนำมาประกอบกับแบบร่างชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 3 แบบ จากนั้นนำไปให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้าน ช่วยทำการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญทั้ง 2 ด้านมีรายชื่อดังต่อไปนี้

- กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านออกแบบ

1. อาจารย์บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. รองศาสตราจารย์ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดกภิบาล

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. รองศาสตราจารย์นพคุณ นิสามณี

คณะศิลปศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

-กลุ่มผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุและการผลิต

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชนศ ภิรมย์การ

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. คุณสุดใจ วงศ์สุรการ

ผู้จัดการ บริษัทมาลาพลาส จำกัด

3. คุณ ฐานันตร์ สดแสงสุข

ผู้จัดการ บริษัทมาลาพลาส จำกัด

จากนั้นผู้วิจัยเก็บข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 6 ท่าน ได้ ประเมิน นำสู่การวิเคราะห์เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์มาสรุปหาแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ได้คะแนนเฉลี่ยในทุกๆด้าน ให้ได้มากที่สุด จากนั้นนำมาปรับปรุงสู่กระบวนการเขียนแบบ แล้วนำไปสร้างต้นแบบ เพื่อนำไปทดสอบในขั้นตอนต่อไป

3.6.2 ขั้นตอนการทดสอบความแข็งแรงที่ผ่านการตรวจสอบความแข็งแรงที่สามารถรับน้ำหนักหนังสือโดยการใช้โปรแกรม Finite Element @ โดยทางผู้วิจัยมีวิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลดังนี้

นำโปรแกรมที่ทำการออกแบบในรูปแบบ 3 มิติในรูปทรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ต้นแบบ มาทำการคำนวณและ ตรวจสอบสภาพความสมบูรณ์ในทุกๆ ส่วนของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ก่อนทำการทดสอบ แล้วทำการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Finite Element ® ในการทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ทีละขั้นตอน โดยผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยการสังเกตและการบันทึกด้วยการบันทึกในทุกขั้นตอนของการทดสอบเก็บไว้เป็นหลักฐาน ข้อมูลที่ได้ เก็บรวบรวมไว้เพื่อนำไปอธิบายผลของการวิจัยในครั้งนี้

3.6.3 ขั้นตอนความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคผู้วิจัยใช้วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการนำชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่ผ่านการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Finite Element ® หลังจากนั้นนำต้นแบบไปให้ผู้ใช้คือกลุ่มตัวอย่างที่เป็นผู้ใช้บริการร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 50 คน ทดสอบการใช้แล้วสัมภาษณ์ด้วยแบบสอบถามเพื่อหาความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ทั้ง 2 ด้าน แล้วเก็บรวบรวมข้อมูลโดยการถ่ายภาพของผู้ใช้ในขณะที่ใช้งานชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ไว้เป็นหลักฐาน และบันทึกคำตอบของผู้ใช้ให้การสัมภาษณ์ลงในแบบสอบถามที่ผู้วิจัยจัดทำขึ้น พร้อมข้อเสนอแนะอื่นๆ ลงในตอนท้ายของแบบสอบถามแล้วนำมาวิเคราะห์เพื่ออธิบายผลของการวิจัย

3.7 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นการทดสอบโดยใช้โปรแกรม Finite Element ® นำเสนอโดยหลักฐานการทดสอบในแต่ละขั้นตอนของการทดสอบพร้อมคำอธิบายความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการอภิปราย

ขั้นตอนความพึงพอใจจากผู้ใช้ คำตอบที่ได้จากแบบสอบถามและการสัมภาษณ์จากกลุ่มตัวอย่างผู้วิจัยทำการเก็บรวบรวมข้อมูลทั้งหมดบันทึกลงโดยการลงรหัสด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS เพื่อนำไปประมวลผลในการวิเคราะห์ แล้วนำเสนอผลของการวิจัยในรูปแบบตาราง พร้อมทั้งคำอธิบายผลของการวิจัย

3.8 สถิติที่ใช้วิเคราะห์ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ สถิติ

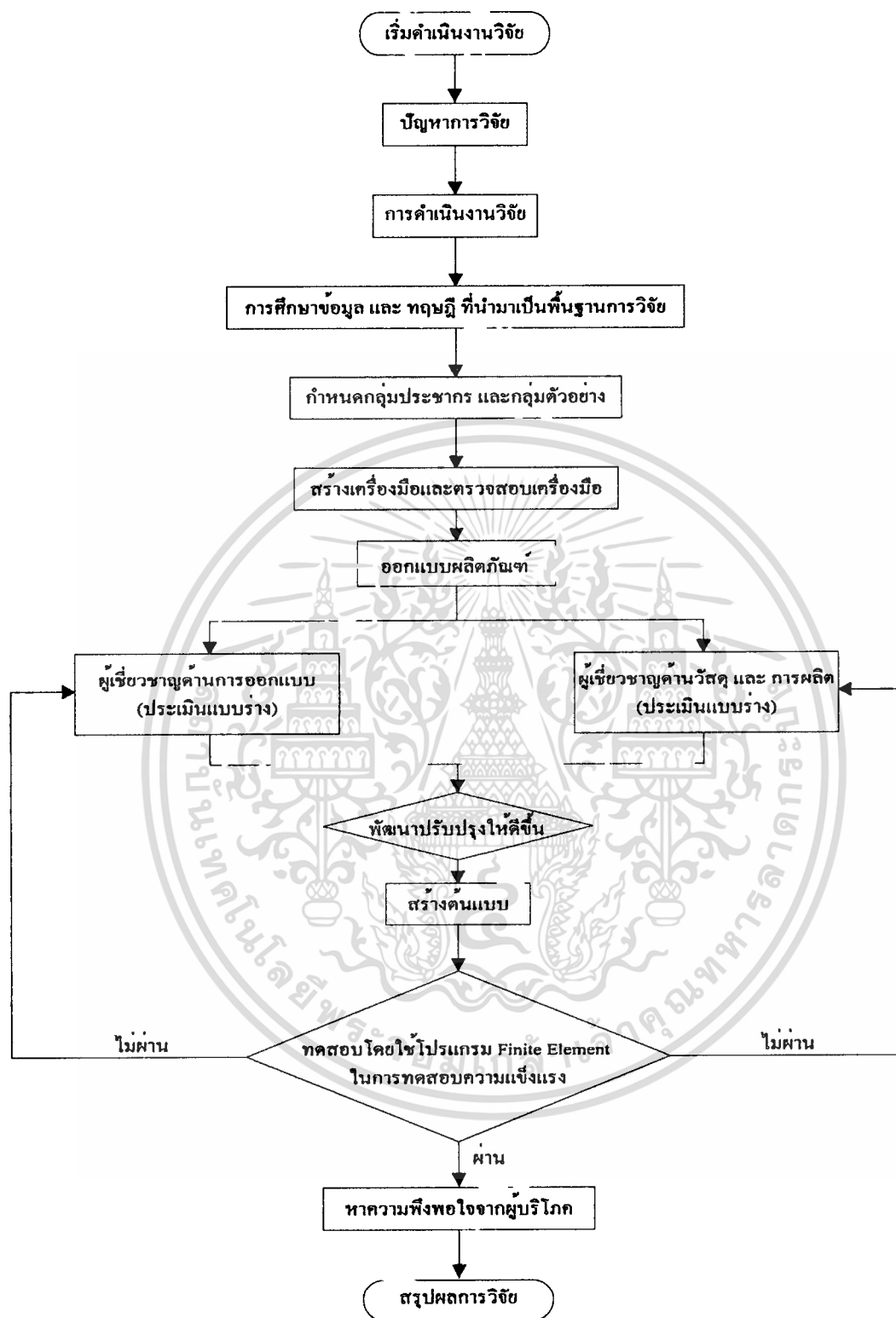
ค่าเฉลี่ย (mean)

ค่าความเบี่ยงเบน (Standard Deviation)

ค่าร้อยละ (Percentage)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย (RESEARCH AND DEVELOPMENT DIAGRAM)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยได้เก็บรวบรวมข้อมูลและวิเคราะห์ข้อมูล ตามแต่ละขั้นตอน ดังนี้

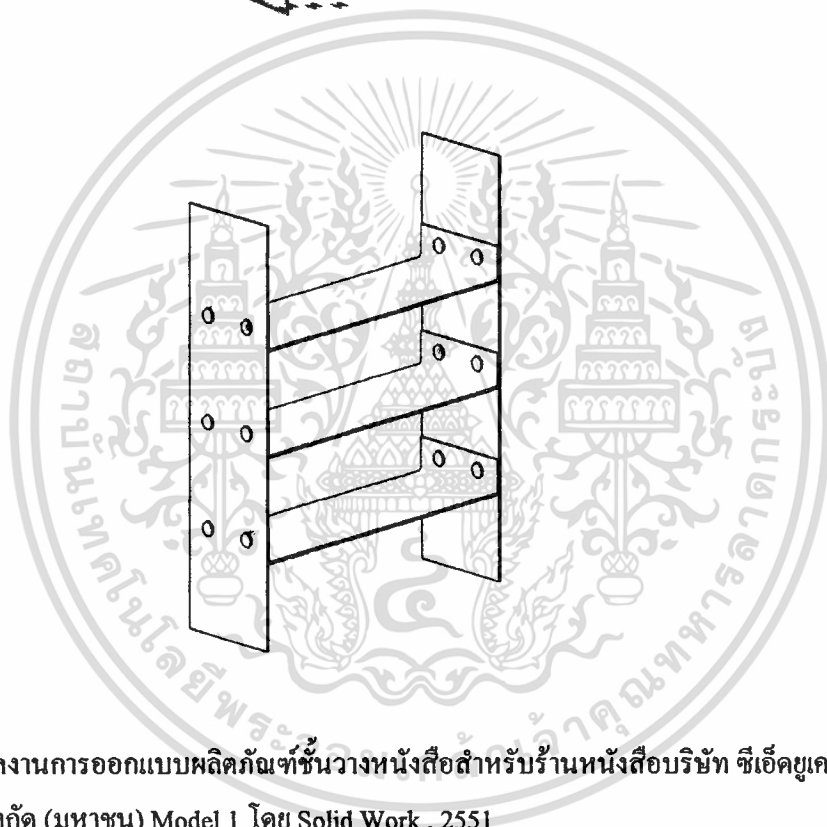
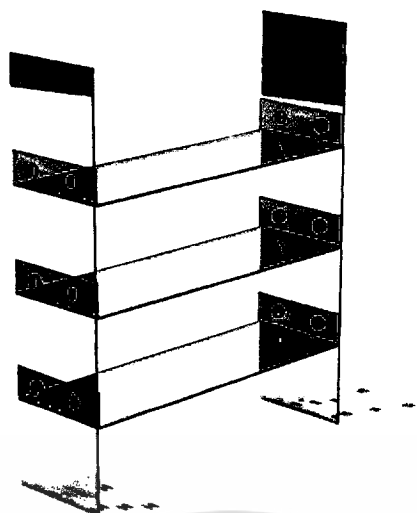
4.1 ผลสรุปการประเมินผลของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ วัสดุและการผลิต ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

4.2 ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีต่อสื่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

4.3 ผลสรุปการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือ

4.1 ผลสรุปการประเมินผลการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

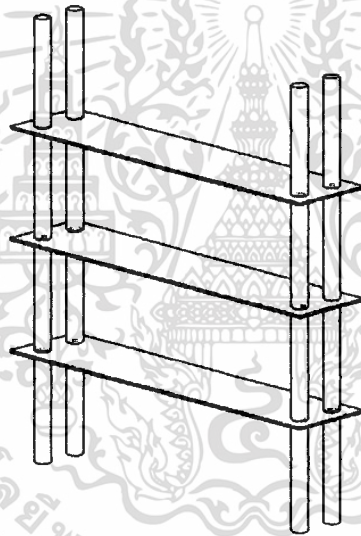
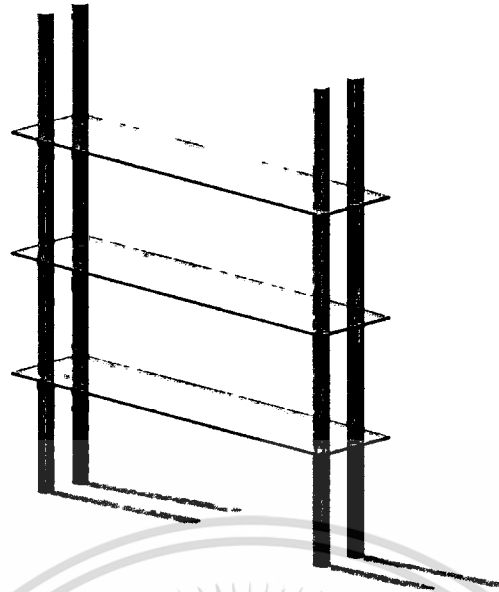
ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 3 รูปแบบ ให้เป็นทางเลือกเพื่อสำหรับประเมินผลตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน และ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านวัสดุ การผลิต จำนวน 3 ท่าน ดังนี้



