



ใบอนุญาตวิทยานิพนธ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงรถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุด สำหรับหอสมุดแห่งชาติ
โดย นางสาวชลธิชา บุญทัน

ได้รับอนุมัติให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาศิลปอุตสาหกรรม

.....คนบดี

(รศ.ดร. ปรียาพร วงอนุตรโรจน์)

วันที่ 25 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2537

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....

ประธานกรรมการ

(อาจารย์อุดมศักดิ์ สารีบุตร)

.....

กรรมการ

(อาจารย์อนันท์ อินทร์คำ)

.....

กรรมการ

(อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย)

.....

กรรมการ

(อาจารย์ศิริพรรณ สารีบุตร)

.....

กรรมการ

(อาจารย์ธเนศ ภิรมย์การ)

.....

กรรมการ

(อาจารย์พิศุทธิ ศิริพันธุ์)

.....

กรรมการและเลขานุการ

(อาจารย์สถาพร ตีบุญมี ณ ชุมแพ)



โครงการออกแบบปรับปรุง รถเข็นหนังสือของสมุดสำหรับหอสมุดแห่งชาติ
(A BOOK TRUCK FOR THE NATIONAL LIBRARY OF THAILAND)



A020914

นางสาว ชลธิชา บุญทัน

เลขหมู่.....	๕๒๖	020914
เลขทะเบียน.....	1117	
วัน เดือน ปี.....	27 ต.ค. 2537	

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2536

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
อภินิหารผล	ค
สารบัญ	ง
รายการตารางประกอบ	ช
รายการภาพประกอบ	ฉ
บทที่	

1 บทนำ

1.1	เหตุผลในการนำเสนอวิทยานิพนธ์	1
1.2	วัตถุประสงค์ของการทำวิทยานิพนธ์	1
1.3	ที่มาของปัญหา	2
1.4	ปัญหาที่เกิดขึ้น	2
1.5	แนวทางแก้ปัญา	7
1.6	วิธีดำเนินการวิจัย	7
1.7	ขอบเขตของการศึกษาข้อมูล	8
1.8	ขอบเขตของงานออกแบบ	8
1.9	ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์	8

บทที่ -

2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1	ความเป็นมาและความหมายของหอสมุดแห่งชาติ	9
2.1.1	การให้บริการของหอสมุดแห่งชาติ	11
2.2	การจัดหมวดหมู่หนังสือภายในห้องสมุด	14
2.3	ลักษณะการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการ	15
2.4	ขนาดของหนังสือประเภทต่าง ๆ	19
2.5	ความหมายของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด	20
2.6	ประเภทของรถเข็น	20
2.7	การศึกษาความสามารถของคนในการออกแบบ	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
2.8 ประเภทของลื้อ	23
2.9 การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง	25
2.10 โครงสร้างของรถเข็น	28
2.11 ข้อมูลทางด้านวัสดุ	29
2.11.1 ไม้อัดสลับชั้น	30
2.11.2 ไม้อัดแผ่นเรียบ	31
2.11.3. พาร์ติเคิลบอร์ด	32
2.11.4 เหล็ก	33
2.11.5 โลหะท่อ	34
2.11.6 โลหะแผ่น	38
2.11.7 อลูมิเนียม	41
2.11.8 สแตนเลส	41
2.11.9 ไฟเบอร์กลาส	44
2.11.10 พลาสติก	45
2.11.11 ยาง	52
2.12 การศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิต	53
2.13 การยึดและยึดนาลาสติกด้วยสกรู	60
2.14 การเคลือบผิววัสดุ	65
2.15 ข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์	67
2.16 จิตวิทยาการใช้สี	72

บทที่

3 การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

3.1 การศึกษาข้อมูลภาคเอกสาร	79
3.2 การศึกษาจากการสัมภาษณ์	79
3.3 การศึกษาจากสถานที่จริง	79
3.4 แหล่งที่มาของข้อมูล	80
3.4.1 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง	80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2	แหล่งของข้อมูลสถานที่	80
3.4.3	ศึกษาการเข้าบริการหอสมุดแห่งชาติ	80
3.5	ข้อมูลด้านพฤติกรรม	81
3.5.1	พฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องสมุด	81
3.5.2	พฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ห้องสมุด	82
3.6	รูปแบบเดิมของรถเข็นห้องสมุดทั่วไป	88
3.7	ลักษณะการจัดวางครุภัณฑ์ภายในห้องสมุด	94
3.8	ลักษณะของชั้นวางหนังสือหรือชั้นให้บริการหนังสือ	95
3.9	สภาพของพื้นผิวของหอสมุดแห่งชาติ	104
3.10	โครงสร้างของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด	104
3.11	ล้อกับการใช้งาน	106
3.12	การศึกษาข้อมูลเกี่ยวข้องกับรถเข็นหนังสือ	111
3.12.1	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของหนังสือ	111
3.12.2	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของรถเข็นและส่วนประกอบต่าง ๆ	111
3.12.3	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างของล้อ	111
3.12.4	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างความสามารถของคนในการออกแรง	111
3.12.5	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างชนิดของไม้ขัด	111
3.12.6	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างชนิดของเหล็ก	112
3.12.7	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างชนิดของโลหะแผ่น	112
3.12.8	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างประเภทของพลาสติก	112
3.12.9	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างประเภทของยาง	112
3.12.10	ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับโครงสร้างการเคลือบผิววัสดุ	112
3.12.11	การศึกษาลักษณะการวางหนังสือ	113
3.12.12	การศึกษาส่วนวางหนังสือ	113
3.12.13	การศึกษารูปแบบของโครงสร้างรถเข็น	114
3.12.14	การศึกษาลักษณะการจับ	115
3.12.15	การศึกษาโครงสร้างของรถเข็น	116

3.12.16 การศึกษาประเภทของล้อ	117
3.12.17 การศึกษาวัสดุที่ใช้ทำยางล้อ	117
3.12.18 การศึกษาการบังคับเคลื่อน	117
3.12.19 การศึกษาขนาดของรถเข็น	117
3.12.20 การศึกษาภาวอนามัยคนโดยสารที่เหมาะสมกับการใช้รถเข็นหนังสือ	119
3.12.21 การศึกษาจิตวิทยาการผู้ใช้ลิ	122
การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์	
3.12.35 การวิเคราะห์ผลที่ใช้กับโครงสร้างผลิตภัณฑ์	138
3.12.36 การวิเคราะห์ผลที่ใช้กับส่วนเปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์	138
3.12.37 การวิเคราะห์ผลที่ใช้กับส่วนมือจับ	138
3.12.38 การวิเคราะห์ผลที่ใช้กับส่วนรองรับหนังสือ	138
3.12.39 การวิเคราะห์ผลที่ใช้กับล้อรถเข็น	139

บทที่

4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	
4.1 การออกแบบ	140
4.2 แนวทางการออกแบบ	143
4.3 แบบถ่ายย่อ	144

บทที่

5 สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ	
สรุปการวิจัย	145
ข้อเสนอแนะ	145

บรรณานุกรม

ภาคผนวก

ประวัติผู้เขียน

รายการตารางประกอบ

			หน้า
ตารางที่	1	ขนาดสัดส่วนของหนังสือประเภทต่างๆ	19
ตารางที่	2	รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง	26
ตารางที่	3	ขนาดของท่อเหล็กกลวง	35
ตารางที่	4	ขนาดของเหล็กท่อนสี่เหลี่ยมผืนผ้า	36
ตารางที่	5	ขนาดของเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสกลวง	37
ตารางที่	6	ขนาดมาตรฐาน (UNITED STATES STEEL)	39
ตารางที่	7	แสดงความหนาและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน	40
ตารางที่	8	แสดงการเปรียบเทียบระหว่างยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์	51
ตารางที่	9	แสดงค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่จะใช้ในการตัดท่อ	57
ตารางที่	10	ตัวอย่างเครื่องเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า	59
ตารางที่	11	แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่างๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และมิติวิกฤต	67
ตารางที่	12	แสดงค่าตัวเลขอัตราส่วนสูงยืนในการปฏิบัติงาน	68
ตารางที่	13	การสะท้อนของแสง	75
ตารางที่	14	การวิเคราะห์รูปทรงของรถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุด	123
ตารางที่	15	การวิเคราะห์ชนิดของโครงสร้างรถ ขึ้นหนังสือ	124
ตารางที่	16	การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก	125
ตารางที่	17	การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างรองรับหนังสือ	126
ตารางที่	18	การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างด้านข้าง	127
ตารางที่	19	การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบ	128
ตารางที่	20	การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ ขึ้น	129
ตารางที่	21	การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติก	130
ตารางที่	22	การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ ขึ้นหนังสือ	131
ตารางที่	23	การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนรองรับหนังสือบนรถ ขึ้น	132
ตารางที่	24	การวิเคราะห์วัสดุที่ปิดด้านข้างของส่วนวางหนังสือ	133
ตารางที่	25	การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์	134
ตารางที่	26	การวิเคราะห์ของวัสดุสำหรับมือจับรถ ขึ้น	135

เอกสารนี้ออกให้ฟรีโดยไม่คิดค่าใดๆ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		หน้า
ตารางที่ 27	การวิเคราะห์ส่วนยึดด้านข้างของรถเข็น	136
ตารางที่ 28	การวิเคราะห์การเคลื่อนผิวของโครงสร้างหลักของรถเข็น	137



รายการภาพประกอบ

หน้า

ภาพที่ 1	แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดแบบเดิม	2
ภาพที่ 2	แสดงลักษณะการจัดหนังสือบนรถเข็น	3
ภาพที่ 3	แสดงลักษณะการไว้พื้นที่สำหรับวางหนังสือ	3
ภาพที่ 4	แสดงโครงสร้างของการเชื่อมต่อ	4
ภาพที่ 5	แสดงลักษณะของการเคลื่อนผิวที่เกิดสนิมได้ง่าย	4
ภาพที่ 6	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือห้องสมุด	5
ภาพที่ 7	แสดงลักษณะของส่วนมือจับ	5
ภาพที่ 8	แสดงการเข็นรถเข้าไปในช่องหนังสือ	6
ภาพที่ 9	ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก	24
ภาพที่ 10	ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม	24
ภาพที่ 11	ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์	25
ภาพที่ 12	แสดงการตัดโดยใช้สอดขดลวดสปริง	54
ภาพที่ 13	แสดงการตัดโดยใช้ทรายบรรจุในท่อ	55
ภาพที่ 14	แสดงรัศมีขอบโค้งสำหรับท่อที่ได้จากการดัดยึด	55
ภาพที่ 15	แสดงการตัดท่อโดยใช้แม่แบบตัด	56
ภาพที่ 16	แสดงการตัดท่อโดยการไว้เครื่องตัด	57
ภาพที่ 17	การเชื่อมแบบ FOREHAND และแบบ BACKHAND วิธีการเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ	58
ภาพที่ 18	เครื่องเชื่อมแบบไดเรกต์ไฟเออร์	60
ภาพที่ 19	เครื่องเชื่อมแบบทรานส์ฟอร์เมอร์	60
ภาพที่ 20	แสดงสัดส่วนความสูงยืน	68
ภาพที่ 21	แสดงมุมของสาขาตาในแนวนอน	69
ภาพที่ 22	แสดงมุมของสาขาตาในแนวตั้ง	69
ภาพที่ 23	แสดงการเคลื่อนไหวของศีรษะและตาในระนาบเดียวกัน	70
ภาพที่ 24	แสดง ERGONOMIC ของมือในลักษณะการรับรูปแบบต่างๆ	71
ภาพที่ 25	แสดงภาพการส่งหนังสือคืนที่เคาน์เตอร์และแยกหนังสือ	83
ภาพที่ 26	แสดงภาพมุมเล่นคอมพิวเตอร์	83
ภาพที่ 27	แสดงภาพชั้นวางหนังสือ	84

ภาพที่ 28	แสดงชั้นเตี้ยวางหนังสือ	84
ภาพที่ 29	แสดงภาพชั้นวางวารสารและนิตยสาร	85
ภาพที่ 30	ห้องสัมมนาขนาดเล็กของห้องอ่านหนังสือ	85
ภาพที่ 31	มุมอ่านหนังสือสำหรับเด็ก	86
ภาพที่ 32	แสดงการถ่ายเอกสารของห้องอ่านหนังสือ	86
ภาพที่ 33	แสดงการเก็บรถเข็นของห้องเอเชีย	87
ภาพที่ 34	แสดงการเก็บรถเข็นของวารสาร	87
ภาพที่ 35	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 1	88
ภาพที่ 36	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 2	89
ภาพที่ 37	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 3	90
ภาพที่ 38	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 4	91
ภาพที่ 39	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 5	92
ภาพที่ 40	แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 6	93
ภาพที่ 41	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 1	95
ภาพที่ 42	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 2	96
ภาพที่ 43	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 3	97
ภาพที่ 44	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 4	98
ภาพที่ 45	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 5	99
ภาพที่ 46	แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 6 และ 7	100
ภาพที่ 47	แสดงชั้นวางวารสารร่วมกับหนังสือพิมพ์	101
ภาพที่ 48	แสดงเก้าอี้ต่อความสูง	101
ภาพที่ 49	แสดงโต๊ะเคาน์เตอร์ไม้	102
ภาพที่ 50	แสดงตู้โชว์กระจก	103
ภาพที่ 51	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 1	108
ภาพที่ 52	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 2	109
ภาพที่ 53	แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 3	110
ภาพที่ 54	แสดงความสูงเฉลี่ยของหญิงไทย	119
ภาพที่ 55	แสดงความสูงเฉลี่ยของชายไทย	120
ภาพที่ 56	แสดงความสูงในการปฏิบัติงานของการใช้รถเข็นหนังสือ	121

ภาพที่ 57	แสดงภาพขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์ในการปฏิบัติงานของผู้ใช้รถเข็น	121
ภาพที่ 58	แสดงแบบร่างที่ 1	144
ภาพที่ 59	แสดงแบบร่างที่ 2	144
ภาพที่ 60	แสดงแบบร่างที่ 3	145
ภาพที่ 61	แสดงภาพด้าน	145
ภาพที่ 62	แสดงทัศนียภาพ	146
ภาพที่ 63	แสดงภาพ DETAIL OF PART	146
ภาพที่ 64	แสดงภาพโครงสร้างในการเชื่อมต่อของรถเข็นกับล้อห้องสมุด	147
ภาพที่ 65	แสดงภาพต้นแบบ	147



บทคัดย่อ

ในการจัดทำวิทยานิพนธ์เรื่อง โครงการออกแบบปรับปรุงรถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุด สำหรับหอสมุดแห่งชาติ มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบรถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุดซึ่งสามารถตอบสนองความต้องการของผู้ปฏิบัติงานในการจัดเก็บหนังสือให้มีความสะดวกสบายในการใช้งาน และเหมาะสมสอดคล้องกับงานให้บริการของห้องสมุดในหอสมุดแห่งชาติ

ผลการศึกษาถึงลักษณะของการทำงานของรถ ขึ้นหนังสือภายในหอสมุดแห่งชาติสามารถสรุปการการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นดังนี้

1. ได้จัดทำหนังสือให้อยู่ในแนวเดียวกัน และจัดวางบรรณ เช่น ได้อย่างเป็นระเบียบระบบ เพื่อการทำงานที่รวดเร็วทันต่อการจัดเก็บหนังสือที่มีจำนวนมาก
2. ได้จัดทำรถ ขึ้นหนังสือให้ใช้พื้นที่ได้อย่างสะดวกและให้การหยิบพร้อมกับการจัดเก็บได้ง่าย
3. ได้จัดโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ ของรถ ขึ้น โดยการเลือกใช้กรรมวิธีการผลิตและวัสดุที่เหมาะสมกับการใช้งาน
4. ได้จัดทำโดยเลือกการเคลือบผิวที่เหมาะสมกับรถ ขึ้นหนังสือในห้องสมุด
5. ได้จัดทำโดยการเลือกขนาดของล้อที่เหมาะสมกับรถ ขึ้นหนังสือ
6. ได้จัดทำมือจับที่มีวัสดุห่อหุ้มที่กันการลื่นของมือให้มีความกระชับมากขึ้น
7. ได้จัดทำรถ ขึ้นที่มีขนาดเหมาะสมกับการใช้งานและสะดวกแก่ผู้ใช้