ภาพที่ 4.1 ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 1 โดย Solid Work , 2551

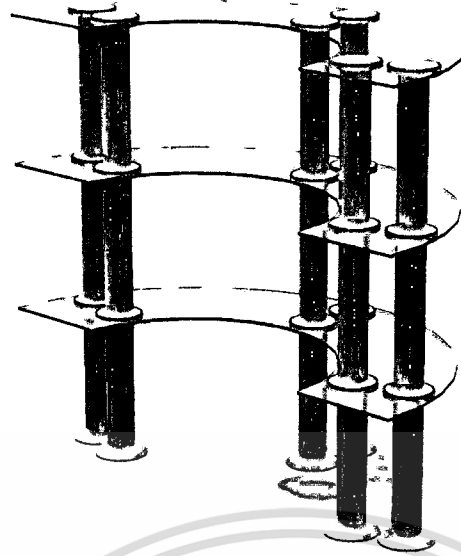
ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 1 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบรูปทรงที่เรียบง่าย และมีความทันสมัยในการใช้ตัวของวัสดุ โดยการคำนึงถึงความแข็งแรงทนทานต่อการวางหนังสือ เป็นการออกแบบที่สามารถแสดงถึงชั้นวางหนังสือ 20 อันดับหนังสือขายดีที่สามารถนำเสนอหนังสือได้ทุกหมวดหมู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 2 โดย Solid Work , 2551

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 2 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบรูปทรงที่เรียบง่าย และมีความทันสมัยในการใช้ตัวของวัสดุ โดยการคำนึงถึงระบบการผลิตที่ง่าย สามารถขนย้ายได้ สะดวก บำรุงรักษาได้ง่าย



ภาพที่ 4.3 ผลงานการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) Model 3 โดย Solid Work , 2551

ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 3 นั้น มีแนวคิดในการออกแบบโดยเน้นการใช้งานในรูปแบบรูปทรงที่หรูหรา ภูมิความเป็นเอกลักษณ์ สามารถมองดูหนังสือได้รอบตัวและมีความทันสมัยในการใช้ตัวของวัสดุที่มีคุณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. สรุปผลการวิเคราะห์การประเมินผลด้านการออกแบบ วัสดุและการผลิต ชั้นวาง

หนังสือสำหรับร้านหนังสือ) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน

รายการ	Model 1		Model 2		Model 3	
	Mean	S.D.	Mean	S.D.	Mean	S.D.
1. หน้าที่ใช้สอย (Function)						
1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน	4.00	0.89	3.67	1.51	3.67	1.63
1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย	3.83	0.75	4.00	0.89	3.33	1.03
1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	4.17	0.75	3.67	0.82	3.50	1.05
รวม	4.00	0.67	3.78	0.96	3.5	1.15
2. ความปลอดภัย (Safety)						
2.2 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	4.33	0.82	3.83	0.98	3.83	1.17
2.3 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน	4.50	0.55	3.67	1.21	3.83	1.17
รวม	4.42	0.66	3.75	1.08	3.83	1.17
3. ความแข็งแรงทนทาน (Durability)						
3.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง	4.00	0.89	3.83	0.98	4.17	0.98
3.2 วัสดุและอุปกรณ์มีความแข็งแรง	4.00	0.63	3.83	0.75	4.33	0.52
3.3 รับน้ำหนักได้ดี	4.17	0.98	3.83	0.98	4.33	0.82
รวม	4.06	0.74	3.83	0.86	4.28	0.71
4. ความประหยัด (Economic)						
4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด	3.83	1.17	3.67	1.03	3.17	0.75
4.2 มีของเสียในการผลิตมีน้อย	4.00	0.89	3.83	0.98	3.50	0.55
รวม	3.92	0.92	3.75	0.82	3.33	0.41
5. วัสดุ (Material)						
5.1 วัสดุมีความเหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์	4.17	1.17	4.17	0.75	3.83	1.17
5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ	4.17	1.17	3.67	1.21	3.50	1.38
5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม	3.67	0.82	3.50	0.84	3.50	0.84
5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ	4.33	0.52	4.00	0.89	4.00	0.89
5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย	4.00	0.89	4.00	0.89	4.00	0.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. (ต่อ)

รายการ	Model 1		Model 2		Model 3	
	Mean	S.D.	Mean	รายการ	Mean	S.D.
รวม	4.07	0.74	3.87	0.82	3.77	0.92
6. โครงสร้าง (Construction)						
6.1 โครงสร้างแข็งแรง	4.17	0.75	3.83	0.75	4.33	0.82
6.2 โครงสร้างผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม	4.33	0.52	3.33	1.03	3.83	1.60
รวม	4.25	0.61	3.58	0.80	4.08	1.11
7. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)						
7.1 สามารถเห็นเด่นชัด	4.50	0.55	3.83	0.98	4.00	1.10
7.2 ง่ายต่อการค้นหาหนังสือ	4.33	0.82	3.83	0.98	4.17	0.75
7.3 สัดส่วนมีขนาดเหมาะสม	4.00	0.89	3.67	1.21	3.50	1.38
รวม	4.28	0.71	3.78	0.96	3.89	0.96
8. ความสวยงาม (Aesthetic)						
8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	4.17	0.75	3.83	0.98	4.33	1.21
8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	4.17	1.17	3.50	1.05	4.00	1.26
8.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ	3.83	0.75	3.67	0.82	4.00	1.26
8.4 มีความปราณีต	4.17	0.75	3.83	0.75	3.83	1.17
รวม	4.08	0.75	3.17	0.80	4.04	1.19
9. มีลักษณะเฉพาะ (Personality)						
9.1 มีความเป็นเอกลักษณ์	3.83	1.17	3.33	1.37	3.50	1.52
9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม	3.67	1.03	3.50	1.05	3.83	1.17
รวม	3.75	1.08	3.42	1.20	3.67	1.33
10. กรรมวิธีการผลิต (Production)						
10.1 สะดวกต่อการผลิต	4.67	0.52	3.83	0.98	3.67	0.82
รวม	4.67	0.52	3.83	0.98	3.67	0.82
11. การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)						
11.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา	4.50	0.84	3.67	0.82	3.33	1.03
11.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง	4.17	0.75	3.67	0.82	3.50	0.84
รวม	4.33	0.61	3.67	0.75	3.42	0.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1. (ต่อ)

รายการ	Model 1		Model 2		Model 3	
	Mean	S.D.	Mean	รายการ	Mean	S.D.
12. การขนส่ง (Delivery System)						
12.1 สะดวกต่อการขนส่ง	4.17	0.75	4.00	0.89	4.00	0.63
12.2 ใช้พื้นที่ในการขนส่งน้อย	4.33	0.82	4.17	0.75	3.67	0.82
รวม	4.25	0.61	4.08	0.74	3.83	0.68
สรุปความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ	4.17	0.24	3.75	0.16	3.78	0.28

จากตารางที่ 4.1 พบว่าความเห็นโดยรวมของผู้ทรงคุณวุฒิ มีความเห็นในชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด แบบที่ 1 ว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.17$) ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 2 มีความเหมาะสมปานกลาง และ ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 3 มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.78$) ซึ่งในชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 1 นั้น ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นในทุกด้านว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ตามลำดับดังต่อไปนี้

1. กรรมวิธีการผลิต (Production) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.67$)
2. ความปลอดภัย (Safety) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.42$)
3. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.33$)
4. ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.28$)
5. โครงสร้าง (Construction) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.25$)
6. การขนส่ง (Transportation) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.25$)
7. ความสวยงาม (Aesthetic) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.08$)
8. วัสดุ (Material) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.07$)
9. ความแข็งแรงทนทาน (Durability) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.06$)
10. หน้าที่ใช้สอย (Function) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.00$)
11. ความประหยัด (Economic) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.92$)
12. มีลักษณะเฉพาะ (Personality) มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 3.75$)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลสรุปการประเมินความพึงพอใจของพนักงานภายในร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ผู้วิจัยได้เก็บข้อมูลจากกลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ใช้บริการร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) จำนวน 50 คน โดยใช้แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ได้ผลการวิเคราะห์ค่าความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภค ดังนี้

4.2.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามของกลุ่มตัวอย่าง

ตารางที่ 4.2 แสดงค่าร้อยละของข้อมูลทั่วไปของกลุ่มตัวอย่าง

	ข้อมูลทั่วไป	เจ้าหน้าที่ภายในร้านหนังสือ	
		จำนวน	ค่าร้อยละ
1. เพศ	ชาย	32	64
	หญิง	18	36
2. อายุ	25-30 ปี	38	76
	31-40 ปี	11	22
	40 ปีขึ้นไป	1	2
3. การศึกษา	ต่ำกว่าปริญญาตรี	13	26
	ปริญญาตรี	35	70
	สูงกว่าปริญญาตรี	2	4
4. อาชีพ	รับราชการ	1	2
	รัฐวิสาหกิจ	3	6
	องค์กรเอกชน	28	56
	ธุรกิจส่วนตัวหรืออาชีพอิสระ	18	36
5. รายได้	ต่ำกว่า 20,000 บาท	28	56
	20,000-25,000บาท	2	4
	25,001-30,000บาท	5	10
	30,001-40,000บาท	7	14
	40,001-50,000บาท	1	2
	50,001บาทขึ้นไป	2	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. การออกแบบ	รูปทรงที่สวยงาม	7	14
	ราคา	3	6
	ประโยชน์ใช้สอย	25	50
	วัสดุที่ใช้ผลิต	3	6
	ความแข็งแรงทนทาน	2	4
	ช่วยสร้างภาพพจน์ที่ดี	9	18
	อื่นๆ	1	2

จากตารางที่ 4.2 พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มผู้ใช้บริการทั่วไปจำนวน 50 คน เป็นเพศชาย 32 คน คิดเป็นร้อยละ 64 และเพศหญิง 18 คน คิดเป็นร้อยละ 36 และเป็นกลุ่มช่วงอายุ 20-25 ปี มากที่สุด คือ 38 คน คิดเป็นร้อยละ 76 และช่วงอายุน้อยที่สุดคือ 40 ปี คือ 1 คน คิดเป็นร้อยละ 2 กลุ่มผู้ใช้บริการส่วนใหญ่มีการศึกษาในระดับปริญญาตรีมากที่สุด คือ 35 คน คิดเป็นร้อยละ 70

4.2.2 ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ตารางที่ 4.3 แสดงค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานและระดับความพึงพอใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือ จำนวน 50 คน

รายการ	N=50		ระดับความพึงพอใจ
	Mean	S.D.	
ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน			
1.1 ความสะดวกในการใช้งาน	4.78	0.42	มากที่สุด
1.2 นำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย	4.28	0.61	มาก
1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	4.28	0.73	มาก
รวม	4.45	0.33	มาก
ด้านความงามของรูปทรง			
2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	4.50	0.65	มากที่สุด
2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	4.38	0.70	มาก
2.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ	4.30	0.76	มาก
2.4 มีความปราณีต	4.74	0.53	มากที่สุด
รวม	4.48	0.37	มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของผู้ใช้บริการภายในร้านหนังสือ เปรียบเทียบตาม
เกณฑ์ความพึงพอใจในระดับมาก 3.50 (N=50)

รายการ	Mean	S.D.
ความพึงพอใจ	4.46	0.17

จากตารางที่ 4.3 วิเคราะห์ผลข้อมูลความพอใจของกลุ่มผู้ใช้บริการเป็นรายด้าน ได้ดังนี้