จึงได้รถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุดแห่งชาติที่เหมาะสมกับการใช้งานเพื่อช่วยในการเก็บเคลื่อนย้ายหนังสือและช่วยส่งเสริมให้เจ้าหน้าที่ เกิดประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น

กิตติกรรมประกาศ

การทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้ คงจะไม่สำเร็จลุล่วงลงไปได้เลย หากขาดความช่วยเหลือหรือจากบุคคลที่จะกล่าวนาม ต่อไปนี้

- บิดา - มารดา ผู้ให้ความช่วยเหลือทั้งทางด้านกำลังใจ และทรัพย์สิน
- รศ.ดร. ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ ผู้ให้คำปรึกษาด้านข้อมูล
- อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไวย ผู้ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบ
- อาจารย์อโนทัย อินทร์คำ ผู้ให้คำปรึกษาด้านการออกแบบ
- เจ้าหน้าที่ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ และห้องสมุดต่าง ๆ ที่ให้สัมภาษณ์สอบถามใน

ด้านข้อมูล

ชลธิชา บุญทัน
ผู้จัดทำวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบปรับปรุงรถ ขึ้นหนังสือภายในห้องสมุดสำหรับหอสมุดแห่งชาติ

ชื่อนักศึกษา นางสาวชลธิชา บุญกัน

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์

อาจารย์ถนอม จันทร์หมื่นไว

อาจารย์อเนก อินทร์คำ

สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม

ภาควิชา ศึกษาศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม

คณะ ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2536

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กรรมการตรวจวิทยานิพนธ์ ได้ตรวจพิจารณาและเห็นชอบแล้วอนุมัติให้
เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร ศึกษาศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2536

(รองศาสตราจารย์ ดร.ปรีชาพร วงศ์อนุตรโรจน์)

คณบดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 เหตุผลในการนำเสนอวิชานี้

ในปัจจุบันนี้การศึกษามีความจำเป็นสำหรับมนุษย์มากและการแสวงหาความรู้จากแหล่งที่รวบรวมสะสมวิชาการที่ทันสมัย อารยธรรม ความเจริญก้าวหน้าของโลกและความคิดของมนุษย์ในรูปแบบต่าง ๆ สิ่งที่ได้กล่าวมาข้างต้นนั้นก็คือ ห้องสมุด เมื่อกล่าวถึงห้องสมุดแล้วก็เป็นสิ่งหนึ่งที่มีความจำเป็นมากต่อการศึกษา และสิ่งที่สามารถรวบรวมความรู้ไว้ได้อย่างเป็นระเบียบระบบและมีแบบแผน ก็คือ อุปกรณ์ที่เป็นส่วนหนึ่งของห้องสมุดเรียกว่า

"ครุภัณฑ์ห้องสมุด" ครุภัณฑ์ของห้องสมุดนั้นเป็นเครื่องมือเครื่องใช้และอุปกรณ์ที่รับน้ำหนัก ซึ่งจัดขึ้นมาเป็นประโยชน์เฉพาะงานนั้น ๆ โดยตรง เช่น ชั้นวางหนังสือ ตู้บัตรรายการ โต๊ะรับจ่ายหนังสือ และยังมีอุปกรณ์ที่รับน้ำหนักเป็นส่วนสำคัญในการย้ายหนังสือทำให้เกิดความเป็นระเบียบเรียบร้อยในที่นี้คือ "รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด" รถเข็นในห้องสมุดเป็นอุปกรณ์ที่ช่วยแบ่งเบาภาระในการเก็บหนังสือของบรรณารักษ์ เพราะแต่เดิมนั้นการเก็บหนังสือไปไว้ที่ชั้นวางหนังสือ ต้องใช้เวลาอย่างมากเพราะต้องแยกหมวดหมู่จากโต๊ะ เคาน์เตอร์หลายครั้งและใช้เวลานานกว่าจะเก็บหนังสือครบทุกเล่ม ดังนั้นรถเข็นจึงมีความจำเป็นในการเก็บหนังสือมาห้องสมุดเป็นสถานที่สำหรับการศึกษาของทุกเพศ ทุกวัย และห้องสมุดที่มีขนาดใหญ่ซึ่งประเทศเป็นผู้จัดตั้งและดำเนินการ โดยได้รวบรวมและรักษามรดกทางความรู้ ความคิด ทางวัฒนธรรมของชาติไว้บริการประชาชนทั้งประเทศ ห้องสมุดนี้ก็คือ "หอสมุดแห่งชาติ"

ดังนั้น ผู้จัดทำกรวิจัยจึงได้จัดทำโครงการออกแบบปรับปรุง "รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดสำหรับหอสมุดแห่งชาติ"

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำวิชานี้

1.2.1 เพื่อออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดสำหรับหอสมุดแห่งชาติ

1.2.2 เพื่อออกแบบให้ตอบสนองต่อพฤติกรรมการใช้งานในการเคลื่อนย้ายหนังสือและการเก็บหนังสือไว้บนชั้นวางหนังสือ

1.3 ที่มาของปัญหา

เนื่องจากการใช้รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดนั้นจะต้องใช้ในการเคลื่อนที่ไปตามช่องและชั้นสำหรับวางหนังสือ เพื่อนำหนังสือไปเก็บไว้ให้เป็นหมวดหมู่อย่างเป็นระเบียบเรียบร้อย จากสภาพของปัญหาห้องสมุดนั้นจะเป็นปัญหาที่เกิดจากพฤติกรรมของผู้ใช้บริการ เมื่ออ่านหนังสือแล้วไม่นำไปเก็บไว้ที่เคาน์เตอร์สำหรับแยกหนังสือซึ่งบรรณารักษ์และเจ้าหน้าที่จะแยกหนังสือในการเก็บเข้าชั้น ทำให้เจ้าหน้าที่ต้องเสียนเวลานำหนังสือมาแยกที่เคาน์เตอร์เอง ส่วนปัญหาของเจ้าหน้าที่ก็คือ การจัดเรียงหนังสือไปเป็นระเบียบในที่พักหนังสือบนรถเข็น การเก็บและแยกหนังสือให้เป็นหมวดหมู่จึงต้องมีการแยกหลายครั้ง ด้านปัญหาของรถเข็นหนังสือนั้นจะเกิดจากโครงสร้าง การเลือกใช้วัสดุ การทำสี การเชื่อมต่อในส่วนต่าง ๆ ของรถเข็นในด้านการเคลื่อนย้ายปัญหาจะเกิดจาก การจับเข็น การบังคับเลี้ยว การรับน้ำหนัก ทำให้การปฏิบัติหน้าที่ในการทำงานของผู้ใช้รถเข็นหนังสือขาดความคล่องตัวและลดประสิทธิภาพลงไปได้

1.4 ปัญหาที่เกิดขึ้น



ภาพที่ 1 แสดงลักษณะรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดแบบเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 ปัญหาในการจัดวางหนังสือที่ไม่เป็นระเบียบบนรถเข็น ซึ่งจึงทำให้การเก็บหนังสือก่อนเข้าชั้นวางนั้น ต้องนำมาแยกอีกหลายครั้งทำให้เกิดความสับสนและล่าช้าในการจัดหมวดหมู่ของหนังสือ



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะการจัดหนังสือบนรถเข็น

1.4.2 ปัญหาในการเลือกใช้พื้นที่จัดวางหนังสือของเจ้าหน้าที่ซึ่งจะเลือกใช้ชั้นบนและชั้นกลางมากกว่าชั้นล่าง เนื่องจากความลำบากในการโน้มตัวลงไปเก็บหนังสือเข้าชั้นวาง



ภาพที่ 3 แสดงลักษณะการใช้พื้นที่สำหรับวางหนังสือ

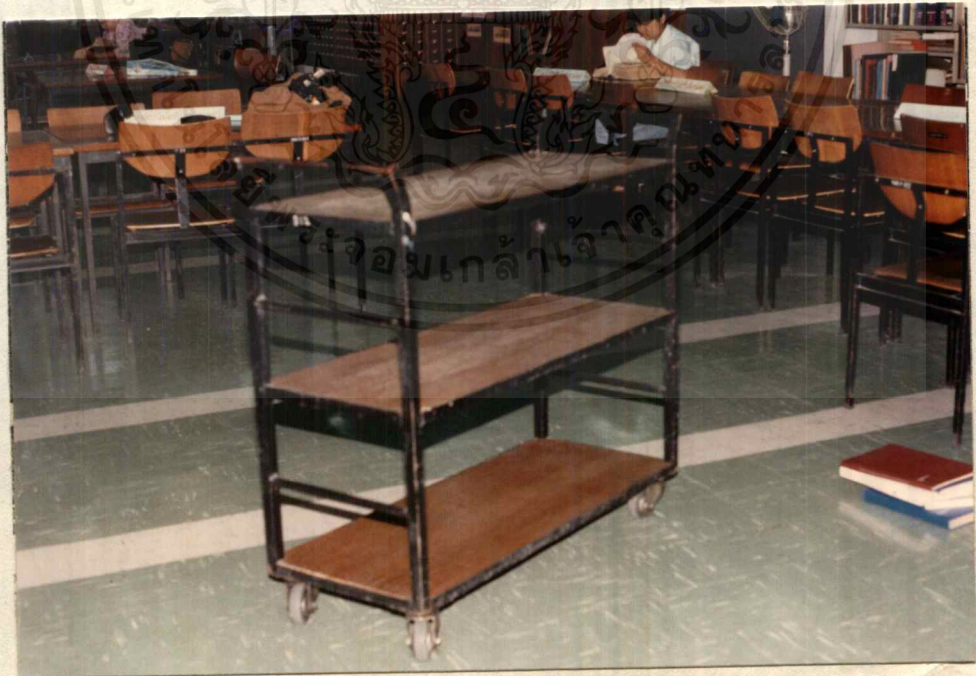
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.3 ปัญหาในด้านโครงสร้างรับน้ำหนักได้ไม่ดีเนื่องจากการเชื่อมต่อของส่วนรองรับหนังสือไม่แข็งแรง



ภาพที่ 4 แสดงโครงสร้างของการเชื่อมต่อ

1.4.4 ปัญหาด้านกรรมวิธีการเคลื่อนสลิฟเวอที่เกิดสนิมได้ง่ายและมีการหลุดร่อนของสลิบริเวอด้านข้างของโครงสร้างและส่วนขอบด้านล่างรถเข็น



ภาพที่ 5 แสดงลักษณะของการเคลื่อนผิวที่เกิดสนิมได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 ปัญหาลักษณะของลูกล้อซึ่งมีขนาดที่เล็กจึงรับน้ำหนักของหนังสือที่หนักและมากไม่ได้ ทำให้ยางเกิดการสึกไม่สามารถเคลื่อนได้คล่องเหมือนเดิม



ภาพที่ 6 แสดงลักษณะล้อของรถเข็นหนังสือห้องสมุด

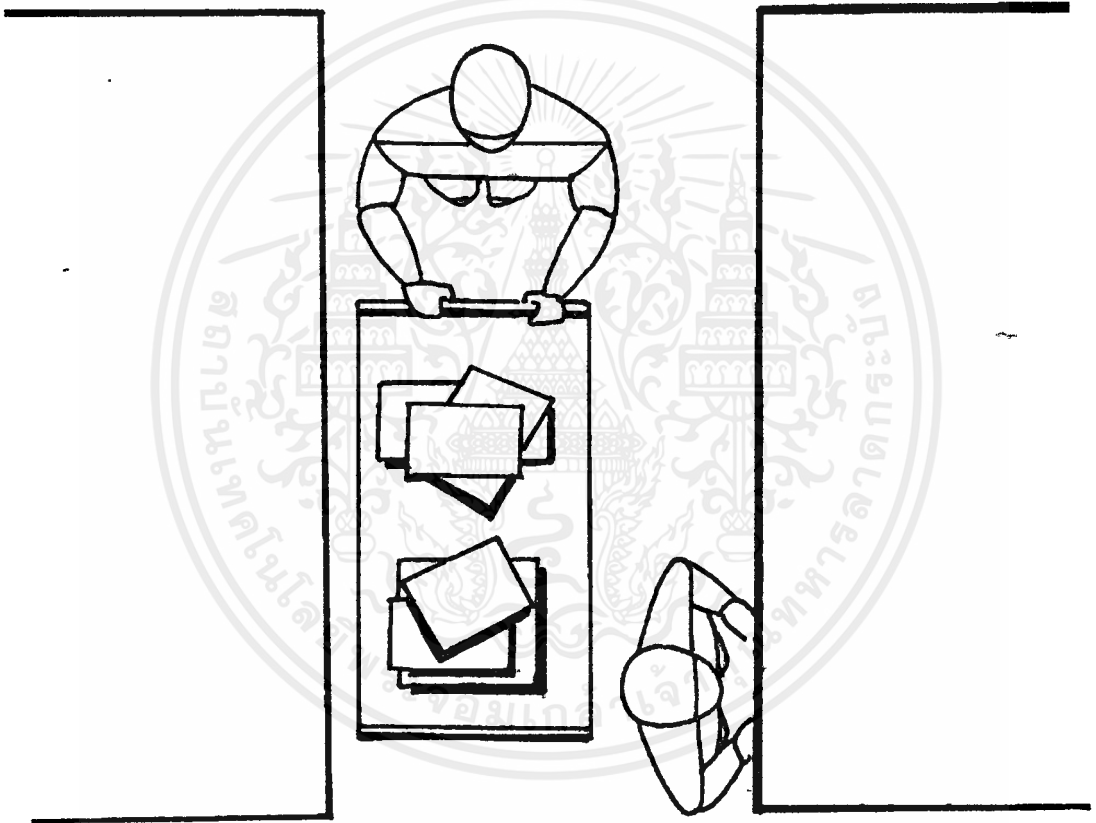
1.4.6 ปัญหาส่วนมือจับเข็นไม่มีส่วนที่ช่วยกันการสั่นของเข็นมือผู้เข็น และเกิดความไม่กระชับ ทำให้การเข็นนั้นช้า



ภาพที่ 7 แสดงลักษณะของส่วนมือจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.7 ปัญหาในการเซ็นหนังสือเข้าไปตามช่องสำหรับเก็บหนังสือ ถ้ามีผู้ใช้บริการเลือกหนังสืออยู่จะทำให้การเก็บหนังสือเกิดความลำบากซึ่งรถเซ็นมีขนาดที่ไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน



ภาพที่ 8 แสดงการเซ็นรถเข้าไปในช่องหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แนวทางแก้ปัญหา

1.5.1 ให้จัดหนังสือจัดเรียงในแนวเดียวกันเป็นระเบียบเรียบร้อย

1.5.2 ให้ใช้พื้นที่ได้อย่างเต็มที่ให้เกิดความสะดวกในการจัดหนังสือเก็บและหยิบหนังสือได้ง่าย

1.5.3 โดยการคัดเลือกวัสดุและศึกษากรรมวิธีการผลิตเลือกมาใช้ให้เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือห้องสมุด

1.5.4 โดยการเลือกใช้กรรมวิธีการเคลือบผิวให้เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือ

1.5.5 โดยเลือกขนาดของล้อที่เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือ

1.5.6 โดยเลือกใช้วัสดุที่ช่วยห่อหุ้มมือจับให้สามารถกันความชื้นและกระช้ำมือมากขึ้น

1.5.7 ให้รถเข็นมีขนาดสัดส่วนที่เหมาะสมกับพฤติกรรมการใช้งาน

1.6 วิธีดำเนินการวิจัย

เพื่อให้เกิดการวิจัยสามารถดำเนินไปด้วยความถูกต้อง จึงได้กำหนดแนวทางดำเนินการวิจัยไว้ดังนี้