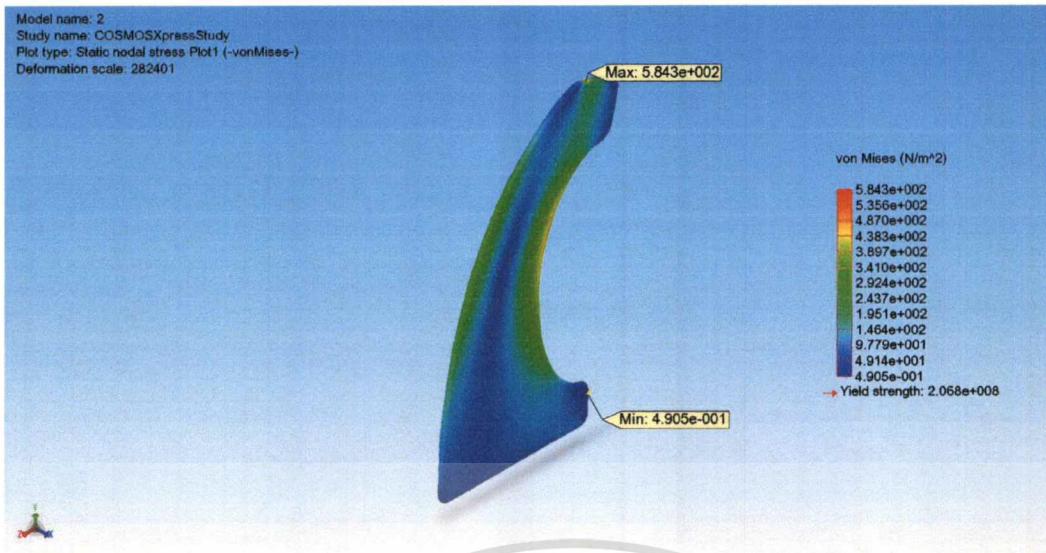
1. ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน พบว่า ในภาพรวมกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวม ($\bar{X}=4.45$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความสะดวกในการใช้งาน เมื่อ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.78$) และเรื่องน้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.28$) เท่ากันกับเรื่องดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่ายค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.28$)

2. ด้านความงามของรูปทรง พบว่าในภาพรวมกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับมากค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.48$) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความปราณีตค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.93$), สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.50$) ส่วนในรายข้อมีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.38$) และความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือค่าเฉลี่ย ($\bar{X}=4.30$) มีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ

จากตารางที่ 4.4 พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเป็น ($\bar{X}=4.46$)

4.3 ผลสรุปการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ผลสรุปการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือ ที่สามารถประเมินค่าได้จากการใช้โปรแกรมการคำนวณหาค่าความแข็งแรง Finite Element ® จากการหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้ค่าการรับแรงในกราฟกระทำต่อชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนต่างๆ ตามรูปภาพดังนี้



ภาพที่ 4.4 การประเมินค่าความแข็งแรงของชิ้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 1 โดย Solid Work , 2551

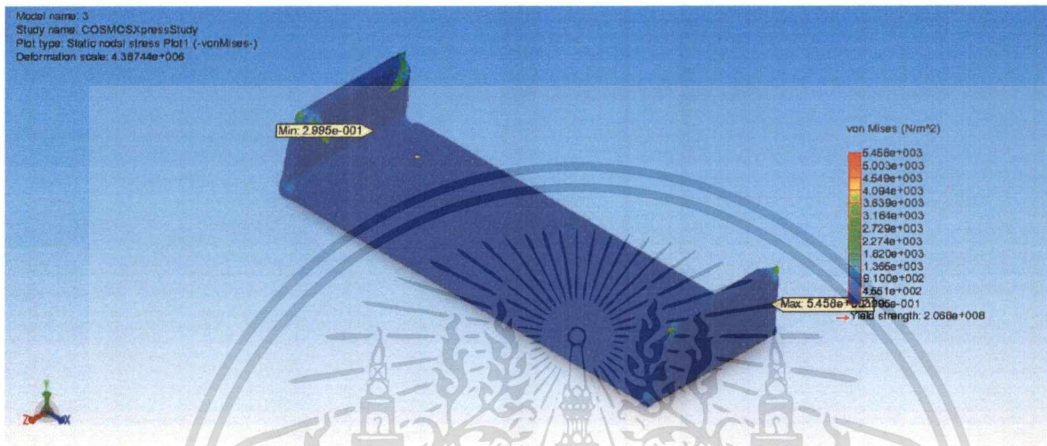
จากการประเมินค่าความแข็งแรงของชิ้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 1 ได้ผลการประเมินคือ ในส่วนของชิ้นงานสีน้ำเงินเป็นจุดที่มีความปลอดภัยมากที่สุดโดยไล่ตามลำดับกราฟจนถึงสีแดงที่มีความเค้นหรือการรับแรงที่มากที่สุด การประเมินจากการพ่น มีจุดวิกฤตที่ 2.068×10^8 มีค่าที่สูงกว่าจุดที่มีความเค้นที่สูงที่สุด 5.843×10^2 ดังนั้น ชิ้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 1 สามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้ดีโดยความแข็งแรงของชิ้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 1 จากการประเมินนี้มีจุดวิกฤตที่ $1500 \text{ N} / \text{M}^2$



ภาพที่ 4.5 การประเมินค่าความแข็งแรงของชิ้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 2 โดย Solid Work , 2551

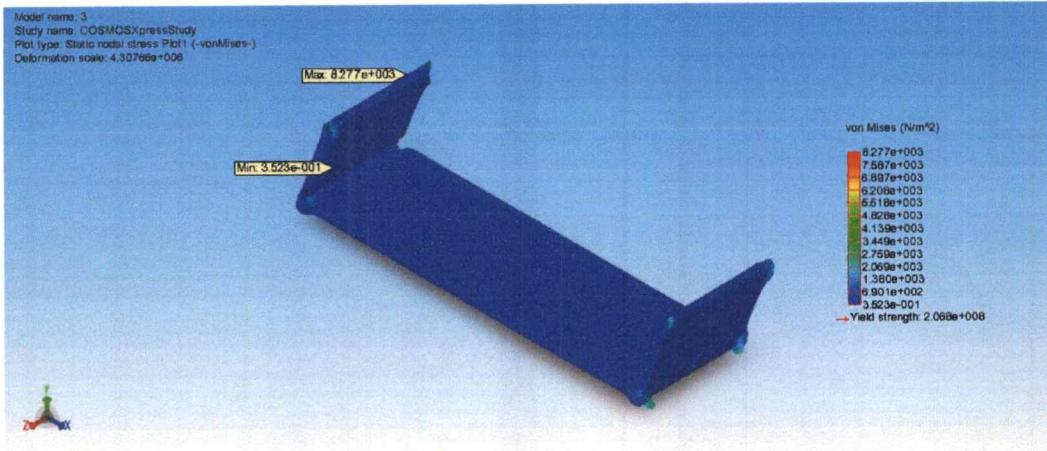
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 2 ได้ผลการประเมินคือ ใน ส่วนของชิ้นงานสีน้ำเงินเป็นจุดที่มีความปลอดภัยมากที่สุด โดยไล่ตามลำดับกราฟจนถึงสีแดงที่มีความเค้นหรือการรับแรงที่มากที่สุด การประเมินจากการพ่น มีจุดวิกฤตที่ $2.068e+008$ มีค่าที่สูงกว่าจุดที่มีความเค้นที่สูงที่สุด $1.176e+003$ ดังนั้น ชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 2 สามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้ดีโดยความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 2 จากการประเมินนี้มีจุดวิกฤตที่ 800 N / M^2



ภาพที่ 4.6 การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 3 โดย Solid Work , 2551

จากการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 3 ได้ผลการประเมินคือ ใน ส่วนของชิ้นงานสีน้ำเงินเป็นจุดที่มีความปลอดภัยมากที่สุด โดยไล่ตามลำดับกราฟจนถึงสีแดงที่มีความเค้นหรือการรับแรงที่มากที่สุด การประเมินจากการพ่น มีจุดวิกฤตที่ $2.068e+008$ มีค่าที่สูงกว่าจุดที่มีความเค้นที่สูงที่สุด $5.548+003$ ดังนั้น ชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 3 สามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้ดีโดยความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 3 จากการประเมินนี้มีจุดวิกฤตที่ 950 N / M^2



ภาพที่ 4.7 การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 4 โดย Solid Work , 2551

จากการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 4 ได้ผลการประเมินคือ ในส่วนของชิ้นงานสีน้ำเงินเป็นจุดที่มีความปลอดภัยมากที่สุดโดยไล่ตามลำดับกราฟจนถึงสีแดงที่มีความเค้นหรือการรับแรงที่มากที่สุด การประเมินจากการพ่นี มีจุดวิกฤตที่ $2.068e+008$ มีค่าที่สูงกว่าจุดที่มีความเค้นที่สูงที่สุด $8.277e+003$ ดังนั้น ชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 4 สามารถใช้งานในระดับที่ยอมรับได้ดีโดยความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 4 จากการประเมินนี้มีจุดวิกฤตที่ $1250 \text{ N} / \text{M}^2$



ภาพที่ 4.8 การประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 5 โดย Solid Work , 2551

จากการประเมินค่าความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชิ้นส่วนที่ 5 ได้ผลการประเมินคือ ในส่วนของชิ้นงานสีน้ำเงินเป็นจุดที่มีความปลอดภัยมากที่สุดโดยไล่ตามลำดับกราฟจนถึงสีแดงที่มีความเค้นหรือการรับแรงที่มากที่สุด การประเมินจากการพ่นี มีจุดวิกฤตที่ $2.068e+008$ มีค่าที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กว่าจุดที่มีความเค้นที่สูงที่สุด 1.206+003 ดังนั้น ชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 5 สามารถใช้งานใน
ระดับที่ยอมรับได้ดีโดยความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือชั้นส่วนที่ 5 จากการประเมินนี้มีจุดวิกฤตที่
950 N / M²



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาเอกลักษณ์ขององค์กรและสื่อสิ่งพิมพ์เพื่อการประชาสัมพันธ์ ของศูนย์วิทยาศาสตร์เพื่อการศึกษา ผู้วิจัยได้สรุปผลการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

5.1.1.1 เพื่อการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

5.1.1.2 เพื่อทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element © (Serial No: 0301 0000 7785 7977)

5.1.1.3 เพื่อหาความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภค

5.1.2 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

5.1.2.1 ประชากร ได้แก่ การใช้บริการของผู้บริโภคร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

5.1.2.2 กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ผู้ที่เป็นตัวแทนของกลุ่มประชากร ใช้ขั้นตอนการเลือกกลุ่มตัวอย่าง โดยวิธีการสุ่มตัวอย่างแบบง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 50 คน

5.1.3 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

5.1.3.1 แบบประเมินผลงานการออกแบบ ด้านวัสดุ และการผลิตชิ้นวางหนังสือ สำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 6 ท่าน

5.1.3.2 แบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชิ้นวางหนังสือ เพื่อประเมินความพึงพอใจ

5.1.4 การเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บรวบรวมข้อมูลสำหรับการวิจัย ผู้วิจัยได้ทำการเก็บข้อมูลตามขั้นตอน ดังนี้

5.1.4.1 ทำการศึกษาแนวนโยบายและแนวการพัฒนาเอกลักษณ์และภาพลักษณ์ ขององค์กรของร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ในแง่ของการใช้งานที่มีอยู่ โดยการ สัมภาษณ์กับเจ้าหน้าที่ของร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

5.1.4.2 รวบรวมข้อมูลจากเอกสารต่างๆ ที่เกี่ยวข้องทั้งที่เป็นทฤษฎี แนวคิด และ ผลงานที่เกี่ยวข้องต่างๆ เก็บข้อมูลโดยใช้แบบสอบถามเป็นแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยผู้วิจัยเป็นผู้แจกแบบสอบถามและเก็บรวบรวมกลับคืนด้วยตนเอง และนำคะแนนที่ได้จากการวัดความพึงพอใจ มาวิเคราะห์ ข้อมูล

5.1.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

5.1.5.1 ข้อมูลทั่วไปของผู้เชี่ยวชาญในการตอบแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจในการออกแบบ วัสดุ และ การผลิตชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยายสรุปผล

5.1.5.3 ข้อมูลจากการตอบแบบสอบถามประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เพื่อการศึกษา วิเคราะห์ข้อมูลด้วยวิธีการหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เสนอเป็นตารางประกอบคำบรรยายสรุปผล

5.1.5.4 วิเคราะห์การหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้โปรแกรม Finite Element ®

5.1.6 สรุปผลการวิจัย

5.1.6.1 ผลการประเมินความพึงพอใจ การออกแบบ วัสดุ และการผลิตชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

จากความความเห็นโดยรวมของผู้ทรงคุณวุฒิมีชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) แบบที่ 1 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก โดยมีความเห็นในทุกด้านอยู่ในความเหมาะสมอยู่ในระดับมากโดยมีค่าเฉลี่ยเรียงตามลำดับ ดังนี้คือ

ตารางที่ 5.1 ผลการประเมินความพึงพอใจ การออกแบบ วัสดุ และการผลิต

ลำดับที่	รายการ	ค่าเฉลี่ย
1.	หน้าที่ใช้สอย (Function)	4.00
2.	ความปลอดภัย (Safety)	4.42
3.	ความแข็งแรงทนทาน (Durability)	4.06
4.	ความประหยัด (Economic)	3.92
5.	วัสดุ (Material)	4.07
6.	โครงสร้าง (Construction)	4.25
7.	ความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic)	4.28
8.	ความสวยงาม (Aesthetic)	4.08
9.	มีลักษณะเฉพาะ (Personality)	3.75
10.	กรรมวิธีการผลิต (Production)	4.67
11.	การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)	4.33
12.	การขนส่ง (Delivery System)	4.25

ด้านหน้าที่ใช้สอย (Function) พบว่า ในรูปแบบที่ 1 มีความเหมาะสมในด้านดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่ายมากที่สุด รองลงมาคือด้านเหมาะสมกับการใช้งาน และ ด้านน้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย ตามลำดับ

ด้านความปลอดภัย (Safety) ในภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากเมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีค่าเฉลี่ยเรียงลำดับดังนี้ ด้านมีความปลอดภัยหลังการใช้งาน, มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน

ด้านความแข็งแรงทนทาน (Durability) ด้านวัสดุ (Material) ด้านความสวยงาม (Aesthetic) เรียงตามลำดับรายชื่อที่มีค่าเฉลี่ยที่ใกล้เคียงกันอย่างมาก

ด้านความสวยงาม (Aesthetic) เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อโดยการลำดับค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน ดังนี้ สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา, มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ และ มีความปราณีต ในรายชื่อที่มีค่าเฉลี่ยรองลงมาคือความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ

ด้านความประหยัด (Economic) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่มาก

ด้านโครงสร้าง (Construction) ด้านการขนส่ง (Delivery System) มีค่าเฉลี่ยที่เท่ากัน โดยทั้งสองด้านนั้นมีระดับความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน (Ergonomic) โยคันนี้ถือว่ามีเหมาะสมที่จะเลือกรูปแบบนี้มาทำการทดลองอยู่ในระดับที่มาก

ด้านมีลักษณะเฉพาะ (Personality) มีความเหมาะสมอยู่ในระดับที่ปานกลาง

ด้านกรรมวิธีการผลิต (Production) พบว่าในภาพรวมด้านนี้มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด

ด้านการซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance) สามารถแบ่งตามรายชื่อเรียงลำดับค่าเฉลี่ยได้ดังนี้ สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง, ง่ายต่อการบำรุงรักษา

5.1.6.2 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน พบว่า ในภาพรวมกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.45$) เมื่อพิจารณาเป็นรายชื่อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความสะดวกในการใช้งาน ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.78$) และเรื่องน้ำหนักเบา สะดวกสบายง่ายต่อการเคลื่อนย้าย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.28$) เท่ากันกับเรื่องดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.28$)

ด้านความงามของรูปทรง พบว่าในภาพรวมกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในระดับมาก ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.48$)

เมื่อพิจารณาเป็นรายชื่อพบว่ามีความพึงพอใจมากที่สุดในเรื่องความปราณีต ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.93$), สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา ค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.50$) ส่วนในรายชื่อมีความคิดสร้างสรรค์ และศิลปะในการออกแบบค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.38$) และความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.30$) ตามลำดับ มีความพึงพอใจรองลงมาตามลำดับ

ผลรวมของค่าเฉลี่ยแต่ละด้าน พบว่า ผลการวิเคราะห์พบว่ากลุ่มตัวอย่างที่เป็นกลุ่มผู้ใช้บริการมีความพึงพอใจในภาพรวมอยู่ในระดับมาก โดยมีค่าเฉลี่ยรวมทั้งหมดเป็น ($\bar{X} = 4.46$)

5.1.6.3 วิเคราะห์การหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้โปรแกรม Finite Element

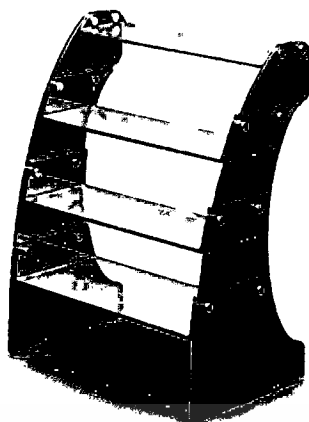
การวิเคราะห์ผลการหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้โปรแกรม Finite Element ® ได้ทำการวิเคราะห์ผลงานเป็นรายชิ้น ผลที่การวิเคราะห์ที่พบได้ คือ ทุก ๆ ชิ้นส่วนของชั้นวางหนังสือได้มีการรับแรงสูงที่สุดที่ $1500 \text{ N} / \text{M}^2$ และ ชิ้นส่วนของชั้นวางหนังสือได้มีการรับแรงต่ำที่สุดที่ $800 \text{ N} / \text{M}^2$ ที่โดยที่ในส่วนระนาบ แผ่นเรียบที่มีการรับแรงได้มากที่สุด โดยที่ในชิ้นส่วนของชั้นวางหนังสือได้มีการรับแรงต่ำที่สุดมีจุดวิกฤตที่ขมรับได้ ในระดับคิมมากที่สุด

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

5.2.1 ผลการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

จากผลการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยพัฒนาตามลักษณะการใช้งานเป็นประเด็นสำคัญ โดยการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เน้นการนำเสนอรูปร่าง รูปทรงที่จะสามารถนำไปผลิตได้ง่าย และออกแบบให้มีความเรียบง่าย สะดวกต่อการใช้งาน ทำความสะอาดง่าย มีความเ็นเอกลักษณ์เฉพาะ ขนย้ายง่าย เน้นหลักการใช้วัสดุที่มีความแข็งแรง โดยสามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย ทั้งนี้เป็นการคำนึงถึงปัญหาหลักการออกแบบซึ่งสอดคล้องกับกระบวนการออกแบบ Design Process (Luddington, 1988 : 10 – 18) สรุปสาระสำคัญของปัญหา (Problem brief) ,วิเคราะห์ปัญหา (Problem Analysis) , เสนอข้อคิดเห็น ความเป็นไปได้ของการแก้ปัญหา (Propose possible solution) , เลือกเสนอความคิดเห็นที่ดีที่สุด (Choose the Best Idea) , เตรียมการปฏิบัติการเขียนแบบเพื่อการผลิต และรายการชิ้นส่วน (Prepare Workshop Drawing and Parts List) , สร้างบทความ (Make the Article) , ประเมินการออกแบบ (Evaluate the Design) ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีความดึงดูดสายตา ในความเรียบง่าย สามารถนำเสนอหนังสือให้ตัวหนังสือป็นจุดเด่นจากการเลือกใช้วัสดุ ซึ่งนักออกแบบจะต้องใช้หลักการทางทฤษฎีการออกแบบมาผสมผสานกับหลักการผลิต เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายตอบสนองต่อผลงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผู้ทรงคุณวุฒิมีความเห็นในด้านการออกแบบ ว่ามีความเหมาะสมน้อยกว่าด้านอื่นๆ อาจเป็นเพราะวัสดุที่มีความโดดเด่นในตัว ส่วนเรื่องของเอกลักษณ์เฉพาะที่มีระดับความเหมาะสมน้อยนั้นอาจเกิดจากลักษณะการใช้งาน พื้นที่การวาง จึงทำให้เกิดความงงตาม ลักษณะเฉพาะ ในชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีระดับความเหมาะสมที่น้อยเกินไปเมื่อเปรียบเทียบกับด้านอื่นๆ จากนั้นผู้วิจัยได้ทำการออกแบบใหม่เพื่อให้สอดคล้องกับความเหมาะสมในแต่ละด้าน ตามที่ผู้ทรงคุณวุฒิมีคำแนะนำตามรูป



ภาพที่ 5.1 รูปแบบชั้นวางหนังสือ โดย Solid Work , 2551

5.2.2 ผลการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

จากผลการประเมินความพึงพอใจของกลุ่มการใช้บริการของผู้บริโภคชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด โดยด้านที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุดเป็น ด้านการใช้วัสดุ , ด้านการผลิตในระบบอุตสาหกรรม , ด้านโครงสร้าง , ด้านความงามของรูปทรง , ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน ตามลำดับ ในด้านที่มีบทบาทอย่างมากคือด้านวัสดุที่ทำให้ผลงานสร้างสรรค์ดูสะอาดตาและช่วยทำให้ภาพมีความสวยงาม การกำหนดวัสดุในงานออกแบบจะต้องขึ้นอยู่กับลักษณะและประเภทของงานนั้นๆ ซึ่งนักออกแบบจะต้องใช้หลักการทางทฤษฎีมาผสมผสานกับหลักของการผลิตในระบบอุตสาหกรรม เพื่อให้กลุ่มเป้าหมายตอบสนองต่อผลงานอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

ผู้วิจัยยังพบว่ากลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจในด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งานในระดับค่าเฉลี่ยที่น้อย อาจเป็นเพราะชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีข้อจำกัดในเรื่องของลักษณะพื้นที่การวางชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ที่มีขนาดจำกัด และมีข้อจำกัดในด้านการผลิตเป็นระดับค่าเฉลี่ยที่น้อยลงไปตามลำดับ

5.2.3 ผลการหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้โปรแกรม Finite Element ®

การหาค่าความแข็งแรงโดยการใช้โปรแกรม Finite Element ® สามารถรับน้ำหนักได้ดีโดยสามารถแสดงได้ถึงจุดวิกฤตของแต่ละชิ้นงานที่มีผลการประเมินชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) พบว่าการวิเคราะห์ผลความแข็งแรงมีค่าอยู่ในระดับมากที่สุด สามารถยอมรับได้ ในระดับดีมาก ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เป็นชั้นวางหนังสือที่สามารถที่จะนำหนังสือโดยรวมที่มีน้ำหนักมากได้อย่างดีมากที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาวิจัยเรื่องการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ผู้วิจัยได้มีข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.3.1 ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

5.3.1.1 ในการออกแบบชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ของบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) นั้น ควรพิจารณาถึงความพึงพอใจของกลุ่มผู้ใช้บริการ ที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) เพื่อการใช้งาน ในด้านพื้นที่ว่าง ในเรื่องการเว้นพื้นที่ว่างมีความเหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ โดยพิจารณาถึงขนาดของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะมีผลต่อองค์ประกอบโดยรวม คือ รูปร่าง รูปทรง การใช้งาน หากงานมีขนาดใหญ่เกินไปเกินไป จะทำให้เกิดความไม่น่าสนใจ ขาดพลังในการดึงดูดผู้ใช้บริการ

5.3.1.2 การพัฒนาผลิตภัณฑ์นั้น ควรมีการพัฒนาและกำหนดทิศทางให้ชัดเจน นับตั้งแต่รูปแบบของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) การนำตราสัญลักษณ์ไปใช้งาน รูปแบบการจัดวาง ตลอดจนงานการสื่อสารประชาสัมพันธ์ในรูปแบบต่างๆ รวมไปถึงเจ้าหน้าที่ภายในองค์กรต้องมีความเข้าใจในการการใช้งานของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) อย่างถูกต้อง