1.6.1 การศึกษาข้อมูล

1.6.1.1 จากภาคเอกสาร

1.6.1.2 จากการสัมภาษณ์

1.6.1.3 จากผลิตภัณฑ์จริง

1.6.2 เก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้น

1.6.3 ศึกษาข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์

1.6.4 สังเคราะห์ข้อมูลเพื่อการออกแบบ

1.6.5 ออกแบบ

1.6.6 ทำหุ่นจำลอง

1.6.7 นำเสนอผลงาน

1.6.8 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

1.7 ขอบเขตการศึกษาข้อมูล

- 1.7.1 เพื่อศึกษาข้อมูลสถานที่และรถ เช่นหนังสือของหอสมุดแห่งชาติเป็นหลัก
- 1.7.2 เพื่อศึกษาข้อมูลด้านพฤติกรรมการทำงานและความต้องการของผู้ใช้รถ เช่นภายในห้องสมุด
- 1.7.3 เพื่อศึกษารูปแบบของรถ เช่นหนังสือรูปแบบ เดิมและรถ เช่นในห้องสมุดระดับอุดมศึกษาโดยทั่วไป
- 1.7.4 เพื่อศึกษาระบบการทำงานและการใช้งานของรถ เช่น
- 1.7.5 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับกรรมวิธีการผลิต วัสดุ การดูแลรักษาและการทำความสะอาด
- 1.7.6 เพื่อศึกษาข้อมูล เกี่ยวกับสัดส่วนของมือและมิติของมนุษย์
- 1.7.7 เพื่อศึกษาด้านจิตวิทยาของสีที่เหมาะสมกับสภาพบรรยากาศภายในห้องสมุด

1.8 ขอบเขตของการออกแบบ

- 1.8.1 ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้ภายในหอสมุดแห่งชาติเท่านั้น
- 1.8.2 ออกแบบสำหรับเจ้าหน้าที่เก็บหนังสือในห้องสมุดเท่านั้น
- 1.8.3 ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ใช้งานสำหรับบุคคลเพียง 1 คนต่อ 1 ผลิตภัณฑ์เท่านั้น
- 1.8.4 ออกแบบให้สามารถเคลื่อนที่ได้โดยการเข็น ผลัก ดันได้สะดวก
- 1.8.5 ออกแบบให้เป็นผลิตภัณฑ์ที่สามารถทำงานได้บนพื้นที่ราบเรียบเสมอกันเท่านั้น

1.9 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำวิทยานิพนธ์

- 1.9.1 ได้รถ เช่นหนังสือภายในห้องสมุดสำหรับหอสมุดแห่งชาติ
- 1.9.2 ได้รถ เช่นหนังสือที่สามารถช่วยในการเก็บและการขนย้ายหนังสือได้สะดวก
- 1.9.3 ได้รถ เช่นหนังสือที่เหมาะสมกับการใช้งานในการ เข็น ผลัก และการลากได้อย่างสะดวกขึ้น
- 1.9.4 ส่งเสริมเจ้าหน้าที่ให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงาน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ความเป็นมาและความหมายของหอสมุดแห่งชาติ

หอสมุดแห่งชาติเดิมมีชื่อเรียกว่า "หอพระสมุดวชิรญาณสำหรับพระนคร" พระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าโปรดกระหม่อม ให้สถาปนาขึ้นเมื่อวันที่ 12 ตุลาคม 2448 โดยโปรดให้รวมหอพระสมุด 3 แห่งเข้าด้วยกัน คือ หอพระมนเทียรธรรม หอพระสมุดวชิรญาณและหอพุทธสาสน์สังคหะ

เดิมทีเดิยวั้น หอพระสมุดวชิรญาณสำหรับพระนครตั้งอยู่ภายในพระบรมมหาราชวัง การดำเนินงานอยู่ภายใต้คณะกรรมการสัมปาทิก ซึ่งพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ แต่งตั้งขึ้น และอยู่ในพระบรมราชูปถัมภ์ ในปี 2458 รัชสมัยของพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ย้ายหอพระสมุดวชิรญาณสำหรับพระนคร มาตั้งอยู่ที่ตึกถาวรวัตถุ หน้าวัดมหาธาตุ ด้านสนามหลวง ครั้นถึงปี 2468 รัชกาลของพระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ พระราชทานพระราชหัตถเลขาและหนังสือส่วนพระองค์ของ พระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว แต่หอพระสมุดฯ และได้พระราชทานนามหอพระสมุดแห่งนี้ว่า "หอวชิราวุธ" ส่วนศิลาจารึกและต้นฉบับหนังสือตัวเขียน ซึ่งเคยเก็บรักษาไว้ที่อาคารตึกถาวรวัตถุมาแต่เดิม ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ทำการขนย้ายไปเก็บรักษาไว้ที่พระที่นั่งศิวโมกษพิมาน ในพิพิธภัณฑ์สถานแห่งชาติ และได้พระราชทานนามหอพระสมุดแห่งนี้ว่า "หอพระสมุดวชิรญาณ"

ในปี 2490 ทางราชการได้ก่อสร้างอาคารหอสมุดขึ้นใหม่อีกหลังหนึ่งในบริเวณเดียวกับหอวชิราวุธ หน้าวัดมหาธาตุ เพื่อเก็บรักษาหนังสือและเครื่องใช้ส่วนพระองค์ของสมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระยาดำรงราชานุภาพ ซึ่งทายาททรงบริจาคให้แก่หอสมุดแห่งชาติ อาคารหลังนี้มีชื่อว่า "สมุดดำรงราชานุภาพ"

ในกาลต่อ ๆ มาหอสมุดแห่งชาติมีบทบาทมากขึ้น ทั้งในด้านการศึกษาและวัฒนธรรม ขณะเดียวกันหนังสือและสื่อทัศนวัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ ก็มีปริมาณเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ ทั้งผู้มาขอใช้บริการก็มีจำนวนมากขึ้น รัฐบาลได้ตระหนักถึงความสำคัญในการให้บริการของหอสมุดแห่งชาติ จึงได้ขออนุมัติให้ดำเนินการก่อสร้างอาคารที่ทำการหลังใหม่ ที่ท่าวาสุกรี สีเสียดเวศร์ ถนนสามเสน เริ่มแต่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกา้นำไปใช้

ปี 2505 เป็นต้นมา จนเปิดทำการได้ เมื่อวันที่ 5 พฤษภาคม 2509 หอสมุดหลังใหม่นี้ เป็นอาคารทรงไทย สูง 5 ชั้น มีเนื้อที่ 7,000 ตารางเมตร สามารถเก็บหนังสือได้เต็มที่กว่า 1,000,000 เล่ม มีห้องอ่านหนังสือ 6 ห้องที่นั่งสำหรับผู้อ่านเต็มที่ได้กว่า 1,000 ที่นั่ง

ในปี 2518 หอสมุดแห่งชาติได้รับงบประมาณให้สร้างอาคารใหม่ขึ้นอีกหลังหนึ่ง เป็นตึก 2 ชั้น ทางด้านหลังของอาคารใหญ่ส่วนสำนักงานด้านทิศใต้เพื่อใช้เป็นที่เก็บรักษาตู้พระธรรมซึ่งเป็นสมบัติอันล้ำค่าของชาติ มีชื่อเรียกว่า "หอพระสมุดวชิรญาณ"

อนึ่ง เพื่อสนองความต้องการของผู้มาใช้บริการ ซึ่งส่วนหนึ่งเป็นเด็กและเยาวชน หอสมุดแห่งชาติได้รับงบประมาณจากรัฐบาลมาทำการก่อสร้างอาคารชั้นใหม่ เป็นตึก 2 ชั้น อยู่ด้านหลังอาคารใหญ่หอสมุดแห่งชาติส่วนบริการ มีความมุ่งหมายเพื่อใช้เป็นห้องอ่านหนังสือสำหรับเด็กและเยาวชนการก่อสร้างเริ่มขึ้นในปี 2526 แล้วเสร็จในปลายปี 2527 ประกอบพิธีเปิดให้บริการ เมื่อวันที่ 7 มกราคม 2528

นอกจากนี้ หอสมุดแห่งชาติยังได้ขยายการดำเนินงานหอสมุดแห่งชาติสาขา ทั้งในส่วนกลางและส่วนภูมิภาค เฉพาะในส่วนกลางนั้น นอกจากหอสมุดดำรงราชานุภาพ ซึ่งเปิดให้บริการมาตั้งแต่ 2490 แล้วยังได้เปิดศูนย์นราธิปเพื่อการวิจัยทางสังคมศาสตร์ ณ ตึกถาวรวัตถุหลังเดิม (หอสมุดวชิรราช) เมื่อปี 2522 ในส่วนภูมิภาคก็ได้เปิดสาขาในจังหวัดต่าง ๆ ดังนี้ คือ หอสมุดแห่งชาติอินทร์บุรี จังหวัดสิงห์บุรี ในปี 2515 หอสมุดแห่งชาติลำพูนในปี 2521 หอสมุดแห่งชาตินครศรีธรรมราช ในปี 2521 หอสมุดแห่งวัดดอนรัก จังหวัดสงขลา ในปี 2525 หอสมุดแห่งชาติชลบุรี ในปี 2526 หอสมุดแห่งชาติประโคนชัย จังหวัดบุรีรัมย์ ในปี 2528 หอสมุดแห่งชาติเฉลิมพระเกียรติ ร. 9 นครราชสีมา ในปี 2530 หอสมุดแห่งชาติรัชมังคลาภิเษก เชียงใหม่ ในปี 2532 หอสมุดแห่งชาติรัชมังคลาภิเษก จันทบุรี และหอเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช กรุงเทพฯ ในปี 2533 หอสมุดแห่งชาติวัดเจวิญสมณกิจภูเก็ต ในปี 2536 และหอสมุดแห่งชาตินครพนม ในปี 2537 (อยู่ในระหว่างดำเนินการ)

ในการดำเนินงานหอสมุดแห่งชาตินั้น ได้คำนึงถึงหน้าที่หลักสำคัญ 2 ประการ คือ หน้าที่ในการเก็บรวบรวมรักษาทรัพยากรทางสติปัญญาของชาติไว้ให้เป็นมรดกตกทอดแก่คนรุ่นหลัง ขณะเดียวกันก็ให้บริการความรู้จากหนังสือและเอกสารต่าง ๆ เพื่อพัฒนาความรู้และความคิดของคนในชาติ ในการสร้างสรรค์ควบคู่กันไปด้วย เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าว หอสมุดแห่งชาติได้เร่งรัดพัฒนาทั้งในด้านการบริหาร วิชาการและบริการ ให้ก้าวหน้าและมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

2.1.1 การให้บริการของหอสมุดแห่งชาติ

กิจการห้องสมุดเป็นงานบริการสังคม ซึ่งเป็นรากฐานของการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติ หอสมุดแห่งชาติ หอสมุดแห่งชาติตั้งอยู่ ณ ถนนสามเสน เขตดุสิต กรุงเทพมหานคร เป็นสถานที่ผู้ใช้บริการจะเข้ามาศึกษาค้นคว้าข้อสนเทศได้โดยสะดวก มีห้องบริการการอ่าน การค้นคว้าสิ่งพิมพ์ และใส่ตักค้นวัสดุ รวม 14 ห้อง มีที่นั่งอ่านหนังสือ ประมาณ 3,000 ที่นั่ง เปิดให้บริการทุกวัน ระหว่างเวลา 9.30-19.30 น. ที่นั่ง เว้นเฉพาะวันนักขัตฤกษ์

หอสมุดแห่งชาติ อาคารท้าวสุทรี มีห้องบริการต่าง ๆ ดังนี้

1. ห้องอ่านหนังสือทั่วไป (104)

มีหนังสือให้บริการในสาขาวิชาความรู้ทั่วไป ภาษาศาสตร์ วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี ศิลปกรรม และวรรณคดี

2. ห้องศาสนา ปรัชญา และสังคมศาสตร์ (204)

มีหนังสือให้บริการในหมวด 100-300 คือปรัชญา ศาสนาและสังคมศาสตร์ ซึ่งครอบคลุมหนังสือเกี่ยวกับสถิติ รัฐศาสตร์ เศรษฐศาสตร์ กฎหมาย รัฐประศาสนศาสตร์ การพาณิชย์และบัญชี การศึกษาการคมนาคม ขนบธรรมเนียม ประเพณี และวัฒนธรรม ทั้งนี้ ยกเว้นที่เกี่ยวกับประเทศในเอเชีย

3. ห้องเอเชีย (205)

มีหนังสือให้บริการทุกหมวดหมู่วิชาเฉพาะที่เกี่ยวกับประเทศในเอเชีย ยกเว้นประเทศไทย นอกจากนี้หนังสือภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์โลก และนวนิยายที่ตีพิมพ์ในประเทศไทย ก็จัดไว้บริการให้ห้องนี้

4. ห้องไทย (302)

มีหนังสือให้บริการทุกหมวดหมู่วิชา ที่เป็นเรื่องราวเกี่ยวกับประเทศไทย โดยตรงเฉพาะที่เป็นภาษาไทยเท่านั้น

5. ห้องค้นคว้า (303)

เป็นห้องที่จัดไว้เป็นพิเศษสำหรับนักศึกษาชั้นสูงและนักวิจัย ทั้งชาวไทยและชาวต่างประเทศ มีหนังสือให้บริการทุกหมวดวิชา ที่เป็นเรื่องเกี่ยวกับประเทศไทย ทั้งภาษาไทย และภาษาต่างประเทศ

อนึ่ง หอสมุดแห่งชาติยังได้ปรับปรุงจัดส่วนของห้องนี้ให้เป็นหอสมุด วิจิตรวาทการ มีหนังสือที่ ๗๗๗ พลตรีหลวงวิจิตรวาทการแต่งซึ่งตีพิมพ์แล้ว และส่วนหนึ่งของ

ต้นฉบับ- ลายมือเขียน และพิมพ์ดีด พร้อมด้วยรูปปั้นเครื่องฟอนของท่านก็ได้รับการติดตั้งไว้เป็นที่ระลึกภายในห้องนี้ด้วย

6. ห้องหนังสือหายาก (313) (ห้องสมุดพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว)

เป็นห้องเก็บหนังสือเก่าและหายาก ทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศซึ่งส่วนหนึ่งเป็นหนังสือส่วนพระองค์ในพระบาทสมเด็จพระมงกุฎเกล้าเจ้าอยู่หัว ที่พระบาทสมเด็จพระปกเกล้าเจ้าอยู่หัวได้พระราชทานไว้ให้เป็นสมบัติของหอสมุดแห่งชาติ ปกติห้องนี้จะจัดหนังสือในระบบชั้นเปิด ผู้ประสงค์จะใช้บริการสามารถติดต่อกับเจ้าหน้าที่ประจำห้องค้นคว้าได้

7. ห้องสมุดอนุสรณ์ราชชน (304)

เป็นห้องสมุดอนุสรณ์ซึ่งเก็บรวบรวมสิ่งของเครื่องใช้ส่วนตัว และของที่ระลึกตลอดจนหนังสือและเอกสารต่าง ๆ ของพระยาอนุสรณ์ราชชนนอกจากนี้ หอสมุดแห่งชาติยังได้จัดหนังสือประเภทรายงานประจำปีของหน่วยราชการและองค์การต่าง ๆ รวมทั้งหนังสือ งานวิจัยของสถาบัน งานวิจัยของสถาบันต่าง ๆ ไว้บริการในห้องนี้ด้วย

8. อาคาร 3 (3-1)

เป็นอาคาร 2 ชั้น ก่อสร้างขึ้นเพิ่มเติมเมื่อพุทธศักราช 2527 เพื่อเพิ่มมุมและขยายการบริการ อาคารหลังนี้จะให้บริการหนังสือตั้งแต่ระดับเด็กเล็กจนถึงระดับมัธยมปลายและอาชีวศึกษา มีหนังสือให้บริการทุกสาขาวิชา

9. ห้องบริการหนังสือพิมพ์และวารสาร (103)

อยู่ภายใต้การดำเนินงานของฝ่ายบริการหนังสือพิมพ์และวารสาร ให้บริการหนังสือพิมพ์และวารสารทั้งภาษาไทยและภาษาต่างประเทศ ทั้งฉบับปัจจุบันและล่วงเวลาแล้ว ฉบับปัจจุบันจัดให้บริการที่ชั้น 1 ห้อง 103 ส่วนฉบับล่วงเวลานั้นอยู่ที่ชั้น 4 หนังสือพิมพ์และวารสารเหล่านี้บริการอยู่บนชั้นเปิดเรียงลำดับตามอักษร ก-ฮ สำหรับภาษาไทย และ A-Z สำหรับภาษาต่างประเทศนอกจากนี้ยังให้บริการหนังสือพิมพ์และวารสารภาษาภาษาจีนด้วย โดยมีเจ้าหน้าที่ที่มีความรู้ภาษาจีนเป็นผู้ให้บริการ

10. ห้องบริการค้นคว้าหนังสือตัวเขียนและหนังสือโบราณ (502)

เอกสารโบราณเป็นเอกสารประเภทหนึ่งที่มีคุณลักษณะทางเสริมสร้างทักษะแก่นักศึกษาและประชาชนในด้านประวัติศาสตร์ของประเทศชาติ และภูมิหลังของอารยธรรมแห่งสังคมกลุ่มต่าง ๆ ที่มีอยู่ในประเทศไทยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน เอกสารที่บันทึกสรรพวิชาการของบรรพชนไทยเหล่านั้น เป็นเสมือนกระจกเงาที่สะท้อนให้เห็นอารยธรรม วัฒนธรรม จริยธรรม ฯลฯ ที่สามารถใช้เป็นแบบอย่างของอดีต เป็นภาพพื้นฐานสู่สังคมปัจจุบันและอนาคต เอกสารโบราณดังกล่าวมี 3 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. จารึก คือเอกสารที่มีรูปรอยอักษรที่ปรากฏร่องลึกลงไปบนเนื้อวัตถุต่าง ๆ ซึ่งสำเร็จได้ด้วยกรรมวิธีจารึก

2. หนังสือสมุดไทย คือ เอกสารที่เขียนรูปอักษรบนกระดาษไทย ซึ่งทำเป็นแผ่นยาวติดต่อกัน พับกลับไปกลับมาได้

3. หนังสือโบราณหรือคัมภีร์โบราณ คือเอกสารที่จารึกตัวหนังสือบนโบราณซึ่งก่อนที่จะนำมาจารึกตัวหนังสือจะต้องผ่านกรรมวิธีหลายขั้นตอน

การบริการการอ่านคัมภีร์โบราณ ผู้ประสงค์จะมาใช้บริการต้องทำหนังสือขออนุญาตเป็นรายบุคคล และกรอกข้อความตามแบบฟอร์มที่ทางราชการแจกให้ ผู้ใช้เอกสารโบราณต้องแจ้งจุดประสงค์และบอกชนิดของเอกสารที่จะใช้โดยละเอียด พร้อมทั้งแนบบัตรประชาชนไว้ด้วย

11. ห้องบริการการอ่านไมโครฟิล์ม (308)

เนื่องจากหอสมุดแห่งชาติมีหนังสือ เอกสารที่มีคุณค่ามากมายสำหรับให้บริการ จึงมีการอนุรักษ์ต้นฉบับไว้โดยถ่ายสำเนาลงในวัสดุย่อยส่วนที่เรียกว่าไมโครฟิล์ม หรือไมโครฟิช เพื่อให้บริการอ่าน โดยมีเครื่องอ่านโดยเฉพาะ

12. หอพระสมุดวชิรญาณ

เป็นที่เก็บตู้ลายทอง ศิลাজารึก ตู้พระธรรม เป็นแหล่งศึกษาศิลปะลายไทยสมัยต่าง ๆ เพื่อการศึกษาประวัติศาสตร์และวัฒนธรรม

13. ห้องสมุดดนตรีทุนพระหม่อมบริพัตร (314)

ห้องนี้ก่อกำเนิดด้วยทุนบริจาคของพระเจ้าวรวงศ์เธอ พระองค์เจ้าศิริรัตนบุษย และพระประยูรญาติ ราชสกุล "บริพัตร" เพื่อเป็นอนุสรณ์แด่สมเด็จพระเจ้าบรมวงศ์เธอ กรมพระนครสวรรค์วรพินิต เนื่องในวันคล้ายวันประสูติครบรอบ 100 ปี เมื่อวันที่ 29 มิถุนายน พุทธศักราช 2524

เป็นห้องให้บริการฟังดนตรี มีที่นั่งฟังเพลงได้พร้อมกัน 24 ที่นั่ง และส่งเพลงให้ฟังได้ 6 สาย มีที่นั่งค้นคว้าเฉพาะตัว 2 ห้อง และมีหนังสือให้บริการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องดนตรีไทยและสากล

14. ห้องใส่ตักค้นวัสดุสุนทรภรณ์ (316)

ครอบครัว "สุนทรภรณ์" โดย นางอาภรณ์ สุนทรภรณ์ และนางอติพร (สุนทรภรณ์) เสนาะวงศ์ มอบเงินให้หอสมุดแห่งชาติดำเนินการก่อสร้างเพื่อเป็นอนุสรณ์แด่ นายเอื้อ สุนทรภรณ์ หรือที่รู้จักกันในนาม "สุนทรภรณ์"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้บริการใส่ตักคนวัสดุต่าง ๆ อาทิ เทป ไททัศน์ ภาพนิ่ง เป็นต้น บริการแผ่นเสียงและเทปบันทึกเสียงเพลงไทยสากลซึ่งเป็นผลงานของ นายเอื้อ สุนทรสนาน และคณะดนตรีสุนทราภรณ์ รวมทั้งเทปบันทึกเสียงคำบรรยาย อภิธาน สารคดี ความรู้ต่าง ๆ วิทยานุกรมต่าง ๆ บริการภาพยนตร์ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว รูปภาพ ตลอดจนหนังสือหรือสิ่งพิมพ์ ที่เกี่ยวกับใส่ตักคนวัสดุ

ห้องบริการใส่ตักคนวัสดุห้องนี้ เปิดบริการตั้งแต่วันจันทร์ - วันเสาร์ เวลา 9.30-19.30 น. ปิดบริการวันอาทิตย์และวันชัตตกฤษ

นอกจากการให้บริการหนังสือตามห้องต่าง ๆ แล้ว หอสมุดแห่งชาติยังมีนโยบายที่จะช่วยผู้มาใช้บริการให้ได้รับความสะดวกมากที่สุด โดยส่วนหนึ่งใช้วิธีแนะนำให้ผู้รู้จักห้องสมุดด้วยตนเอง เช่น ติดตั้งผังแสดงหมวดหมู่วิชาไว้ในห้องบริการและตามห้องต่าง ๆ แนะนำให้ผู้รู้จักบรรณารักษ์ตลอดจนคู่มือใช้ค้นคว้า เช่น บรรณานุกรม และดรชวินัดน์เรื่อง เป็นต้น บริการนำชมแก่กลุ่มบุคคลจากหน่วยงานและสถาบันต่าง ๆ ซึ่งหอสมุดแห่งชาติได้จัดทำคู่มือนำชมหอสมุดแห่งชาติไว้แจกจ่าย และยังได้ผลิตสไลด์นำชมไว้ฉายให้ชมด้วย พร้อมทั้งฝึกอบรมบุคคลากรแก่หน่วยงานห้องสมุดและสถาบันการศึกษา ทั้งในประเทศและต่างประเทศ

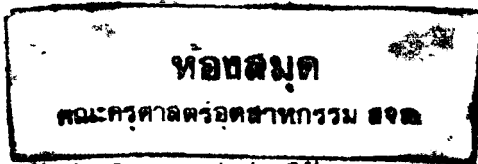
2.2 การจัดหมวดหมู่หนังสือภายในห้องสมุด¹

การจัดหมู่หนังสือ (Book Classification หรือ Library Classification) หมายถึงการจัดกลุ่มหนังสืออย่างมีหลักเกณฑ์ โดยการจัดแยกสิ่งที่ไม่เหมือนกันออกจากกัน (Sayers 1954 : 2) โดยคำนึงถึงเนื้อหาของหนังสือเป็นสิ่งสำคัญ มีการกำหนดสัญลักษณ์แทนเนื้อหาของหนังสือแต่ละประเภท สัญลักษณ์ที่กำหนดขึ้นนี้จะเป็นเครื่องระบุถึงตำแหน่งของหนังสือในห้องสมุดโดยปริยาย หนังสือที่มีเนื้อหาเดียวกันจะมีสัญลักษณ์เดียวกันและวางอยู่ในที่เดียวกัน

ระบบการจัดหมู่หนังสือที่ควรรู้จัก

1. ระบบทศนิยมของดิวอี้ (Dewey Decimal Classification) หรือ ระบบ D. C. เป็นระบบที่นิยมใช้กันแพร่หลายทั่วโลก เหมาะสำหรับห้องสมุดทั้งขนาดใหญ่และขนาดเล็กโดยทั่วไป ระบบ D.C. นี้เริ่มตีพิมพ์และใช้ครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1876 มีการพิมพ์แก้ไขเพิ่มเติมอีกหลายครั้ง และมีการแปลออกเป็นภาษาต่าง ๆ รวมทั้งภาษาไทย ใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทน

(1) วรณะ อารีสินพิทักษ์ ห้องสมุดกับการศึกษา โครงการตำรา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม



สง.
ส 224 ก
2536

หมวดหมู่ ใช้จุดทศนิยมเข้าซ้ายในการแบ่งย่อยให้เฉพาะเจาะจงตามเนื้อหาย่อย

ระบบการจัดหมวดหมู่หนังสือที่แพร่หลายในหมู่ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ เป็นการจัดหมู่หนังสือแบบดิวอี้

การจัดหมู่หนังสือแบบดิวอี้ (Dewey decimal classification) เป็นแบบที่ใช้ตัวเลขเป็นสัญลักษณ์แทนชนิดของหนังสือ Melvil Dewey เป็นผู้คิดการจัดหมู่แบบนี้ขึ้น และได้พิมพ์แบบการจัดหมู่ของเขาขึ้นเป็นเล่มหนังสือเป็นครั้งแรก เมื่อ ค.ศ. 1836

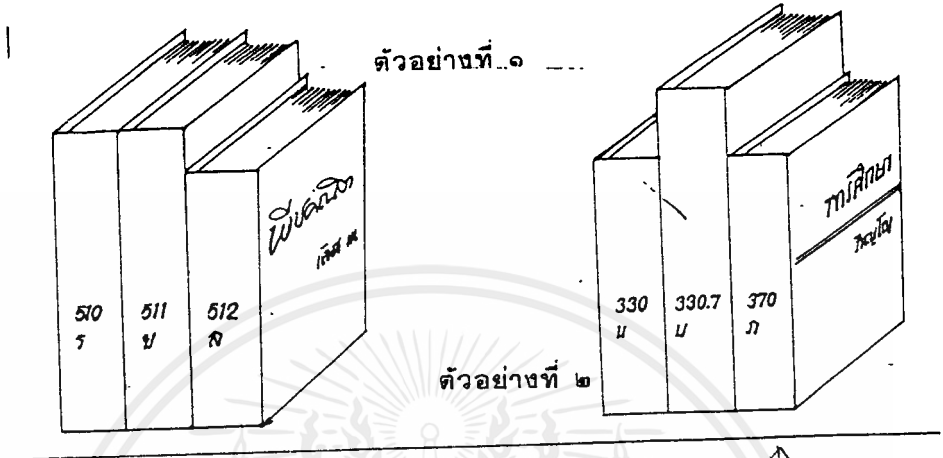
ดิวอี้ จัดแบ่งสรรพวิชาความรู้ออกเป็น 10 หมู่ใหญ่ ดังนี้

000-099	เบ็ดเตล็ดหรือความรู้ทั่วไป
100-199	ปรัชญา
200-299	ศาสนา
300-399	สังคมศาสตร์
400-499	ภาษาศาสตร์
500-599	วิทยาศาสตร์
600-699	วิทยาศาสตร์ประยุกต์
700-799	ศิลปกรรมและการบันเทิง
800-899	วรรณกรรม
900-999	ประวัติศาสตร์

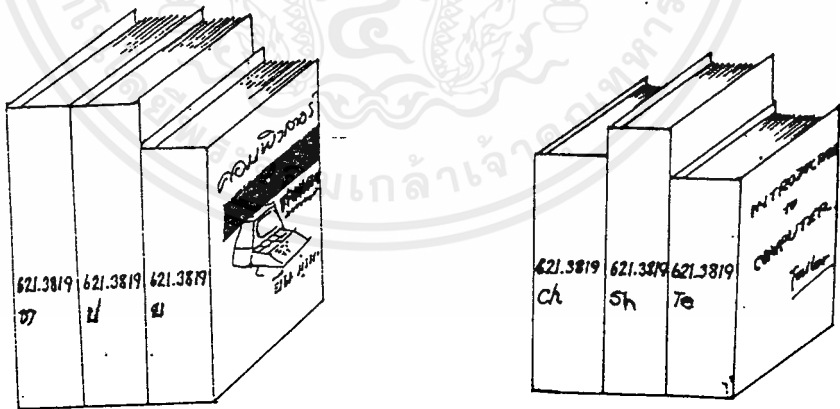
2.3 ลักษณะการจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการ

การจัดเรียงหนังสือเข้าชั้นบริการ ควรพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ เลขหมู่ของหนังสือ ชื่อผู้แต่ง ชื่อเรื่อง และลำดับที่ของชุดในการจัดเรียงหนังสือที่จัดหมวดหมู่ตามระบบของดิวอี้ มีหลักการปฏิบัติดังนี้ คือ

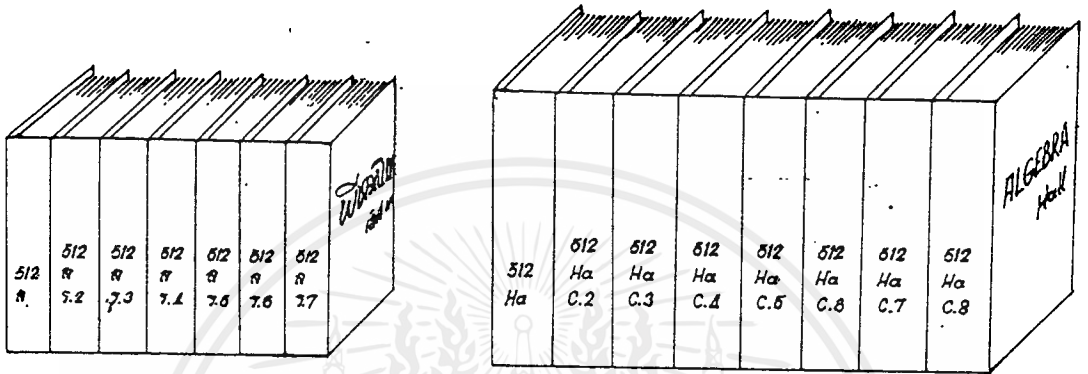
1. เรียงตามลำดับจากเลขน้อยไปหาเลขมาก และจากซ้ายไปขวา คือ 000-999



1.1 หนังสือทุกเล่มจะเรียง เลขน้อยไปหาเลขมากที่มากกว่าจากซ้ายไปขวา



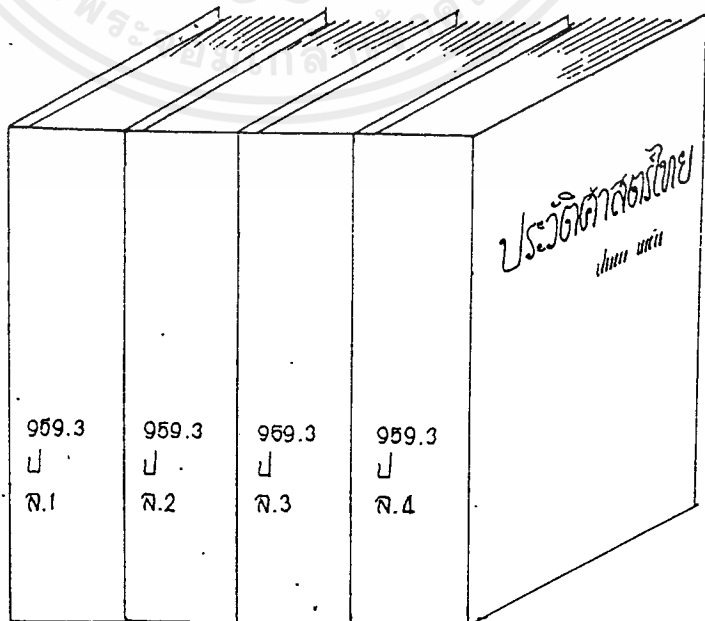
1.2 ถ้าหนังสือหลายเล่ม มีเลขหมู่เหมือนกันก็ให้อักษรย่อของชื่อผู้แต่งที่เป็นคนไทยและอักษรย่อของนามสกุลของผู้แต่งที่เป็นคนต่างชาติ ซึ่งอยู่บรรทัดล่างของเลขหมู่หนังสือเล่มนั้น และจะปรากฏอยู่ที่สันของหนังสือ