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยในครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรศึกษาพฤติกรรมของผู้รับสื่อ รวมถึงเพศ วัย การศึกษา เพื่อให้สามารถพิจารณาเลือกรูปแบบของชั้นวางหนังสือ ได้ตรงกับกลุ่มเป้าหมาย

5.3.2.2 ควรศึกษาเนื้อหา รวมถึงความต้องการของหน่วยงานในการสร้างชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

5.3.2.3 คำนึงถึงขนาดของชั้นวางหนังสือ และการจัดวางของหนังสือ

5.3.2.4 ควรคำนึงถึงการรับแรงโดยรวมของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) อาจมีการเปลี่ยนแปลงในผลงานวิจัยได้

5.3.2.5 ควรศึกษาเรื่องข้อต่อและอุปกรณ์การรับแรงที่เกี่ยวข้องกับตัวผลิตภัณฑ์

บรรณานุกรม

- กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม. 2539. รายงานสำรวจขนาดร่างกายของคนไทย ระยะที่ 2. งานเอกสารสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม.
- ซ์ชรินทร์ สถิตธำรงค์. 2547. “การศึกษาพัฒนาชุดเฟอร์นิเจอร์รับแขกภายในสำหรับบ้านเอื้ออาทร.” สารนิพนธ์ปริญญาโทศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตศึกษา, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทำนอง จันทิมา. การออกแบบ. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ. 2532.
- ทวี แก้วมณี. 2545. มาตรฐานและการทดสอบเครื่องเรือน งานเอกสารส่วนอุตสาหกรรมเครื่องเรือนและคอมพิวเตอร์ สำนักพัฒนาอุตสาหกรรมรายสาขา กรมส่งเสริมอุตสาหกรรม.
- นพดล สหชัยเสรี. 2546. การวิจัยพัฒนาผลิตภัณฑ์. โครงการตำรา คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิรัช สุกสังข์. 2547. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. งานตำราและเอกสารงานพิมพ์คณะศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- พิไลวรรณ ประกอบผล. 2540. พฤติกรรมผู้บริโภค. กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- มนตรี ยอดบางเคย. ออกแบบผลิตภัณฑ์. กรุงเทพฯ: ศิลปกรรมศึกษา.
- เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม. 2546. เอกสารตำราวิชาสถิติเพื่อการวิจัย. คณะศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สถาพร คินุญมี ฌ ชุมแพ. 2545. ออกแบบเฟอร์นิเจอร์ 5.
- สมเกียรติ ตั้งนโม. ทฤษฎีสี. กรุงเทพฯ: โอ.เอส.พรีนติ้งเฮาส์, 2536.
- สาคร กัณชโชติ. วัสดุผลิตภัณฑ์. พิมพ์ครั้งที่ 1. O.S. Printing House co; ltd. 113/13 ซ. วัตุวรรณคีรี (วัดจี้เหล็ก) ถ. ปิ่นเกล้า-นครชัยศรี อ. บางกอกน้อย กรุงเทพฯ : 10700 . โทร 024-266-944 , 2529 . กรุงเทพฯ: ประสิทธิ์ภัณฑ์ แอนด์ พรีนติ้ง.
- อักรพล ใจรักษ์. 2547. “การพัฒนาเฟอร์นิเจอร์รับแขกจากไม้ยางพาราสำหรับบ้านพักอาศัยขนาดกลาง.” วิทยานิพนธ์ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อุดมศักดิ์ สารินุตร. 2540. ออกแบบเฟอร์นิเจอร์: โครงการตำรา คณะศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อานนท์ ไพโรจน์. 2545. “การออกแบบปรับปรุงและพัฒนาชุดเฟอร์นิเจอร์พักผ่อนภายนอกอาคารจากไม้เทียมสำหรับบ้านพักอาศัย.

”ปริญญาานิพนธ์ศิลปอุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

อารี ตูทธิพันธ์. การออกแบบ. พิมพ์ครั้งที่ 3. ไทยวัฒนาพานิช จำกัด, 2527.

<http://www.prior.com> ,Cooper-Hewitt.1990. **Design for Daily Life**

<http://www.prior.com> ,John F.Pile.1972. **Modern Furniture**

<http://www.prior.com> ,Trasaver Standard.1970.**Human Scale**

<http://www.prior.com> ,William J.Staton.1988.**Consumer Behavior**

<http://www.prior.com> Pior, **Information Technologies**. Slovenia Strmca 5, 3270 Lasko,

<http://www.mgronline.com/mgrWeekly/ViewNews.aspx?NewsID=9480000023288>

Napoles, V. 1988. **Corporate Identity Design**. New York : Van Nostrand Reinhold Company Inc.

Roojen, P.V. 2002. **Folding Patterns for Display & Publicity**. Amsterdam : The Pepin Press/Agile Rabbit Editions.

Wikipedia the free encyclopedia. 2006. [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางการออกแบบ
- แบบประเมินความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัสดุและการผลิต
- แบบประเมินความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคภายในร้านหนังสือบริษัท ซีอีคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามในงานวิจัย

หัวข้อการศึกษา เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
 หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
 สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
 ระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 โดย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว

วัตถุประสงค์ในการวิจัย ดังนี้ คือ

1.2.1 เพื่อการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

1.2.2 เพื่อทดสอบความแข็งแรงของชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน) โดยการใช้โปรแกรม Finite Element

1.2.3 เพื่อหาความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถาม มี 2 ลักษณะที่ต้องให้ประกอบรวมกันมีดังต่อไปนี้ คือ

1.แบบร่าง (Sketch Design) เฟอร์นิเจอร์ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ 3 รูปแบบ ได้แก่ แบบA แบบB และ แบบC

2.แบบสอบถามในด้านความคิดที่มีต่อการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)ในแต่ละแบบโดยขอความกรุณาให้ท่านพิจารณา และโปรดทำเครื่องหมาย (✓) ในตารางของระดับค่าความคิดเห็นว่าเหมาะสมที่สุดในแต่ละข้อของคำถาม

5 หมายถึง ดีมาก

4 หมายถึง ดี

3 หมายถึง พอใช้

2 หมายถึง ควรปรับปรุง

1 หมายถึง สมควรปรับปรุง

พร้อมขอเสนอแนะจากท่านนี้สามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open end) ในตอนท้ายของแบบสอบถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการศึกษาและการวิจัยในครั้งนี้

แบบสอบถามในงานวิจัย

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓) ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

หัวข้อ ที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น																								
		รูปแบบ A					รูปแบบ B					รูปแบบ C														
1	หน้าที่ใช้สอย (Functionality)																									
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	1.3 คู่มือรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2	ความปลอดภัย (Safety)																									
	2.2 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	2.3 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
3	ความแข็งแรงทนทาน (Durability)																									
	3.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	3.2 วัสดุและอุปกรณ์มีความแข็งแรง	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	3.3 รับน้ำหนักได้ดี	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4	ความประหยัดใช้ (Economic)																									
	4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	4.2 มีข้อเสียในการผลิตมีน้อย	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
5	วัสดุ (Material)																									
	5.1 วัสดุมีความเหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
6	โครงสร้าง (Construction)																									

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	6.1 โครงสร้างแข็งแรง	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	6.2 โครงสร้างผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสม	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
7	ความเหมาะสมของวัสดุในอาคารใช้ราคา (Budget friendly)															
	7.1 สามารถเห็นเด่นชัด	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	7.2 ง่ายต่อการค้นหาหนังสือ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	7.3 สัดส่วนมีขนาดเหมาะสม	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
8	ความพึงพอใจด้าน (Aesthetics)															
	8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	8.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	8.4 มีความปราณีต	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
9	มีลักษณะเหมาะสม (Personality)															
	9.1 มีความเป็นเอกลักษณ์	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
10	กรรมวิธีในการผลิต (Production Method)															
	10.1 สะดวกต่อการผลิต	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
11	เตรียมพร้อมบำรุงรักษา (Easy to Maintain)															
	11.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	11.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
12	การขนส่ง (Delivery System)															
	12.1 สะดวกต่อการขนส่ง	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
	12.2 ใช้พื้นที่ในการขนส่งน้อย	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



(.....)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามในงานวิจัย

หัวข้อการศึกษา	เรื่อง
	การศึกษาและพัฒนาชุดชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ระดับปริญญาโท คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย นายธีรบุลย์ แซ่เตี่ยว

คำชี้แจง : ลักษณะแบบสอบถามแบ่งออกเป็น 3 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 แบบสอบถามเกี่ยวกับข้อมูลส่วนตัวของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 แบบสอบถามเกี่ยวกับความพึงพอใจการใช้บริการของผู้บริโภคที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ในด้านต่าง ๆ ได้แก่ ด้านความสวยงามของรูปทรง ด้านประโยชน์ใช้สอย ด้านการใช้วัสดุที่มีคุณภาพ ด้านราคาและด้านที่สร้างภาพพจน์ที่ดีต่อผู้ใช้ โดยให้ค่าระดับความพึงพอใจในแต่ละข้อดังต่อไปนี้

- 5 หมายถึง พอใจมากอย่างยิ่ง
- 4 หมายถึง พอใจมาก
- 3 หมายถึง พอใจ
- 2 หมายถึง ไม่พอใจ
- 1 หมายถึง ไม่พอใจอย่างยิ่ง

โดยการทำเครื่องหมาย (✓) ในตารางของค่าระดับความพึงพอใจ

ตอนที่ 3 เป็นข้อเสนอของผู้ที่ใช้สามารถตอบได้อย่างอิสระ (Open End) คำถามเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ที่สามารถนำไปการศึกษาและพัฒนาการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีอีเคยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) ให้มีความสมบูรณ์เพื่อตอบรับความพึงพอใจของผู้ใช้มากที่สุด

หมายเหตุ ข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามจะเก็บไว้เป็นความลับ เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้นจึงขอขอบคุณทุกท่านที่ให้ความร่วมมือในการให้คำตอบการวิจัยครั้งนี้

แบบสอบถามในงานวิจัย

ตอนที่ 1 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓) ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2.อายุ

25-30 ปี

31-40 ปี

40 ปีขึ้นไป

3.การศึกษาระดับ

ต่ำกว่าปริญญาตรี

ปริญญาตรี

สูงกว่าปริญญาตรี

4.อาชีพ

รับราชการ

รัฐวิสาหกิจ

องค์กรเอกชน

ธุรกิจส่วนตัวหรืออาชีพอิสระ

5.รายได้ของครอบครัว/เดือน

ต่ำกว่า 20,000 บาท

20,000-25,000บาท

25,001-30,000บาท

30,001-40,000บาท

40,001-50,000บาท

50,001บาทขึ้นไป

6.ท่านคิดว่าชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)เป็นการ
ออกแบบที่คำนึงถึงส่วนใดมากที่สุด (ตอบ ได้มากกว่า 1 ข้อ)

รูปทรงที่สวยงาม

ราคา

ประโยชน์ใช้สอย

วัสดุที่ใช้ผลิต

ความแข็งแรงทนทาน

ช่วยสร้างภาพพจน์ที่ดี

อื่นๆ โปรดระบุ.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามในงานวิจัย

ตอนที่ 2 : ข้อมูลทั่วไป

คำชี้แจง : ให้ท่านใช้คำตอบโดยลงเครื่องหมาย (✓) ในช่อง ที่ท่านเห็นว่าเหมาะสม

หัวข้อที่	การประเมินผล	ระดับความพึงพอใจ				
		5	4	3	2	1
1	ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน					
	1.1 ความสะดวกในการใช้งาน	5	4	3	2	1
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย	5	4	3	2	1
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย	5	4	3	2	1
2	ด้านความงามของรูปทรง					
	2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา	5	4	3	2	1
	2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ	5	4	3	2	1
	2.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ	5	4	3	2	1
	2.4 มีความปราณีต	5	4	3	2	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 3 : ข้อเสนอแนะ

คำชี้แจง : ให้ท่านลงความคิดเห็นหากมีข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องต่องานวิจัย

ข้อเสนอแนะ.....



ภาพชั้นวางหนังสือ

ขนาด 1000 x 1500 x 2100 (mm.)