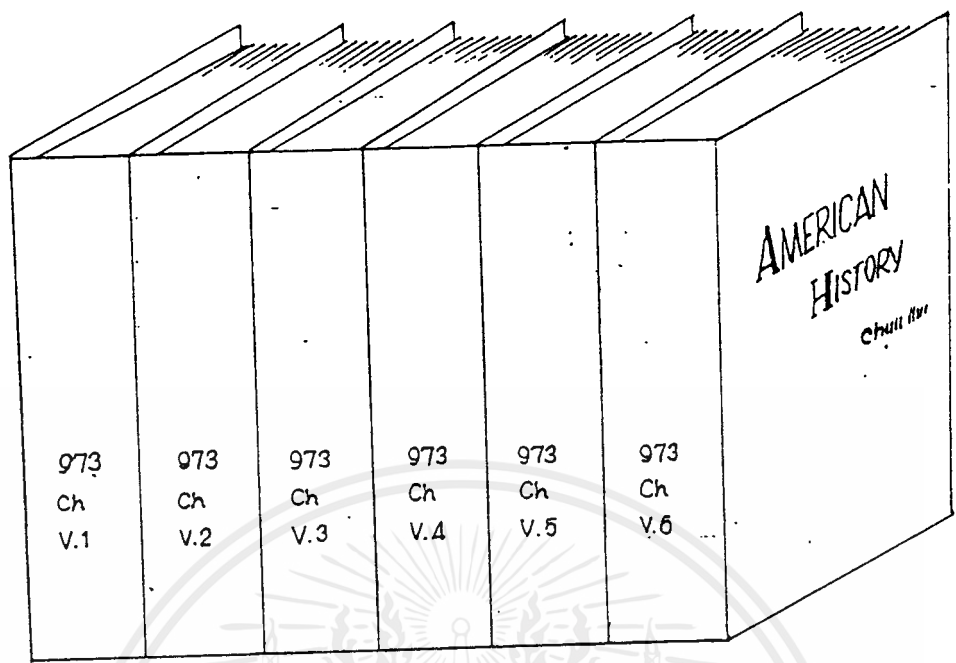
ก. ตัวอย่างหนังสือพิมพ์คดีที่เขียนเป็นภาษาไทย

ข. ตัวอย่างหนังสือพิมพ์คดีที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ

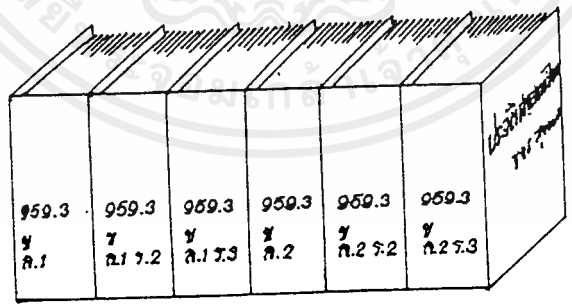
1.3 หนังสือที่มีชื่อเรียงอย่างเดียวกันและมีหลาย ๆ เล่มเหมือน ๆ กันให้เรียงตามฉบับ จากน้อยไปหามาก



ค. หนังสือพฤกษศาสตร์ไทยที่เขียนเป็นภาษาไทย



ง. หนังสือชุดวิชาประวัติศาสตร์สหรัฐอเมริกาที่เขียนเป็นภาษาอังกฤษ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ใช้หนังสือชุดที่ห้องสมุดมี... 3 ชุด... นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า... ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 หนังสือชุด ตอนล่างของเลขเรียกหนังสือจะระบุว่าเป็น ล.1 (เล่ม 1) ล.2 (เล่ม 2) เป็นต้นสำหรับภาษาไทย และ V.1 (VOLUME 1) V.2 (VOLUME 2) เป็นต้นสำหรับภาษาอังกฤษ เมื่อเรียกหนังสือเหล่านี้บนชั้น จะเรียงตามหมายเลขจากน้อยไปมาก

2.4 ขนาดสัดส่วนของหนังสือประเภทต่าง ๆ ²

ขนาดสัดส่วนของหนังสือนี้ได้นำมาจากขนาดการตัดกระดาษพิมพ์ ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลในการใช้จัดทำเป็นรูปเล่มหนังสือ ซึ่งผู้ออกแบบได้นำมาศึกษาเพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบและกำหนดขนาดของส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถขึ้น ๆ มี ดังนี้คือ

ตารางที่ 1 ขนาดสัดส่วนของหนังสือประเภทต่าง ๆ

ชื่อขนาด	ขนาดตัดเป็นรูปเล่ม		ขนาดทำ ART WORK		เนื้อที่กระดาษ	
	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว	กว้าง X ยาว
4 หน้ายก	25.00	24.05	25.05	25.05	51.00	77.05
4 หน้ายกพิเศษ (ใหญ่สุด)	28.0	33.00	28.03	33.05	56.05	67.05
4 หน้ายก (ตัด 2 พับครึ่ง)	26.00	38.00	26.05	38.05	52.05	77.05
8 หน้ายกธรรมดา	19.00	25.08	19.05	27.05	52.05	77.05
8 หน้ายกใหญ่(พิเศษ)	21.05	28.00	14.05	28.05	52.05	87.05
8 หน้ายกเล็ก (พิเศษ)	14.05	21.05	14.05	22.05	58.05	87.05
8 หน้ายกเล็ก (กรรมศิลป์)	16.05	24.05	17.00	25.00	49.05	67.00
16 หน้ายกธรรมดา	13.00	19.00	13.05	19.05	53.05	77.05
16 หน้ายก (ปีกก่เกิดบุค)	12.00	16.05	12.05	17.00	49.05	68.05
16 หน้ายก (ปีกก่เกิดฝรั่ง)	11.00	19.00	11.05	19.05	46.00	77.05

หมายเหตุ ขนาดของหนังสือทั้งหมดมีหน่วยเป็นเซนติเมตร

2.5 ความหมายของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด

รถเข็นหนังสือจัดอยู่ในประเภทของครุภัณฑ์ภายในห้องสมุดรถเข็นหนังสือมีลักษณะคล้ายกับชั้นวางหนังสือ แต่มีล้อเพื่อให้เคลื่อนที่ได้โดยสะดวกรวดเร็วและทนแรง สำหรับใช้บรรทุกหนังสือไปยังชั้นวางหนังสือ ไม่ให้บอบช้ำเสียหายรถเข็นหนังสือนั้นมีทั้งชนิดที่ผลิตด้วยไม้ และโลหะมีขนาดไม่ใหญ่โตเกินไปนักเพราะจะทำให้ขาดความคล่องตัวขนาดของรถเข็นควรจะสัมพันธ์กับส่วนลัดของผู้ใช้งาน และช่องทางสัญจรภายในห้องสมุด

ดังนั้นรถเข็นสำหรับใช้ภายในห้องสมุด จึงมีความจำเป็นอย่างมากเนื่องมาจากหนังสือจะต้องจัดเก็บนั้นมีจำนวนมาก ควรเก็บหนังสือและการจัดเรียงหนังสือนั้นต้องใช้เวลาและเสียเวลา จึงต้องมีรถเข็นหนังสือไว้สำหรับช่วยผ่อนแรง และประหยัดเวลาในการจัดเก็บหนังสือไปสู่ชั้นวางหนังสือ

สำหรับผู้ที่มาใช้บริการอ่านหนังสือมีจำนวนมาก และพลัดเปลี่ยนหมุนเวียนเข้าออกอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นความรวดเร็วและคล่องตัวในการจัดเก็บหนังสือจึงมีความสำคัญมาก การใช้รถเข็นหนังสือสำหรับใช้บรรทุกหนังสือจากจุดเอาหนังสือนำไปจัดวางชั้นให้เรียบร้อยจะลดขั้นตอนการทำงานให้น้อยลง และการทำงานจะมีประสิทธิภาพดีขึ้น

2.6 ประเภทของรถเข็น

รถเข็นใช้แรงคนทั่วไป มีหลายรูปแบบลักษณะด้วย แตกต่างกันไปตามความสะดวกในการใช้งาน อาจแบ่งตามลักษณะส่วนประกอบภายนอก โดยพิจารณาตามจำนวนของล้อได้ดังนี้คือ

1. รถเข็น 4 ล้อ เป็นรถเข็นที่พบมากที่สุด มีลักษณะการทรงตัวที่ค่อนข้างมั่นคงและแข็งแรง เพราะมีการถ่ายน้ำหนักกระจายไปทั้ง 4 ล้อ รูปแบบภายนอก แตกต่างไปตามการใช้งาน ล้อที่ใช้มีทั้งล้อใหญ่ และล้อเล็กต่างกันไป ตัวอย่างของรถเข็นประเภทนี้สามารถเห็นได้ทั่วไป ได้แก่ รถเข็นสัมภาระ (เช่นในสถานีรถไฟ ในโรงแรม ฯลฯ) รถเข็นบรรจุสินค้าในซูเปอร์มาร์เก็ต ฯลฯ

2. รถเข็น 3 ล้อ มีรูปแบบคล้ายคลึงกับประเภทแรก คือ มีพื้นรองรับน้ำหนักในแนวนอน มีขนาดของพื้นที่ใกล้เคียงกันและมีจะเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม ตำแหน่งของล้อ ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ 2 ล้อหลัง และ 1 ล้อหน้า ล้อหลังอาจจะใหญ่กว่าหรือเท่ากันกับล้อหน้า ตัวอย่างของรถเข็นแบบนี้ได้แก่ รถเข็นขายผลไม้ รถเข็นสัมภาระสิ่งของทั่วไป ฯลฯ

3. รถเข็น 2 ล้อ เป็นรูปแบบรถเข็นที่ค่อนข้างแตกต่างจาก 2 ประเภทแรก รถเข็น 2 ล้อทั่วไป รถเข็นประเภทนี้ เป็นรถเข็นที่ใช้กับงานแทบทุกประเภทมีจำหน่ายทั่วไป โดยส่วนใหญ่มักจะเห็นได้ตามตลาดสด หรือร้านค้าของชำทั่วไป

2.7 การศึกษาความสามารถของคนในการออกแรง (Force and Power Capacity of Human)

1. กำลังเชิงแรงของมนุษย์มีมากน้อยขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ หลายประการ เช่น อุณหภูมิภายนอกร่างกาย สภาพจิตใจ และความแข็งแรงของร่างกายเอง เป็นต้น ดังนั้นการที่จะกำหนดให้แน่ชัดลงไปถึงทำเฉลี่ยว่ากำลังเชิงแรงของมนุษย์เรามีมากน้อยเพียงใดนั้น ย่อมทำได้ง่าย

การกำหนดโดยอาศัยจากทำเฉลี่ยแสดงความแข็งแรงและกำลังของมนุษย์มีประโยชน์มากในการออกแบบเครื่องมือเครื่องใช้ที่ต้องใช้แรงมนุษย์ จากการทดลองได้ข้อมูลเฉลี่ย คือ มนุษย์สามารถทำงานปรกติได้ด้วยแรงประมาณ 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า ทั้งนี้ต้องประกอบด้วยสิ่งแวดล้อมที่เหมาะสมที่สุด

ในการออกแรงทำงาน เช่น ยกน้ำหนัก หรือจุดลากของ ถ้าวัตถุนั้นมีขนาดใหญ่ก็ต้องใช้พลังงานมาก มนุษย์สามารถใช้พลังงานของตนเองในการบังคับจุดลาก หรือออกแรงกระทำใด ๆ ก็ตามโดยอาศัยการสังเกตจากประสาททั้งห้า แล้วประมาณการว่าจะต้องใช้กำลังแรงเท่าไร จึงจะสามารถทำงานนั้น ๆ ให้เสร็จสิ้นไปได้ มนุษย์สามารถออกแรงใช้งานได้มากในช่วงเวลาสั้น ๆ หรือออกกำลังแต่น้อยในช่วงเวลายาวก็ได้ ทั้งนี้สุดแล้วแต่ชนิดของงานและการตัดสินใจของบุคคล แต่ถึงกระนั้นก็จะยังมีขอบเขตขีดค้น งานหนักเกินกำลังมนุษย์ก็ไม่อาจทำได้โดยตรง

ภายใต้สภาพที่เหมาะสม เช่น อุณหภูมิที่พอเหมาะ บรรยากาศที่มีเพียงพอ มีความดันปกติภายใต้แสงสว่างที่พอเหมาะ และภายใต้สภาพจิตใจ ร่างกายที่ปรกติ มนุษย์สามารถรวบรวมกำลังที่ออกแรงทำงานได้สูงสุดถึง 2 กำลังม้า ภายในเวลา 10 วินาที หรือภายใต้สภาพที่เหมาะสมแบบเช่นเดียวกันนี้ มนุษย์สามารถออกแรงทำงานได้ 350 วัตต์ ติดต่อกันไปได้เป็นเวลา 1 นาที

นอกจากความสามารถในการออกแรงทำงาน จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมดังกล่าวแล้วยังขึ้นอยู่กับสภาพร่างกายของตนเองอีกด้วย คนอ่อนแอเคลื่อนไหวได้ช้ากว่าคนผอมเป็นธรรมดา คนสูงอาจทำงานชนิดใดชนิดหนึ่งได้ดีกว่าคนเตี้ย อย่างไรก็ตามเป็นต้น นอกจากสภาพร่างกายแล้ว ยังมีสภาพการออกแรงที่มีส่วนสำคัญในความสามารถออกแรงของมนุษย์อีกด้วย

โดยปกติทั่วไป มีการแบ่งสภาพการทำงานออกแรงของมนุษย์ได้เป็น 4 ลักษณะด้วยกันคือ

1. ยก (Lifting)
2. ดึง (Pushing)
3. ผลัก (Pulling)
4. หมุน (turning)

ในท่าทางจากลักษณะที่ออกแรงทำงานอย่างใดอย่างหนึ่งใน 4 ลักษณะที่กล่าวมานี้ ความสามารถและแรงงานที่ได้จะไม่เท่ากัน บางคนสามารถยกของหนักได้มาก ในขณะที่อีกคนสามารถออกแรงผลักของหนักได้ดีกว่า แต่ไม่สามารถแบกยกของนั้นได้ อย่างนี้เป็นต้น

2. ความสามารถในการควบคุมหรือบังคับเครื่องยนต์กลไกของมนุษย์เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่น่าออกแบบจะต้องเข้าใจ โดยปรกติความไวของมนุษย์ (ซึ่งหมายถึงความไวในการมองกดปุ่ม บังคับ หรือหมุนพวงมาลัยในเวลาขับรถ) นั้นขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมเช่นเดียวกับในเรื่องของความสามารถในการออกกำลังทำงาน และขึ้นอยู่กับความเอาใจใส่ของแต่ละบุคคลทั้งนี้รวมถึงสภาพจิตใจด้วย (ถ้าหากจิตใจคิดอย่าง มือทำอีกอย่าง ความผิดก็จะเกิดขึ้นได้ง่าย) ความถนัดตัวของตัว เครื่องมือ หรือปุ่มบังคับการ หรือหน้าปัดบอกข้อมูลต่าง ๆ อีกมาก