วัสดุ อคริลิก สีใส

น้ำหนัก 495 กก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ผลการประเมินคุณภาพของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

-การหาคุณภาพของแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

การหาคุณภาพของแบบสอบถามเพื่อประเมินความพึงพอใจที่มีต่อ ชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

เป็นการนำแบบสอบถาม แบบประเมินด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม แบบประเมินด้านวัสดุและการผลิต และแบบประเมินความพึงพอใจทางด้านการใช้งาน มาทำการวิเคราะห์หาค่าความตรงเชิงเนื้อหา ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามแต่ละข้อให้ตรงกับจุดประสงค์ (IOC) จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้

1. ดร. จตุรงค์ เถาะเพ็ญแสง

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

2. ดร. ผดุงชัย ภู่อัตน

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

1. การหาคุณภาพของแบบสอบถาม

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง + 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง - 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

หัวข้อที่	เกณฑ์และรายการประเมิน	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
1	ความน่าเชื่อถือ (Reliability)			
	1.1 เหมาะสมกับการใช้งาน			
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย			
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย			
2	ความปลอดภัย (Safety)			
	2.1 มีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน			
	2.2 มีความปลอดภัยหลังการใช้งาน			
3	ความแข็งแรงทนทาน (Durability)			
	3.1 ผลิตภัณฑ์มีความแข็งแรง			
	3.2 วัสดุและอุปกรณ์มีความแข็งแรง			
	3.3 รับน้ำหนักได้ดี			
4	ความประณีต (Ergonomics)			
	4.1 การใช้วัสดุอย่างประหยัด			
	4.2 มีข้อเสียในการผลิตมีน้อย			
5	วัสดุ (Material)			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	<p>5.1 วัสดุมีความเหมาะสมกับตัวผลิตภัณฑ์</p> <p>5.2 ใช้วัสดุภายในประเทศ</p> <p>5.3 ใช้วัสดุที่ไม่กระทบต่อสิ่งแวดล้อม</p> <p>5.4 ใช้วัสดุที่มีคุณภาพ</p> <p>5.5 สามารถจัดหาวัสดุได้ง่าย</p>			
6	<p>โครงสร้าง (Construction)</p> <p>6.1 โครงสร้างแข็งแรง</p> <p>6.2 โครงสร้างผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกับการใช้งาน</p>			
7	<p>ความสะดวกสบายในการใช้งาน (User-friendly)</p> <p>7.1 สามารถเห็นเด่นชัด</p> <p>7.2 ง่ายต่อการค้นหาหนังสือ</p> <p>7.3 สัดส่วนมีขนาดเหมาะสม</p>			
8	<p>ตัวอักษรและภาพ (Aesthetics)</p> <p>8.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา</p> <p>8.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ</p> <p>8.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ</p> <p>8.4 มีความปราณีต</p>			
9	<p>สีและองค์ประกอบ (Color and layout)</p> <p>9.1 ความเป็นเอกลักษณ์</p> <p>9.2 มีลักษณะการใช้งานอย่างอื่นเสริม</p>			
10	<p>ระบบอิเล็กทรอนิกส์ (E-books)</p> <p>10.1 สะดวกต่อการผลิต</p>			
11	<p>การซ่อมบำรุงรักษา (Ease of Maintenance)</p> <p>11.1 ง่ายต่อการบำรุงรักษา</p> <p>11.2 สามารถทำการบำรุงรักษาได้ด้วยตนเอง</p>			
12	<p>การขนส่ง (Delivery System)</p> <p>12.1 สะดวกต่อการขนส่ง</p> <p>12.2 ใช้พื้นที่ในการขนส่งน้อย</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง + 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อคำถามนั้นเป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง - 1 ถ้าแน่ใจว่าข้อคำถามนั้นไม่เป็นตัวแทนลักษณะเฉพาะของการประเมิน

แบบตรวจสอบความสอดคล้องของแบบประเมินด้านความพึงพอใจ

หัวข้อที่	การประเมินผล	ผลการพิจารณา		
		-1	0	1
1	ด้านประโยชน์ใช้สอยที่เพียงพอกับการใช้งาน			
	1.1 ความสะดวกในการใช้งาน			
	1.2 น้ำหนักเบา สะดวกสบายต่อการเคลื่อนย้าย			
	1.3 ดูแลรักษา ทำความสะอาด ซ่อมแซมได้ง่าย			
2	ด้านความงามของรูปร่าง			
	2.1 สวย เรียบง่าย ดึงดูดสายตา			
	2.2 มีความคิดสร้างสรรค์และศิลปะในการออกแบบ			
	2.3 ความน่าสนใจที่ใช้สำหรับวางหนังสือ			
	2.4 มีความปราณีต			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบถามการออกแบบ ด้านวัสดุ และ
ด้านการผลิต โดยสอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
1.3	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
2.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
3.2	1	1	0	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
3.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
4.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
5.3	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
5.4	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
5.5	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
6.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
6.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
7.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
7.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
7.3	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
8.1	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
8.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
8.3	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
8.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
9.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
9.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อที่	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
10.1	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
11.1	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
11.2	0	1	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
12.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
12.2	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.2 แสดงผลการหาคุณภาพความสอดคล้องของแบบสอบถามความพึงพอใจ โดย
สอบถามจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ข้อที่	ความเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			รวมคะแนน	IOC	สรุปผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1.1	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
1.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.1	1	0	1	2	0.67	มีความเที่ยงตรง
2.2	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.3	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง
2.4	1	1	1	3	1	มีความเที่ยงตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

หนังสือราชการ

-หนังสือขอความอนุเคราะห์

-หนังสือเรียนเชิญผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



7 กันยายน 2549

เรื่อง โครงการศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ ซีเอ็ดบุ๊คเซ็นเตอร์

เรียน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตามที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต ได้มีจดหมายลงวันที่ 31 สิงหาคม 2549 มาถึงบริษัทฯ เพื่อขอความอนุเคราะห์ ข้อมูล เอกสาร และ การถ่ายภาพเกี่ยวกับการวาง LAY OUT เพื่อประกอบการทำวิจัย สำหรับโครงการระดับปริญญาโท เรื่อง การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือ สำหรับร้านหนังสือ แล้วนั้น ทางบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) มีความยินดีที่จะสนับสนุน งานวิจัยข้อมูลในส่วนของบริษัทฯ ตามหนังสือขอความอนุเคราะห์ดังนี้

- การออกแบบและการจัดวางผังร้านหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- ประวัติความเป็นมาบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- ชั้นวางหนังสือบริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)
- การออกแบบชุดเฟอร์นิเจอร์บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

จึงเรียนมาเพื่อทราบ

ขอแสดงความนับถือ



(นายทอง โชติสรยุทธ์)

กรรมการผู้จัดการ

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน) SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED

อาคารเนชั่นทาวเวอร์ ชั้น 19 เลขที่ 46/87-90 ถนนนางา-ตราด แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ 10260 ทะเบียนเลขที่ บมจ.102 โทร. 0-2739-8000 โทรสาร: 0-2739-8009

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร. 3692
ที่ ศธ 0524.04/ 3671 วันที่ ๕ สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธนศ กิรมย์การ

ด้วย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับวัสดุและการผลิตชั้นวางหนังสือ ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญเกี่ยวกับวัสดุและการผลิต และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและการผลิตชั้นวางหนังสือ” เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลั่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

5 ก.ย. 49

กทว.



ที่ ศธ 0524.04/3671

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

31 สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน อาจารย์บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง

ด้วย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตรอุดมศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชั้นวางหนังสือ ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบและขอคำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบ และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบชั้นวางหนังสือ” เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ”

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2326-4325

โทรสาร. 0-2326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ 3671

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ สิงหาคม 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน รองศาสตราจารย์พคุณ นิตามณี

ด้วย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชั้นวางหนังสือ ขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบและขอคำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบ และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “ความคิดเห็นเกี่ยวกับการออกแบบชั้นวางหนังสือ” เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า จะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

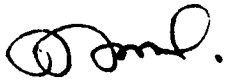
รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2326-4325

โทรสาร. 0-2326-4325



ดร. ชนชกร ชिरากอน



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษางานทะเบียน โทร. 3692
ที่ ศธ 0524.04/ 4091 วันที่ 24 กันยายน 2549

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน รองศาสตราจารย์ ว่าที่ ร้อยโทพิชัย สดภิบาล

ด้วย นายธีรบุญย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูล และสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “การออกแบบชั้นวางหนังสือ บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)” เพื่อประกอบการจัดเตรียมหัวข้อและเค้าโครงสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)”

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความร่วมมือจากท่านด้วยดีและขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4090

วันที่ ๒๙ กันยายน 2549

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ผศ.ดร.ธีระพล เทพหัสดิน ณ อยุธยา

ด้วย นายธีรบุญย์ แซ่เตียว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชิ้นงานหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ด บุ๊คเซ็น จำกัด” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายธีรบุญย์ แซ่เตียว มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ได้ดลพรวิมล 1101

๓๑๖๕๕ (๑๑๖๕)

Time 11/11/49

10 ๒๐/ ๕๐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ปฏิบัติงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศษ 0524.04 / 1155

วันที่ 27 มีนาคม 2550

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.จาดุรงค์ เกาหะเพ็ญแสง


ด้วย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชั้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีอีต็ด ยูเอชเอ็น จำกัด” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบแบบสอบถาม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายธีรบุลย์ แซ่เตียว มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี


(ดร.จาดุรงค์ เกาหะเพ็ญแสง)
6 ลว. 50.



บันทึกข้อความ

ส่วนราชการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม หน่วยบัณฑิตศึกษา งานทะเบียน โทร.3692

ที่ ศธ 0524.04 / 4090

วันที่ 27 กันยายน 2549

เรื่อง ขอบเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน คร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

ด้วย นายธีรบุตย์ แซ่เตียว นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังจัดทำสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชิ้นงานหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีอีต ยูเครชั่น จำกัด” คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถาม ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายธีรบุตย์ แซ่เตียว มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งนี้ได้แนบบแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี



ที่ ศธ 0524.04 / 096 ๙

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ มีนาคม 2550

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณฐานันต์ สดแสงสุข

ด้วย นายธีรบุลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นวางหนังสือ ขอเชิญท่านตรวจเครื่องมือการวิจัย และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและการผลิตชิ้นวางหนังสือ” เพื่อประกอบการจัดเตรียมสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชิ้นวางหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ด ดูเคชั่น จำกัด (มหาชน)”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์วิวัฒน์ ชินสระกุล)

คณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2326-4325

โทรสาร. 0-2326-4325



ที่ ศษ 0524.04 / 0964

คณะกรรมการผู้ค้ำประกัน
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

/3 มีนาคม 2550


เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน คุณสุดใจ วงศ์สุวรรณ

ด้วย นายธีรพลย์ แซ่เตียว นักศึกษาปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการผลิตวัสดุอุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะขอข้อมูลเกี่ยวกับการออกแบบชิ้นงานหนังสือ ขอเชิญท่านตรวจเครื่องมือการวิจัย และขอสัมภาษณ์ท่าน เรื่อง “ความคิดเห็นเกี่ยวกับวัสดุและการผลิตชิ้นงานหนังสือ” เพื่อประกอบการจัดเตรียมสารนิพนธ์ เรื่อง “การศึกษาและพัฒนาชิ้นงานหนังสือสำหรับร้านหนังสือ บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)”

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณ มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

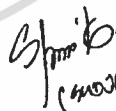

(รองศาสตราจารย์วีรวัฒน์ ชินะตระกูล)

กมลปดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 0-2326-4325

โทรสาร. 0-2326-4325


(นางสาว พ.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

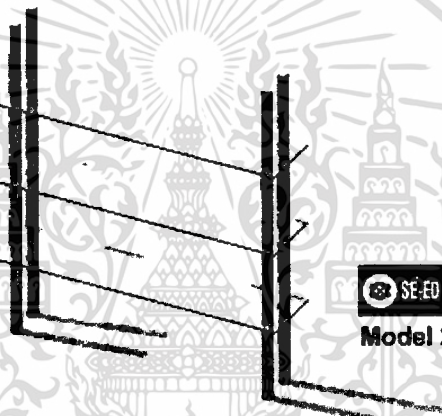
Presentation

DEVELOPING EDUCATE PROJECT BOOK SHELVES FOR SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED



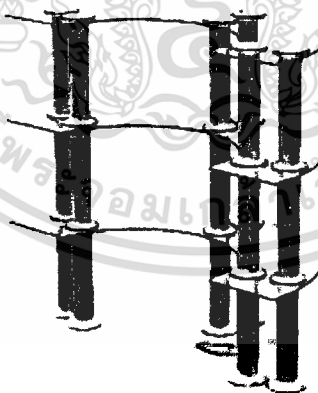
SE-ED BOOK CENTER

Model 1



SE-ED BOOK CENTER

Model 2



SE-ED BOOK CENTER

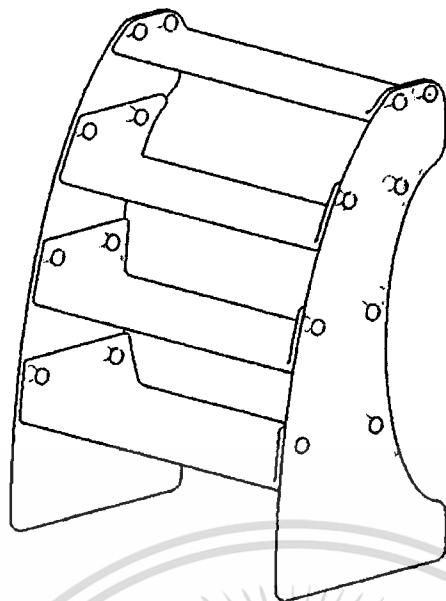
Model 3



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

ภาพที่ ง.1 แบบร่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

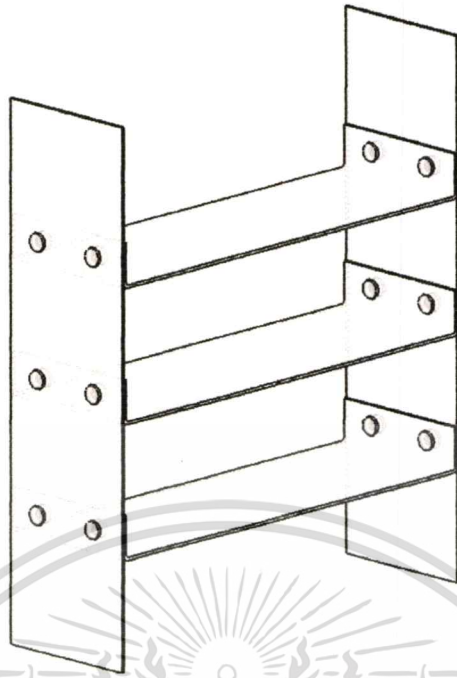


ภาพที่ ๓.2 ลายเส้นชั้นวางหนังสือ โดย Solid Work .2551

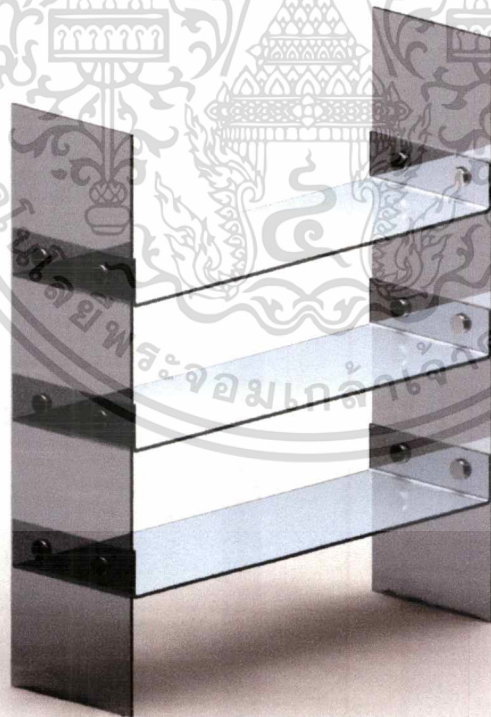


ภาพที่ ๓.3 ชั้นวางหนังสือ โดย Solid Work .2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

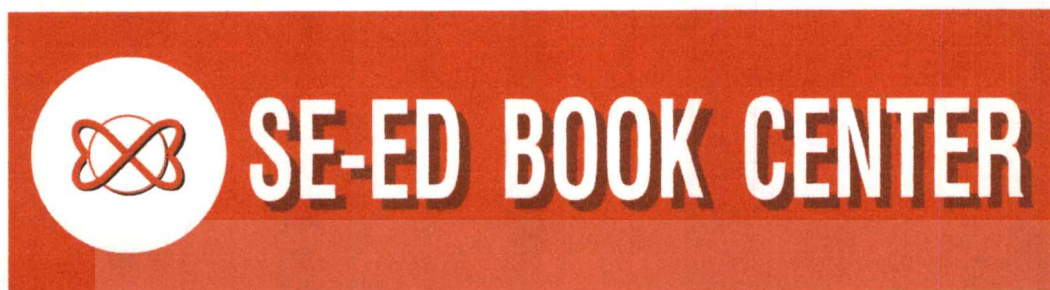


ภาพที่ ง.7 ลายเส้นชั้นวางหนังสือ โดย Solid Work .2551

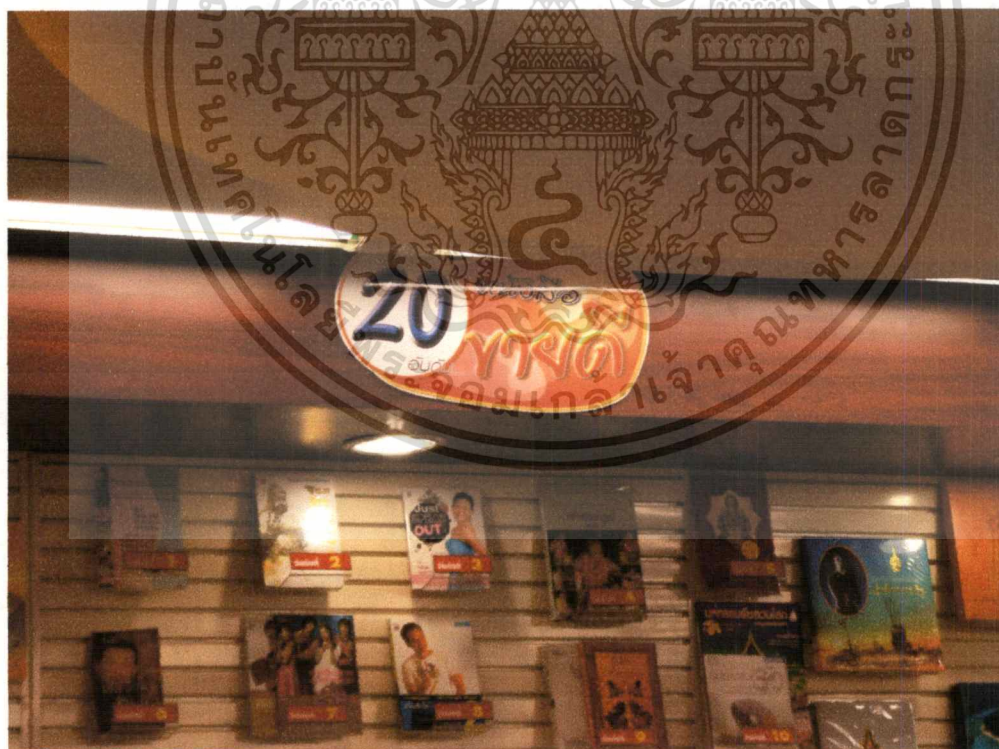


ภาพที่ ง.8 ชั้นวางหนังสือ โดย Solid Work .2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

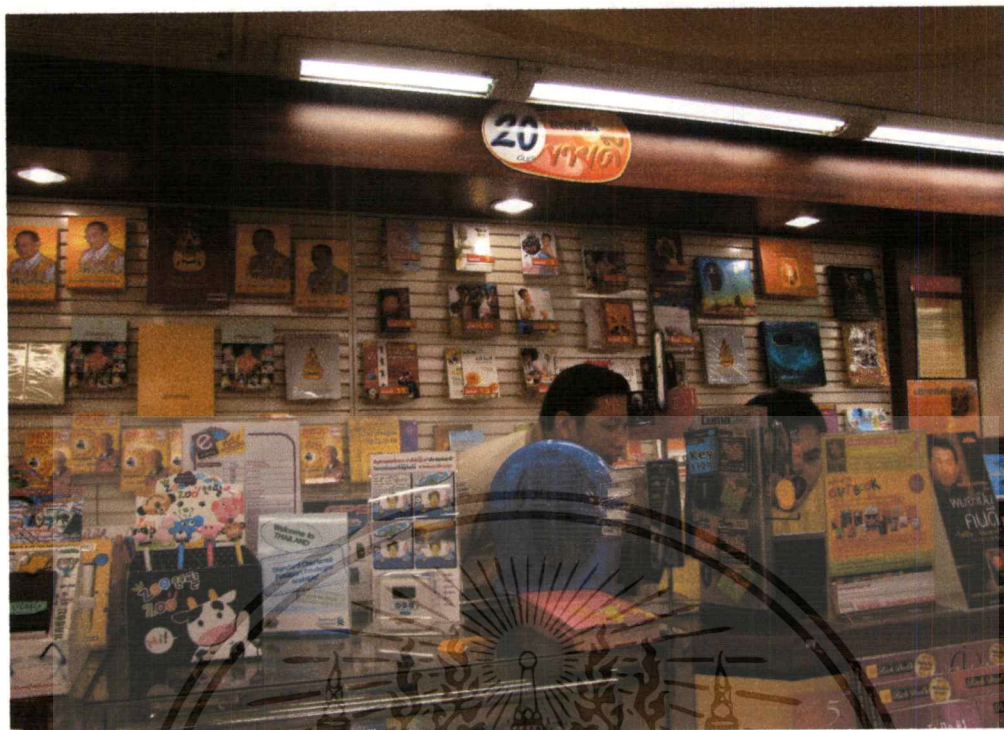


ภาพที่ ๙.๑ ตราร้านค้า



ภาพที่ ๙.๑๐ สื่อตัวอักษรกำกับชั้นวางหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