ปุ่มบังคับที่จัดชนิดเหมาะสมมือ ย่อมทำให้การบังคับควบคุมรวดเร็วขึ้น เข็มหน้าปัดไฟสัญญาณ ตัวเลข แสงสี ที่ชัดเจนมองเห็นง่าย ดูเข้าใจง่ายก็ย่อมให้ความสะดวกและบอกข้อมูลต่าง ๆ ให้แก่ผู้บังคับได้รวดเร็ว การจัดระเบียบวางตำแหน่งอุปกรณ์ปุ่มบังคับสวิตซ์ต่าง ๆ แผงหน้าปัดบอกข้อมูล และไฟสัญญาณตัวเลข เหล่านี้มีผลต่อการปฏิบัติงานที่คล่องตัวสะดวกสบาย การจัดที่เป็นสัดส่วนมีจังหวะขั้นตอนกับการทำงาน มีตำแหน่งที่เหมาะสมตลอดจนการใช้แสงสี ตัวเลขบนหน้าปัดหรือแผงสวิตซ์ เหล่านี้ล้วนแล้วแต่มีผลโดยตรงกับการควบคุมและปฏิบัติการของผู้ควบคุมทั้งสิ้น

ความสามารถของคน

ความสามารถของคนสมบูรณ์ อายุระหว่าง 19-45 ปี ในการเข็นน้ำหนักมากที่สุดในพื้นราบอย่างสบาย ๆ ได้ไม่เกิน 550 ปอนด์ หรือ 250 กิโลกรัม

ตามปรกติคนมีแรง 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า

แรงงานสูงสุด 2 กำลังม้า ใน 10 วินาที

350 วัตต์ ใน 1 วินาที

ฉน้ำหนักหนักของสัมภาระไม่ควรเกิน 200 กิโลกรัม

ในกรณีนี้กำหนดให้รับน้ำหนักเพื่อการเซ็นที่มีคุณภาพ 160 กิโลกรัม เนื่องจากเป็นน้ำหนักที่เหมาะสมกับความสามารถ ยังมีส่วนน้ำหนักเพิ่มได้โดยไม่รู้และยังเพื่อส่วนหนึ่งเป็นน้ำหนัการถ

2.8 ประเภทของล้อ

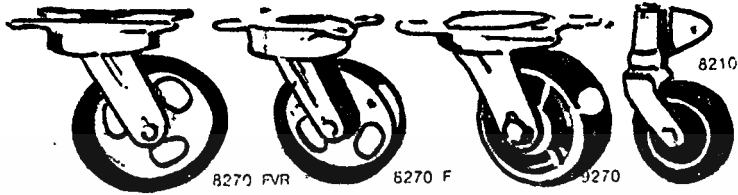
ล้อเป็นส่วนที่สำคัญของตัวรถที่จะนำไปยังที่ต่าง ๆ ล้อที่สามารถนำมาประกอบติดตั้งกับตัวรถเซ็นเพื่อใช้งาน สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ

1. ล้อยางสุบลม ลักษณะของล้อยางสุบลมจะมีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อใหญ่ ก่อนใช้งานต้องสุบลมให้เต็มเสียก่อน นิยมนำไปใช้งานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ บนพื้นผิวที่ขรุขระ มีหลุมบ่อ เช่น บนพื้นถนน ตรอก ซอย ทางเดิน ล้อชนิดนี้จะมีการกันสะเทือนที่ดี ตัวอย่างในการใช้งานล้อชนิดนี้ได้แก่รถเซ็นขนาน้ำ ขยายอาหารทั่วไป

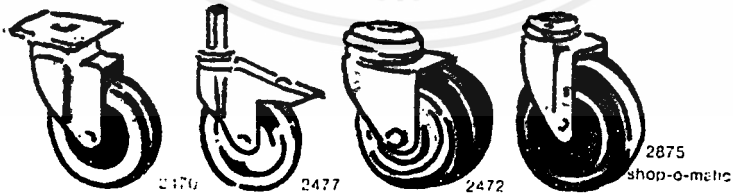
2. ล้อยางตัน เป็นล้อที่มีความเหมาะสมกับรถที่มีขนาดเล็ก ใช้งานภายในตัวอาคารหรือในที่ที่ไม่ขรุขระมากนัก ล้อชนิดนี้ไม่มีขายอยู่ตามท้องตลาดทั่วไป อย่างไรก็ตามการใช้งานล้อชนิดนี้ได้แก่รถเซ็นเด็ก รถเซ็น รถเซ็นเสริมอาหาร ฯลฯ ล้อยางตันนี้ยังแบ่งได้เป็น 3 ประเภทคือ

2.1 ล้อที่ใช้งานสำหรับงานรับน้ำหนักมาก ล้อชนิดนี้ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ แต่ยังคงสะดวกในการเซ็นและการเคลื่อนย้าย ล้อแบบนี้มีทั้งล้อแบบธรรมดาและล้อดัดลูกปืน วัสดุที่ใช้ทำล้อมีทั้งยางธรรมดา เหล็ก ไนลอน โพลียูเรเทนและพินิลิก สามารถรับน้ำหนักได้ถึง 3,000 กก.

2.2 ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ล้อชนิดนี้นิยมมากในการติดเข้ากับรถเซ็นแบบต่าง ๆ ที่ต้องรับน้ำหนักปานกลางถึงหนักมาก แกนล้อมีทั้งแบบลูกปืนและไม่มีดัดลูกปืน และมีทั้งแบบล้ออิสระและล้อตาย วัสดุที่ใช้ทำมีแบบยางธรรมดา เหล็ก ไนลอน ยางอ่อน ยางแข็ง โพลียูเรเทน



ภาพที่ 9 ล้อที่ใช้รับน้ำหนักมาก



ภาพที่ 10 ล้อที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ เหมาะสำหรับงานที่รับน้ำหนักไม่มากนัก เช่น ลูกล้อ โซฟา ล้อบาร์เคาน์เตอร์ เป็นต้น ส่วนมากจะเป็นล้ออิสระซึ่งต้องการความคล่องตัวสูง สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย วัสดุที่ใช้ทำจะเป็นยางธรรมชาติกับยางแข็ง



ภาพที่ 11 ล้อที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์

2.9 การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้าง

โครงสร้าง คือ สิ่งที่จัดสร้างขึ้นโดยการต่อรวมหน่วยต่าง ๆ เข้าด้วยกันให้ทำหน้าที่อย่างหนึ่งหรือหลายอย่าง ซึ่งต้องการมาตรการความมั่นคงบางประการ

หน้าที่ของโครงสร้าง

สิ่งที่ก่อสร้างขึ้นมาจะมีโครงสร้างเปรียบเสมือนกระดูกโครงหลัก และมีส่วนประกอบอื่น ๆ ซึ่งทำหน้าที่ต่าง ๆ กัน เช่น ช่วยปิดหุ้มโครงสร้างไว้ เพื่อให้การใช้เนื้อที่ได้อย่างเหมาะสม

2.9.1 แรงต้านทานภายในเนื้อวัสดุประกอบเป็นโครงสร้าง

แรงต้านทานภายใน (RESISTANCE FORCES) ที่ได้กล่าวนี้ อาจแยกเป็น 5 ชนิดด้วยกัน ซึ่งมีความแตกต่างกันดังนี้

1. แรงดึง (TENSION OR PULL OR SUCTION) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุนั้นแยกออกจากกัน
2. แรงอัด (COMPRESSION OR PUSH OR PRESSURE) ด้านความพยายามที่จะทำให้วัสดุเข้า บีบเข้า หรือแตก
3. แรงเฉือน (SHEAR) กระทำกับวัสดุในแนวสัมผัส TANGENTIAL กับพื้นผิวที่ต้องรับแรงนี้ วัสดุไม่จำเป็นต้องต่อกันเป็นเนื้อเดียวกันทางกายภาพเพื่อต้านแรงเฉือน นี้ก็ได้ แต่ต้องรับแรงอัดกดไว้ให้พื้นผิวดังกล่าวชนกันแน่นอยู่ เมื่อแรงเฉือนมีขนาดเพียงพอต้านแรงเฉือนดังกล่าว มิให้วัสดุเลื่อนจากกันก็ใช้ได้
4. แรงกีด (WENDING) เมื่อโครงสร้างรับแรงดัดแล้ว ผิวบนจากแกนสะเทิน (NEUTRAL AXIS) ขึ้นไปรับแรงอัด และผิวล่างของแกนสะเทินรับแรงดึงด้วย หรือบางกรณีเกิดกลับตรงกันข้ามกัน แรงดัดก่อให้เกิดแรงต้านทานแรงดัดมีขนาดเท่ากันขึ้นภายในเนื้อวัสดุ
5. แรงบิด (TORSION OR TORQUE OR TWISTING) ด้านความพยายามที่จะบิดวัสดุให้ขาดจากกัน

2.9.2 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

เพื่อศึกษาคูณสมบัติทางโครงสร้างของรูปทรงเบื้องต้นต่าง ๆ ซึ่งมีความแตกต่างกันเด่นชัดและเพื่อพิจารณาคูณสมบัติในการรับแรงเฉาะของรูปนั้น ๆ อาจจัดแบ่งรูปทรงเบื้องต้นได้เป็นประเภทต่าง ๆ ได้ ดังแสดงในตารางดังนี้

ตารางที่ 2 รูปทรงเบื้องต้นโครงสร้าง

รูปทรงเบื้องต้นที่เห็น	มิติ ทางเรขาคณิต	ประเภทมีความหลวมหยาบ	ประเภทมีความแข็ง เคร่งตึงกำลัง
จุด	0	เม็ด	ก้อน
ขีดยาว	1	เส้นเอ็น	ท่อน
พื้นที่	2	ผืน	แผ่น
เนื้อที่	3	กล่อง	กล่องตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เม็ด PARTICLE ไม่มีคุณสมบัติในการรับแรง

เส้นเอ็น TENDON มีคุณสมบัติในการรับแรงได้ดังนี้

1. รับแรงดึงตามแนวเส้นได้
2. เกิดแรงโก่งเดาะ BUCKLING เมื่อรับแรงอัด
3. รับแรงตัดแรงเฉือนไม่ได้ความยาวได้โดยตกท้องช้าง SAG น้อยลง

ในทางปฏิบัติ เมื่อซึ่งเส้นเอ็นขนาดช่วงจะบรรทุกน้ำหนักตลอดความยาวโดยวัสดุไม่เปลี่ยนรูป โดยทำตัวเส้นเอ็นดังกล่าวให้มีความแข็งตัวที่กลางความยาวช่วง โดยเพิ่มความโตให้มากกว่าความโตตอนปลายเส้น หรือทำการห้อยแขวนด้วยคาน

ให้เส้นเอ็นมีความแข็งตัวตลอดความยาวของเส้น เมื่อใช้เส้นเอ็นจำนวนมาก เส้นด้วยกันมัดรวมกัน จะทำให้มีความสามารถรับแรงซึ่งเกิดสลับทั้งแรงดึงและแรงดึงได้ดีทั้งสองชนิดเป็น SHEET มีคุณสมบัติในการรับแรง ดังนี้

แผ่นสามารถรับแรงดึงได้ดีในแนวขนานกับระนาบของแผ่น หรือ เมื่อยึดรอบพื้นที่ แผ่น หรือ เมื่อยึดปลายทั้งสองแผ่น, ยึดปลายหนึ่งของแผ่นไว้ แผ่นควรมีคุณสมบัติทางมีกำลังดี มีความเหนียว TOUGHNESS แผ่นทำโค้งตามแนวเดียวได้ แต่ทำโค้ง 2 ทิศไม่ได้ ถ้าไม่ได้ดัดประกอบใหม่ แผ่นมีโครงกรอบ FRAME SHEET จะรับแรงดึง แรงเฉือน และแรงอัด ทนแรงได้ จะหักเสียหายเมื่อแรงอัดทนแรงไปทำให้เกิดการโก่งเดาะตัวกรอบ ก้อน มีคุณสมบัติต่างกันไปแล้วแต่คุณสมบัติที่วัสดุที่นำมาใช้ประกอบเป็นก้อน ก้อนรับแรงประเภทต่าง ๆ ได้ดี พวกกล่องตัน คือ ก้อนขนาดโตขึ้น มีกำลังและความแข็งแรงมาก

ก้อน ROD คือ เส้นเอ็นขนาดใหญ่ขึ้น รับแรงดึง อัด ตัด และ รับแรงบิดได้ดีมาก ถ้าใช้เป็นเสาเส้นรับแรงอัดได้ดีมาก ถ้ายาวมากขึ้นอาจโก่งเดาะได้ ต้องแก้ไขให้มีความแข็งตัวมากขึ้น เช่น ใช้ตัวดึงพันเป็นเกลียวรอบความยาว เมื่อใช้วัสดุรับแรงดึงดีเป็นก้อนจะรับแรงได้ทุกประเภท เมื่อใช้วัสดุที่มีความแข็งแรงจะรับแรงเฉือน กับแรงบิด เมื่อใช้ก่อนทำหน้าที่เป็นคานได้

แผ่น PLATE คือ มีเพิ่มความหนาเพิ่มขึ้น เพื่อยึดเป็นระยะในทิศตั้งฉากกับระนาบของตัวแผ่นแล้วจะบรรทุกแรงอัด รับแรงเฉือน และรับแรงตัดขนานกับระนาบของตัวแผ่นได้

ในทางปฏิบัติทำได้โดยการเสริมคานที่เป็นระยะ ๆ ขนานกับทิศทางที่รับแรงอัด โดยการเสริมกรอบรอบและกรอบตั้งขนานกับทิศรับแรงเฉือน หรือ เสริมแผ่นหนาเป็นปีกรับแรงอัด ผิวบนขอบตัวแผ่น (คาน) เพื่อรับแรงตัด

กล่องตัน BLOCK คือ ก้อนซึ่งมีขนาดโตมาก ในทางปฏิบัติอาจไม่มีการสร้างให้

เอกลักษณ์ดังต้องการ เพราะต้องการประหยัดวัสดุ แต่ต้องการให้คงได้ความแข็งแรง และ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแข็งแรงให้พอเท่านั้นจึงทำให้เป็นกล่องกลวงเปิดไว้ภายใน หรือ ประกอบรูปทรงพอให้ได้ คุณสมบัติกล่องตัน

คาน และแผ่นพาด REAM AND PLANKS พวกคานใช้ผิวของด้านแคบรับน้ำหนัก พอสรุปหลักการได้ว่า สำหรับรูปหน้าตัด และรูปด้านนั้น ควรพิจารณาจากการรับแรง ต่าง ๆ คือ

เมื่อต้องรับแรงดึง ระวังอย่าให้รูปด้านตกท้องช้างมากนัก แก้โดยเพิ่มความลึกมาก ขึ้น หรือ เลือกรูปด้านทางแนวนอนที่มีความแข็งแรงแรงดึงมาก

เมื่อต้องรับแรงอัด ต้องเลือกรูปหน้าตัดที่รับแรงโก่งเดาะได้ดี ทำการแผ่กระจายพื้นที่ ของรูปหน้าตัดให้เพิ่มความแข็งแรงแรงดึงในแนวนั้น ๆ ผนังบาง ๆ ของรูปหน้าตัดจะมีกำลัง มากขึ้นโดยการทำรูปมุมฉาก ทำรูปลอนลูกฟูก ทำความโค้งเพื่อกำลังขจัดไม่ให้มีรูปหน้าตัดที่ปลิ้น ขยาย (FREE EDGES) ซึ่งต้องขจัดกำลังการรับแรงโก่งเดาะ การทำรูปหน้าตัดแบบเปิด (OPEN SECTIONS) ทำได้โดยต้องมีการยึดระหว่างตัวมุมของหน้าตัดแบบ เปิดดังกล่าวให้หน้าตัดทั้งหมดทำงานร่วมกันได้อย่างดี

2.10 โครงสร้างรถเข็น

รถเข็นที่สร้างจะขึ้นมาจะต้องมีโครงสร้างเบรียบบเสมือเกาะดุก และควรมีส่วนประกอบ อื่น ๆ เช่นน การปิดหุ้มตงแต่ง เพื่อให้การใช้น้ือที่ภายในรถเข็นนั้นสะดวกและเหมาะสมกับ ประเภทของรถเข็นนั้น