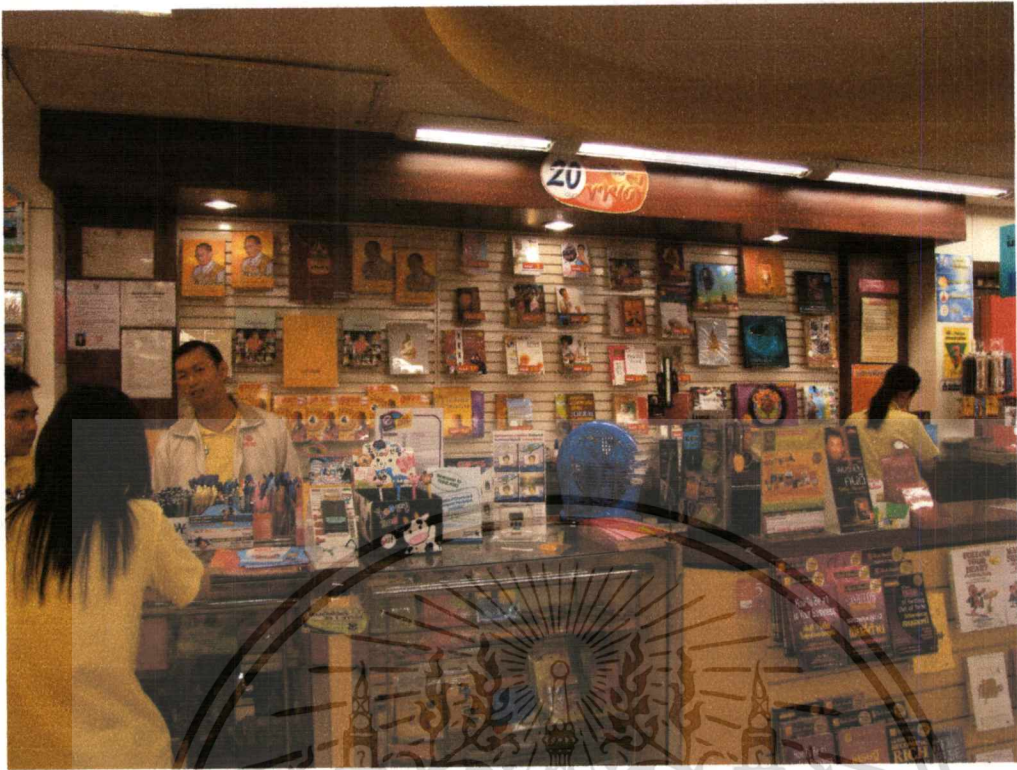


ภาพที่ ง.11 ลักษณะการใช้งาน



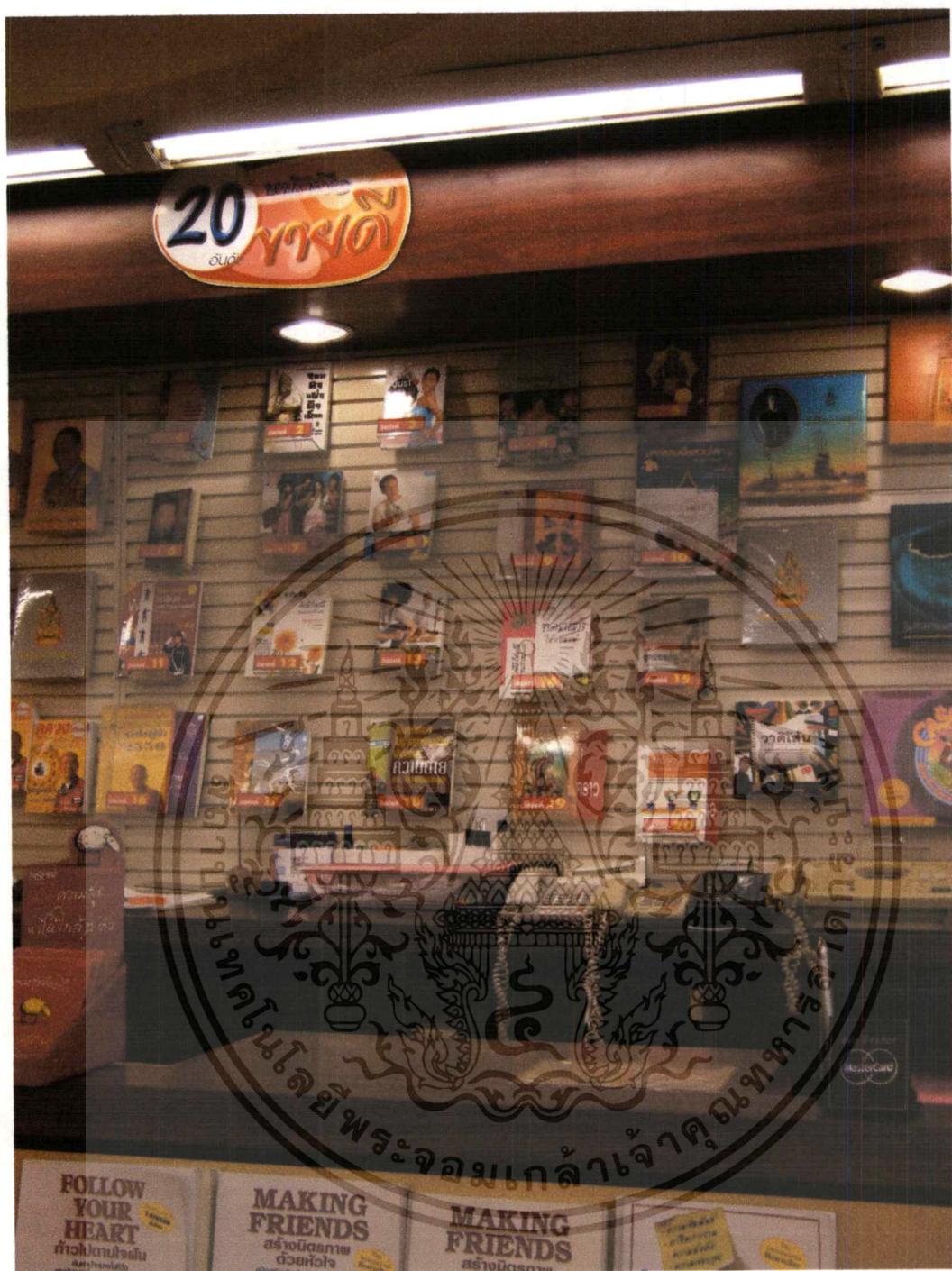
ภาพที่ ง.12 ลักษณะการมอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ง.13 ลักษณะการจัดวางหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

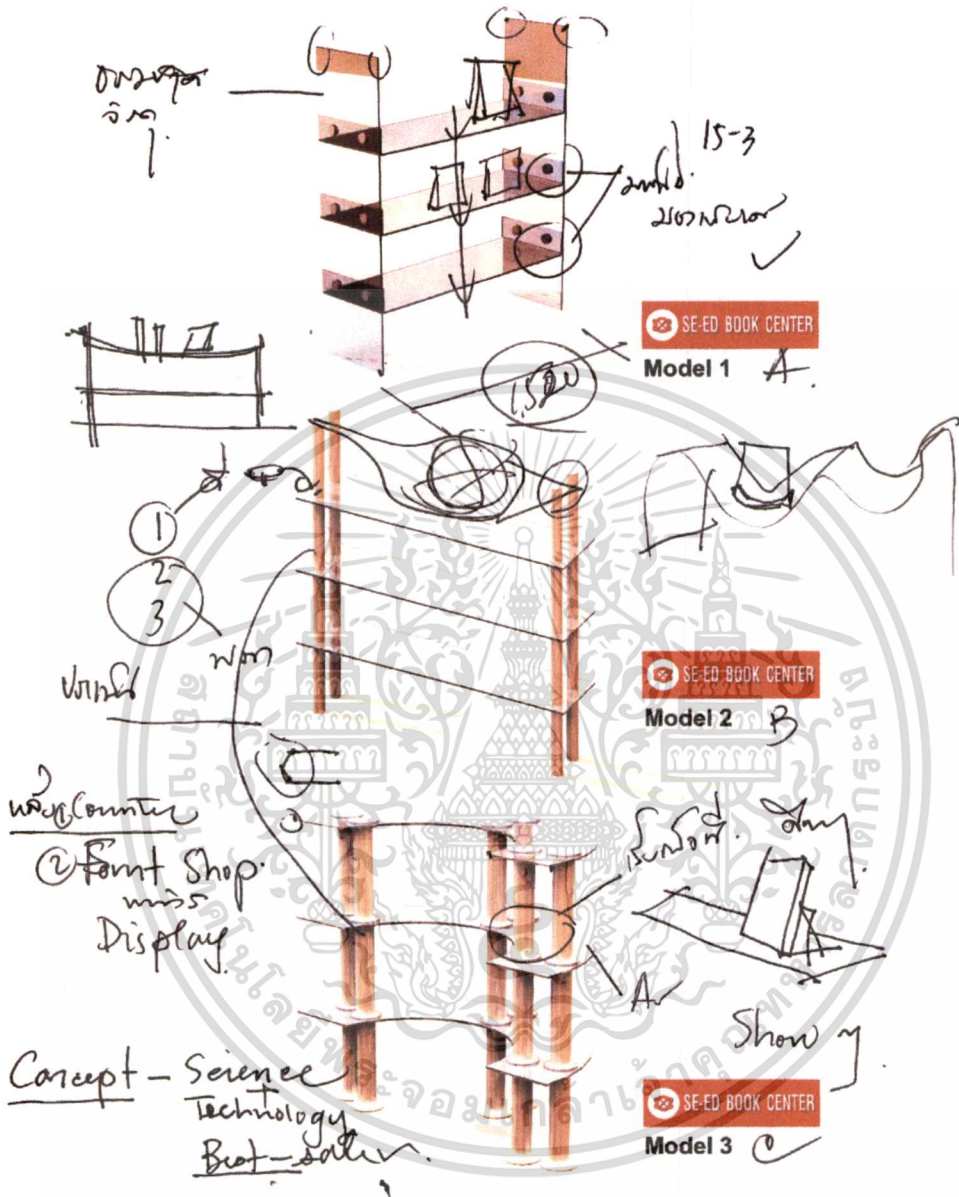


ภาพที่ 14 การจัดวางองค์ประกอบของพื้นที่โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Presentation

DEVELOPING EDUCATE PROJECT BOOK SHELVES FOR SE-EDUCATION PUBLIC COMPANY LIMITED



KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION

ภาพที่ ง.15 รูปแบบและคำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อเสนอแนะ

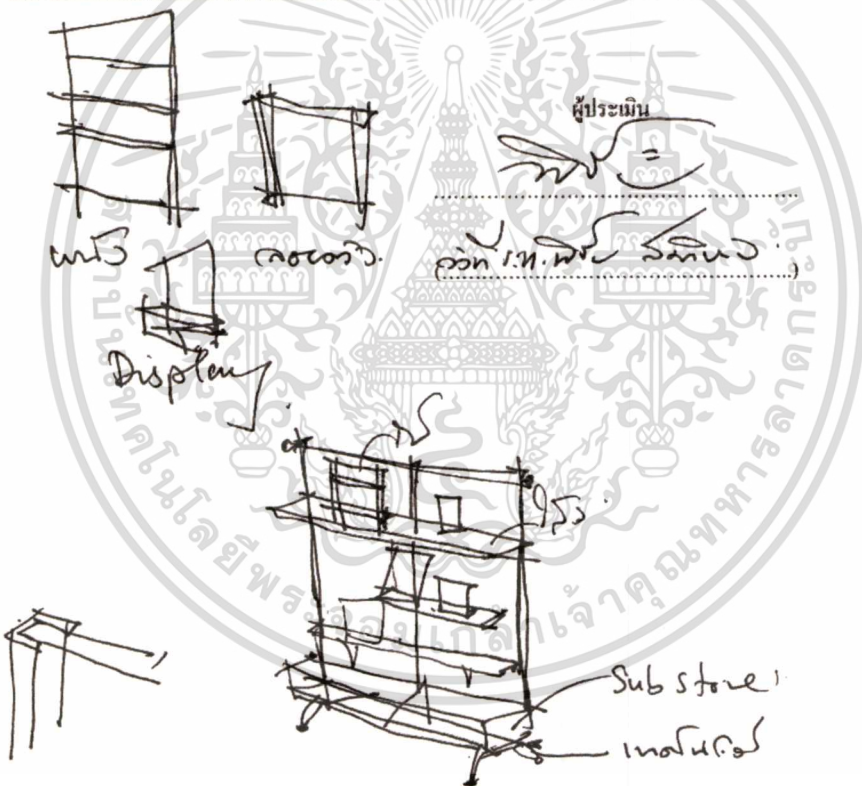
ใช้สื่อเลือกแล้ว ทุกรูปแบบที่พบเห็นได้
A) ~~AV~~ → ทีวี + คอมพิวเตอร์

Concept ของร้านค้าที่จัดไว้ วัฒนธรรม +
เทคโนโลยี

Spec + scale: ทีวี + คอมพิวเตอร์ +
ทีวี + ทีวี

คอมพิวเตอร์ + Shelf

Place ของร้าน



ภาพที่ ง.16 คำแนะนำของผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายธีรบุลย์ แซ่เตียว
วัน-เดือน-ปีเกิด:	2 มีนาคม พ.ศ.2524 . กรุงเทพฯ
ที่อยู่ปัจจุบัน	1835 ถ.สุขุมวิท แขวง พระโขนงเหนือ เขตวัฒนา จังหวัดกรุงเทพฯ 10110
ประวัติการศึกษา	ระดับประถมศึกษา โรงเรียนสมถวิล ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนพระโขนงพิทยาลัย ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ คณะอุตสาหกรรมสิ่งทอ แผนกวิชาออกแบบสิ่งทอ ระดับปริญญาตรีสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขา ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สาขา เทคโนโลยีผลิตภัณฑ์ ภาควิชา ครุศาสตร์สถาปัตยกรรม คณะ ครุศาสตร์อุตสาหกรรม
ความชำนาญเฉพาะด้าน	1.) กระบวนการออกแบบและกระบวนการผลิตทางด้านพลาสติก 2.) กระบวนการออกแบบผลิตภัณฑ์สแตนเลสสตีล 3.) การออกแบบผลิตภัณฑ์สิ่งทอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้