การออกแบบโครงสร้าง เพื่อให้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพในการใช้งานนั้น ต้องมี การศึกษาหาข้อมูล ในทุกด้านที่เกี่ยวข้องกับโครงสร้างมาประกอบเพื่อทำการตัดสินใจในการออกแบบ ซึ่งควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

1. ความแข็งแรงทนทาน

โครงสร้างที่ออกแบบ ต้องมีความแข็งแรงทนทานเพียงพอต่อการใช้งานต่อการใช้งานตามหน้าที่ที่ต้องการ และมีอายุการใช้งานนาน

2. น้ำหนักโครงสร้าง

น้ำหนักของโครงสร้างนั้น มีส่วนต่อความแข็งแรงทนทานของโครงสร้างอย่างมาก เพราะถ้าโครงสร้างมีน้ำหนักมาก ก็จะทำให้ขาดความคล่องตัวในการเคลื่อนย้าย ซึ่งถ้าหาก โครงสร้างมีจำนวนน้อยลง แต่ได้ความแข็งแรงตามต้องการแล้ว ก็ย่อมจะมีความได้เปรียบกว่า

3. ความยากง่ายในการผลิตและประกอบ

ความยากง่ายในการผลิตและประกอบนั้น มีความสำคัญอย่างมากในด้านการประหยัดเวลา แรงงาน ค่าใช้จ่าย ฯลฯ โครงสร้างที่ผลิตและประกอบขึ้นรูปได้รวดเร็ว นั้น ย่อมได้เปรียบกว่าโครงสร้างที่ต้องอาศัยกรรมวิธีต่าง ๆ มากมาย

4. ความสวยงาม

ความสวยงาม เป็นส่วนที่มีความสำคัญในการออกแบบ ส่วนหนึ่งเพื่อที่จะได้โครงสร้างที่สวยงามและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งาน

5. การบำรุงรักษา

การออกแบบโครงสร้างเพื่อให้ได้โครงสร้างที่ดีนั้น ต้องคำนึงถึงการซ่อมแซม และการบำรุงรักษาด้วย

โครงสร้างของรถ ขึ้นสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

- โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบได้
- โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

2.11 ข้อมูลทางด้านวัสดุ

การศึกษาเกี่ยวกับวัสดุจะแยกออกเป็น 2 ประเภทคือ

1. วัสดุทางด้านโครงสร้างหลัก
2. วัสดุส่วนประกอบ

วัสดุที่ใช้ในการทำโครงสร้าง

ในปัจจุบันมีวัสดุอยู่มากมายหลายชนิด ซึ่งสามารถนำมาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์วัสดุแต่ละอย่างมีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป การเลือกใช้วัสดุให้เหมาะสมกับงานนับว่าเป็นสิ่งสำคัญมาก จึงจำเป็นต้องมีการศึกษาค้นคว้าและเปรียบเทียบ ในที่นี้ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงในส่วนรายละเอียดเฉพาะวัสดุเพียงบางอย่าง ที่เห็นว่าจะมีความเหมาะสมทั้งในด้านราคา คุณภาพและการผลิตเท่านั้น ส่วนวัสดุอื่น ๆ จะขอกล่าวถึงพอสังเขป

การสำรวจวัสดุ

1. ประเภทไม้

- ไม้อัดสลับชั้น (PLY WOOD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม้อัดสลับชั้น (PLY WOOD)
- ไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)
- พาร์ติเคิลบอร์ด (PARTICLE BOARD)

2. ประเภทโลหะ

- เหล็ก
- โลหะท่อ
- โลหะแผ่น
- อลูมิเนียม
- สแตนเลส

3. พลาสติก

4. ไฟเบอร์กลาส

5. ยาง

2.11.1 ไม้อัดสลับชั้น (PLY WOOD)

หมายถึงผลิตภัณฑ์จากไม้ธรรมชาติ ซึ่งมีส่วนประกอบสมดุลย์จากไม้บางมา ประกอบกันแล้วยึดเหนี่ยวด้วยกาว Urea หรือ Phenol format dehyde คุณสมบัติหลักก็คือ ไม้บางประสานตั้งฉากกัน เพื่อเพิ่มความแข็งแรง และป้องกันการยืดหดตัวตามแนวของแผ่น กรรมวิธีการผลิตได้อัดสลับชั้นมีขั้นตอนย่อ ๆ จากท่อนซุง จะถูกตัดออกเป็น ท่อน ๆ ที่มีความยาวพอดีกับเครื่องปอก (แผ่น) ไม้บาง ความยาวทั่ว ๆ ไป จะอยู่ระหว่าง 240-270 ซม. (8-9) ฟุตบางชนิดก็สามารถทำให้ไม้บางได้เลย แต่ซุงส่วนมากจะต้องผ่านการ นึ่ง หรือต้มให้เนื้อไม้ชุ่มเสียก่อน เพื่อที่จะให้ได้ไม้บางเรียบและมีความหนาสม่ำเสมอ โดย ทั่ว ๆ ไปแล้วเกณฑ์ตลาดเคลื่อนสำหรับความหนา จะกำหนดไว้เพียง 0.075 มม. ถ้าซุงอยู่ใน ลักษณะที่ตัดแล้วเครื่องปอกจะผลิตได้บ้างในอัตราความเร็วประมาณ 225 เมตร/นาที ไม้บาง จะถูกมีวนไว้แล้วจึงนำไปตัดให้ได้ตามขนาดที่ต้องการแล้ว นำไปบดไล่ความชื้นออกให้เหลืออยู่ใน เกณฑ์ที่ต้องการ (ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของกาว) หลังจากลบแล้วไม้บางที่เป็นชั้นเล็กกว่าขนาดก็จะ ถูกนำ เข้าเครื่องต่อริมนให้ได้ตามขนาดที่ต้องการ ขนาดของไม้อัดที่สำเร็จรูปจะมีขนาดกว้างยาว หลายขนาด ขนาดที่เป็นมาตรฐานทั่ว ๆ ไปก็คือ 122 x 144 ซม. (4 x 8 ฟุต) แต่บางโรงงานก็อาจมีขนาดถึง 180 x 300 ซม. (6 x 10 ฟุต) หรือ 90 x 90 ซม. (3 x 3 ฟุต) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของตลาด เครื่องอัดต่อกันได้หลายครั้ง (Scarfig together) บางโรงงานสามารถอัดได้ขนาดถึง 36 เมตร (120 ฟุต)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนชั้นของไม้บางที่ประกอบเป็นไม้อัดนั้น ส่วนมากจะมี 3 ชั้น แต่บางกรณี ที่ความหนาเกินกว่า 7.5 มม. แล้วจะประกอบด้วย 5 ชั้น หรือมากกว่านั้น แต่ต้องเป็นจำนวนคู่ เพื่อที่จะรักษาลักษณะสมดุลย์ของส่วนประกอบ การประกอบมากกว่า 3 ชั้น เช่นนั้นบางครั้งก็ เรียกว่าไม้อัดสลัชั้น (Multiple boards) ไม้อัด 3 ชั้นนั้น ชั้นกลางจะต้องหนาประมาณ 2/3 ของความหนาทั้งหมด โดยทั่วไปจะหนาไม่เกิน 1.5-2.0 มม. ส่วนไม้ชั้นกลางนั้นอาจจะหนาถึง 3-4 มม. อย่างไรก็ตามอาจกล่าวโดยทั่ว ๆ ไปว่า ปัจจุบันไม้อัดนั้นผลิตได้จากไม้แทบทุกชนิดแต่ที่ เหมาะสมนั้นควรเป็นไม้ที่มีความหนาแน่นไม่เกินไป เนื้อไม้เรียบ ไม่มีขลิ้งก้าน เนื้อไม้มากนึ่ก ไม่ ผุตามธรรมชาติ เร็วเกินไป วงปีเป็นระเบียบ ไม่มีอาหารของเชื้อจุลินทรีย์ในเนื้อไม้มากนัก

คุณสมบัติของไม้แต่ละชนิดที่นำมาผลิตเป็นไม้อัดนั้น ดังที่กล่าวมาแล้วยังขึ้นอยู่กับ ลักษณะของซุงอีกด้วย ซุงที่เหมาะสมจะนำมาผลิตไม้อัดจะต้องมีลักษณะกลม ตรงโต ไม่มีตา ไม่มีรู ซึ่ง จะไม่เป็นตัวนำความร้อน ใช้ประกอบเป็นตู้วิหะและไทรกัทันได้ดีกว่าไม้ธรรมชาติ

2.11.2 ไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)

คือแผ่นไฟเบอร์บอร์ดที่มีความหนาแน่นระหว่าง 0.80-1.20 กรัม/ซม. (50-75 ปอนด์/ฟ.3) โดยมากมักนิยมผลิตไว้กันในความหนาแน่น 1 กรัม/ซม. แบ่งเป็น 2 ชนิดคือ ชนิดที่อัดออกมาแล้วใช้งานได้ทันที และชนิดที่ต้องมีการรมวิธีต่อเนื่องหลังจากการอัดอีก มีผู้เข้าใจ ว่าผลิตวัสดุไฟเบอร์บอร์ดทุกชนิดไม่ใช้ฉนวนกันความร้อน คือ ฮาร์บอร์ด ซึ่งจากความเข้าใจเช่นนี้ จึงแบ่งแผ่นไฟเบอร์บอร์ดเป็นสองชนิด คือ ชนิดที่ไม่ได้ผ่านเครื่องอัดร้อนเรียก "Soft Board" และชนิดที่ผ่านเครื่องอัดร้อนเรียก "Hard Board" ในประเทศแคนาดา มักนิยมเรียก Hard Board ว่า "Hard-Pressed Fibre Board"

คุณสมบัติ-ประโยชน์ของไม้อัดแผ่นเรียบ (HARD BOARD)

คุณสมบัติทั่ว ๆ ไปของไม้อัดแผ่นเรียบ (Standard Hard Board) ได้กำหนด ไว้ (จากหลายมาตรฐาน) ดังนี้

- ความหนา (Thickness) ในหน่วยที่เป็น ซม.
- ความหนาแน่น (Density) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ม.
- แรงกดต่ำสุด (Minimum Breaking Load) ในหน่วยเป็น ก.ก
- พิกัดแรงตัด (Modulus of Rupture = MOR) ในหน่วยเป็น ก.ก./ซม.

- สัมประสิทธิ์ในการยึดหยุ่น (Modulus of Elasticity in Bending = MOE) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ซม.
- แรงดึงขนานกับผิวหน้า (Tensile Strength parallel to Surface) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ ซม.
- ความแข็ง (Brinell Hardness) ในหน่วยที่เป็น ก.ก./ซม.
- การดูดน้ำ (Water Absorption) ที่อุณหภูมิและเวลาจำกัดในหน่วย % โดยน้ำหนักและ % โดยปริมาตร
- การขยายตัวลาย (Linese Expansion) ในหน่วยที่เป็น %
- สัมประสิทธิ์ของการนำความร้อน (Cofficient of thermal Conductivity) ในหน่วยที่เป็น K.cal/hr./m / c /M thickness
- การบวมตัวหลังจากการดูดน้ำตามข้อ 6 ในหน่วย % โดยปริมาตร
- ความเรียบของผิวหน้า (Surface Smoothness) ซึ่งค่าของตัวเลขต่าง ๆ นั้น ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของแต่ละประเทศที่กำหนดขึ้น ซึ่งจะมีตัวเลขใกล้เคียงกัน สำหรับไม้อัดแผ่นเรียบที่ผลิตขึ้นมา

2.11.3 พาร์ติเคิลบอร์ด (PARTICLE BOARD)

เป็นผลิตภัณฑ์วิทยาศาสตร์อีกอย่างหนึ่งที่ผลิตขึ้นจากเศษไม้เล็ก ๆ สาร Ligno Cellulostec สารประเภทมีใยผสมกับกาว และอัดภายใต้ความร้อนและความดันอย่างเหมาะสม เข้าเป็นแผ่น สามารถใช้งานได้ในลักษณะแผ่นนี้ หรืออาจใช้เป็นไส้เมื่อนำแผ่นวีเนียร์หรือแผ่นพลาสติกประดับหน้า เพื่อความสวยงามก็ได้

Particle Board นี้ บางครั้งก็เรียกว่า Chap Board แต่ก็ไม่สับสนกับคำว่า Chip Board ในอุตสาหกรรมเยื่อกระดาษ ซึ่งให้คำนิยามว่า Chip Bard คือแผ่นวัตถุที่มีความหนาแน่นต่ำไม่แข็งแรง ผลิตขึ้นจากเศษกระดาษใช้ประโยชน์สำหรับบุด้านในของกล่อง หรือลังส่งสินค้า

เนื่องจากความสับสนนี้เอง ส่วนมากจึงนิยมเรียกผลิตภัณฑ์ที่ผลิตจากเศษไม้ว่า Particle Board ส่วนชื่ออื่น ๆ ก็มีผู้นิยมเรียกเหมือนกัน เช่น Shaving Board, Wood Waste Board, Silver Board, Flake Board.

กรรมวิธีการผลิตแผ่น (PARTICLE BOARD)

มี 2 วิธี จำแนกตามลักษณะความดันที่ใช้ในการอัดเศษไม้เป็นแผ่น

วิธีที่ 1 นำเศษไม้ซึ่งผสมแล้วโรยเป็นแผ่นแล้วเข้าเครื่องอัด โดยใช้แรงกดตั้งฉากกับผิวหน้าของแผ่น Particle Board ที่ผลิตโดยวิธีนี้เรียกว่า Flatplatten pressed Particle Board

วิธีที่ 2 ดันแผ่นเศษไม้ที่ผสมเสร็จเข้าไปในแม่พิมพ์ร้อน แม่พิมพ์นี้ประกอบด้วย Plate 2 ชั้น ด้านข้างมีที่ปิดบังคับ ความดันที่ใช้จะกดลงทางด้านขนานและด้านยาวของแผ่น ผลิตวิธีนี้เรียกว่า Extruded Particle Board ซึ่งอาจมีลักษณะกับตั้งกึ่งแผ่นหรือ กลวงภายในก็ได้ ซึ่งแล้วแต่ชนิดของแม่พิมพ์ที่ใช้การที่นิยมใช้มี 3 ชนิด คือ Ures-Formoldehyde นิยมใช้มากที่สุด ส่วน Phenolformal dehyde และ Melamine formaldehyde มีผู้นิยมใช้ เหมือนกัน

Particle Board ทุกประเภทยกเว้นชนิด Hard Board type มีลักษณะแตกต่างจากแผ่น Fibre Board อย่างเห็นได้ชัด คือ เนื้อของวัสดุที่ประกอบเป็น Particle Board จะมีลักษณะหยาบเป็นชิ้น ๆ ส่วนของ Fibre Board จะมีลักษณะละเอียดเป็นใยเส้นเล็ก ๆ

2.11.4 เหล็ก

คุณสมบัติของเหล็ก

เหล็กบริสุทธิ์มีความเหนียว อ่อนตัวสูง มีความแน่นที่อุณหภูมิ 20 ซี. เท่ากับ 7.87 กรัม/ลบ.ซม. หลอมเหลวที่ 1539 ซี. และจะเดือดเป็นไอที่ 2450 ซี. ความร้อนแฝงของการหลอมละลาย 65 แคลอรี/กรัม ถ้าอุณหภูมิเหล็กสูง 768 ซี. แม่เหล็กจะดูดไม่ติด แต่เหล็กมีข้อเสียอยู่อย่างหนึ่ง คือ สามารถรวมกับออกซิเจนได้ดี จึงไม่มีคุณสมบัติต้านทานการเป็นสนิมชนิดของเหล็กที่ผลิตออกมาสู่ตลาด

1) เหล็กหล่อ ได้แก่ เหล็กดิบ มีหลายชนิดด้วยกัน เช่น เหล็กหล่อสีขาว สีเทา คุณสมบัติทั่วไปของเหล็กมีความแข็งสูงมาก จนเปราะแตกง่าย และเหล็กหล่อเหนียวมาก เหล็กหล่อพิเศษจะมีความเหนียว สามารถรับแรงได้สูง

2) เหล็กอ่อน สามารถตีเป็นรูปได้ง่าย

- 3) เหล็กกล้า มี 3 ชนิด คือ
 - 3.1 เหล็กกล้าชนิดอ่อน ได้แก่ เหล็กเส้นก่อสร้าง ตะปู ตัวถังรถยนต์
 - 3.2 เหล็กกล้าปกติ ใช้ทำเครื่องมือช่างไม้ เครื่องจักรรถแทรกเตอร์
 - 3.3 เหล็กกล้าแข็ง ใช้ทำมีดกลึง ตะไบ เหล็กสกัด ฯลฯ
- 4) เหล็กคาร์บอน และเหล็กผสม มีความแข็งแรงมากน้อยแล้วแต่ส่วนผสมใน

เนื้อเหล็ก เช่น ผสม

คาร์บอน	-	ทำให้แข็งแรง
นิเกิล	-	ทำให้เหนียว แข็ง ทนความร้อน
โครเมียม	-	ช่วยป้องกันสนิม
แมงกานีส	-	ช่วยทำให้แข็งแรง ทนแรงกระแทก สึกหรอ
ทังสเตน	-	ช่วยทำให้แข็ง ในอุณหภูมิ

รูปแบบของเหล็กที่ใช้อยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

- 1) เหล็กเส้นกลมตัน เส้นผ่านศูนย์กลาง 3/16 - 9 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- 2) เหล็กแผ่น หนา 1/32 - 4 นิ้ว ขนาด 1.2-2.4 เมตร
- 3) เหล็กกลวง รูปสี่เหลี่ยมกว้าง 1/4 - 4 1/2 นิ้ว
- 4) ท่อเหล็กกลมกลวง เส้นผ่านศูนย์กลาง 1/2 - 6 นิ้ว
- 5) เหล็กพืด หนา 1/2 - 1/4 นิ้ว กว้าง 1/4-4 นิ้ว ยาว 6 เมตร
- 6) เหล็กรูปตัว U และ C

2.11.5 โลหะท่อ

ตารางที่ 3 แสดงชื่อขนาด ขนาดและน้ำหนักของเหล็กท่อกลมกลวง

ชื่อขนาด	เส้นผ่าศูนย์กลาง ภายนอก (D) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาค ตัดขวาง (A) ซม.
15	21.3	2.0	0.95	1.21
20	26.9	2.3	1.40	1.78
25	33.7	2.6	1.99	2.54
32	42.4	2.6	2.55	3.25
40	48.3	2.9	3.25	4.14
50	60.3	2.9	4.11	5.23
65	76.1	3.2	5.75	7.33
80	88.9	3.2	6.76	8.62
100	114.3	3.6	9.83	112.52
		4.5	12.19	15.52
150	165.1	4.5	17.82	22.70
		6.0	25.05	30.00
175	193.7	5.0	23.27	29.64
200	219.1	5.0	26.40	33.63
		6.1	31.53	40.17
225	224.5	6.0	35.29	44.96
		8.0	46.66	59.44

ตารางที่ 4 แสดงชื่อขนาด ขนาดและน้ำหนักของเหล็กทอสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา (T) มม.	น้ำหนัก (W) กก./ม.	พื้นที่ภาค ตัดขวาง (A) ซม.
50x25	1.6	1.75	2.232
	2.3	2.44	3.102
60x30	1.6	2.13	2.172
	2.3	2.98	3.792
75x45	2.3	4.06	5.172
	3.2	5.50	7.007
90x45	2.3	4.60	5.862
	3.2	6.25	7.967
100x50	2.3	5.14	6.552
	3.2	7.01	8.927
125x40	2.3	5.69	7.242
	3.2	7.76	9.887
125x75	3.2	9.52	12.127
	4.0	11.73	14.948
150x80	4.5	15.20	19.369
	6.0	19.81	25.233
150x100	4.5	16.62	21.169
	6.0	21.69	27.633
200x100	4.5	20.15	25.669
	6.0	26.40	33.633

หมายเหตุ ทั้งเหล็กและสแตนเลสมีขนาดที่มีอยู่ในห้องตลาดเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5 แสดง ขนาด น้ำหนักของเหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสกลวง

ชื่อขนาด (DB) มม.	ความหนา
20x20	2.0
	2.6
30x30	2.6
	3.2
40x40	2.6
	3.2
50x50	4.0
	5.0
60x60	3.2
	4.0
70x70	5.0
	3.2
80x80	4.0
	5.0
90x90	3.2
	3.6
100x100	5.0
	6.3
120x120	4.0
	5.0
	6.3
	3.6
	8.0
	10.0
	5.0
	6.3
	8.0
	10.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.6 โลหะแผ่น (SHEET METAL)

โลหะแผ่น ในงานช่างทั่วไป หมายถึง โลหะแผ่นทุกชนิดที่มีความหนาไม่เกิน

3/16 นิ้ว

โลหะแผ่น โดยทั่วไป แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. โลหะแผ่นเปลือย (BARE METAL OR UNCOATED METAL)
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว (COATED METAL)

ขนาดที่นิยมใช้กันมากคือ 36 x 96 นิ้ว

ในห้องตลาดเมืองไทย จะใช้กันมากเพียง 2 ขนาดคือ

- 36 x 96 นิ้ว/3x8 ฟุต
- 48 x 96 นิ้ว/4 x 8 ฟุต

ชนิด เหล็กแผ่น แบ่งตามความหนา เป็น 3 ชนิดคือ

1. เหล็กแผ่นหนา มีความหนาดั้งแต่ 3 มม. ขึ้นไป
2. เหล็กแผ่นบาง ความหนาระบุน้อยกว่า 3 มม. ลงมา
3. เหล็กแผ่นแถบ เป็นแถบยาวมักจะทำเป็นม้วน (COIL)

ตารางที่ 6 ขนาดมาตรฐาน (UNITED STATES STEEL)

เลขขนาด GAUGE	ความหนา ทศนิยมเป็นนิ้ว	ความหนา
33	0.250	1/4
11	0.125	1/8
14	0.078125	5/64
15	0.070312	
16	0.0625	1/16
18	0.050	1/20
19	0.04375	
20	0.0375	
21	0.034375	
22	0.03125	1/32
23	0.028125	
24	0.025	1/40

ตารางที่ 7 แสดงความหนาและเกณฑ์ความคาดเคลื่อน

ความกว้าง ความหนา	เกณฑ์ความคาดเคลื่อน				
	600-1219	1400-1524	1600-1829	200-2200	2500-3000
1.2	+0.18	+0.20	-	-	-
1.4	+0.20	+0.22	-	-	-
1.6 1.8	+0.22	+0.25	+0.30	-	-
2.0 2.2	+0.25	+0.28	+0.32	-	-
2.5 2.8	+0.28	+0.32	0.36	-	-
3.2 3.6	+0.30	+0.35	+0.40	-	-
4.0 4.5	+0.45	+0.50	+0.55	+0.65	+0.75
5.0 5.6	+0.50	+0.55	+0.60	+0.70	+0.80
6.0 7.0 8.0 9.0	+0.60	+0.60	+0.65	+0.75	+0.85
10.0 11.0 12.0 14.0	+0.60	+0.60	+0.70	+0.80	+0.90
16.0 18.0 20.0 22.0	+0.70	+0.70	+0.80	+0.90	+1.0
25.0 28.0 32.0 36.0	+0.80	+0.80	+0.90	+1.0	+1.1
40.0 45.0 50.0	+0.90	+0.90	+1.0	+1.2	+1.3

หมายเหตุ ในกรณีที่ความหนาน้อยกว่า 1.2 มม. ให้ถือเกณฑ์ความหนา 1.2 เป็นเกณฑ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.7 อลูมิเนียม (aluminium)

อลูมิเนียม เป็นโลหะแผ่นเปลือยประเภท Non Ferrous Metal) โดยปกติจะเป็นแผ่นอลูมิเนียมที่มีความบริสุทธิ์ไม่ถึง 100 เปอร์เซ็นต์ แต่จะเป็นอลูมิเนียมผสมโลหะหรือธาตุอื่น ๆ อีกเล็กน้อย เพื่อให้อลูมิเนียมมีคุณสมบัติบางประการดีขึ้น อลูมิเนียมบริสุทธิ์จะอ่อนมาก ในลักษณะที่เป็นแผ่นจะไม่ค่อยพบใช้งานบ่อยนัก

อลูมิเนียมแผ่นจะมีส่วนผสมของทองแดง ซิลิกอน เหล็ก และแมงกานีส ส่วนอลูมิเนียมชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ได้อยู่ในลักษณะที่เป็นแผ่น จะผสมนิกเกิล แมกนีเซียมและโครเมียมอย่างไรก็ตามอลูมิเนียมผสมทุกชนิดจะต้องมีอลูมิเนียมผสมอยู่ไม่น้อยกว่า 90% เสมอ

อลูมิเนียมผสมมีอยู่หลายชนิด ชนิดต่าง ๆ เหล่านี้ มีคุณสมบัติแตกต่างกัน และมีความแข็งที่ต่างกันออกไปอีกประมาณ 40 เกรด ดังนั้นควรเลือกใช้ให้เหมาะกับงานแต่ละชนิด

อลูมิเนียมผสมจะถูกกำหนดคุณสมบัติตาม Number ต่าง ๆ กัน สำหรับในงานโลหะแผ่นจะใช้ Number 3003 แต่ในทางการค้าจะนิยมเรียกเป็นตัวอักษร เช่น C,H เป็นต้น

"C" หมายถึง อลูมิเนียมอ่อน SOFT ใช้งานได้ดีเหมือนกับแผ่นสังกะสี

"H" หมายถึงอลูมิเนียมแข็ง HARD บางชนิดตัดโค้งได้ แต่บางชนิดไม่สามารถที่จะตัดโค้งได้

"T" หมายถึง อลูมิเนียมที่ต้องใช้งานที่เกี่ยวข้องกับความร้อน HEAT TREATED อยู่เสมอ

ตัวเลขตามหลังอักษร H หรือ T จะบอกความแข็ง เช่น Number 3003 ที่ใช้งานโลหะแผ่นทั่วไปจะเป็น H 14 เป็นต้น ซึ่งอลูมิเนียม Number ดังกล่าวนี้อาจมีความแข็งไม่มากนักสามารถตัดโค้งหรือขึ้นรูปได้

อลูมิเนียมจะสังเกตได้ง่ายเพราะมีสีขาว น้ำหนักเบา บางชนิดจะมีสีใกล้เคียงกับสแตนเลส(Stainless Steel) สามารถนำไปเชื่อมได้และจะต้องใช้น้ำประสาน

ชนิดพิเศษ สำหรับการบัดกรีก็สามารถทำได้เช่นเดียวกัน แต่ทั้งนี้จะต้องใช้น้ำประสานตะกั่วบัดกรี และความร้อนของหัวแร้งให้ถูกต้องมิฉะนั้นจะทำให้การบัดกรีไม่ได้ผล

อลูมิเนียมเป็นโลหะที่มีผิวเป็นมัน และทนต่อการกัดกร่อนได้ดีในบรรยากาศปกติ ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต้องการความสวยงาม

2.11.8 สแตนเลส

คุณสมบัติทางกายภาพของเหล็กสแตนเลสก็เหมือนโลหะผสมชนิดอื่น ๆ ขึ้นอยู่กับส่วนผสมของธาตุต่าง ๆ ที่ผสมลงไปขณะที่ยังหลอมละลายอยู่ ซึ่งต้องระมัดระวังการควบคุมอุณหภูมิและบรรยากาศของก๊าซต่าง ๆ ด้วย ธาตุต่าง ๆ ที่ผสมเข้าเป็นเหล็กสแตนเลส ได้แก่

นิเกิล จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี และเพิ่ม

ความยืด ตัวในขณะตัดโค้งงอไม่หักหรือแตกง่าย

แมงกานีส ช่วยเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดึงได้สูง

โครเมียม จะเพิ่มความแข็งแรง ความเหนียว และทนต่อแรงดึงได้สูง

วานาเดียม จะเพิ่มความเหนียวให้กับเหล็กสเตนเลส

โมลิบดีนัมและโคบอลต์ จะต้านทานการกัดกร่อน

ติตาเนียมและแมกนีเซียม จะทำให้เหล็กสเตนเลสมีน้ำหนักเบา

เหล็กสเตนเลสเป็นโลหะที่มีราคาแพง แต่อายุการใช้งานยาวนานมากทนต่อการกัดกร่อนได้ดี และเสียค่าบำรุงรักษาถูกอีกด้วย เมื่อเทียบกับโลหะอื่น ๆ ดังนั้น ในการทำงานควรเลือกเหล็กสเตนเลสให้เหมาะสมกับการทำงานด้วย

เหล็กสเตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่น ๆ หลายชนิดที่บริเวณขั้นตอนของงานเหล็กสเตนเลสสามารถทำการผสมให้เกิดความกลมกลืนในรูปร่างให้เข้ากันได้เมื่อทำการขัดหรือตกแต่งให้ดี การใช้วิธีเชื่อมแบบเชื่อมแก๊สจะทำให้เกิดตำหนิขึ้นเพียงเล็กน้อย และถ้าหากทำการตกแต่งจะช่วยร่องรอย สิ่งตำหนิให้ลดลงหรือหมดไปได้

เหล็กสเตนเลสสามารถทำการเชื่อมได้ และมีคุณสมบัติไม่เหมือนวัสดุอื่น ๆ หลายชนิดที่บริเวณขั้นตอนของงานเหล็กสเตนเลสสามารถทำการผสมให้เกิดความกลมกลืนในรูปร่างให้เข้ากันได้ เมื่อทำการขัดหรือตกแต่งให้ดี การใช้วิธีเชื่อมแบบเชื่อมแก๊สจะทำให้เกิดตำหนิขึ้นเพียงเล็กน้อย และถ้าหากทำการตกแต่งจะช่วยร่องรอย สิ่งตำหนิให้ลดลงหรือหมดไปได้

เมื่อใช้ตัวยึด (Fasteners) ควรใช้ตัวยึดที่ทำด้วยเหล็กสเตนเลส การใช้ตัวยึดที่ทำด้วยวัสดุอื่นจะก่อให้เกิดความผุกร่อน ทำให้เกิดผลเสียหายแก่ของที่ทำการผลิตติดตั้งนั้นได้ ตัวยึดที่ทำจากอะลูมิเนียมในอากาศจะกัดกร่อนกัน จะต้องระวังในการวางตำแหน่งให้ดี เพื่อไม่ให้มีการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อทำการขันตัวยึดให้แน่น มิฉะนั้น อาจจะต้องใช้แผ่นวัสดุที่มีขนาดหนามากขึ้น

วิธีอื่น ๆ ที่จะป้องกันการเกิดรอยตำหนิขึ้นนั้น ทำได้โดยการใช้แผ่นวัสดุด้วยเสริมความแข็งแรงไว้ภายในตัวนอตและใช้ Nat Channel ไว้ข้างในของแผ่นวัสดุเมื่อใช้ นอตยึดเข้ากับ Nat Channel เพื่อให้แรงดึงของตัวนอตแผ่กระจายไปที่บริเวณกว้างของผิวโลหะไม่ให้เกิดการบิดเบี้ยวเกิดขึ้นในชิ้นงาน เพื่อทำการขันตัวยึดให้แน่น มิฉะนั้นอาจต้องใช้แผ่นวัสดุที่มีขนาดหนาเพิ่มขึ้น

วิธีอื่น ๆ ที่จะป้องกันการเกิดรอยตำหนิขึ้นนั้น ทำได้โดยการใช้แผ่นวัสดุช่วยเสริมความแข็งแรงไว้ภายในตัวนอต และใช้ Hat Channel ไว้ข้างในของแผ่นวัสดุเมื่อใช้ในการขันให้ นอตยึดเข้ากับ Hat Channel เพื่อให้แรงดึงของตัวนอตแผ่กระจายไปที่บริเวณกว้างของผิวโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหล็กสแตนเลสประหยัดสำหรับงานทั่วไป

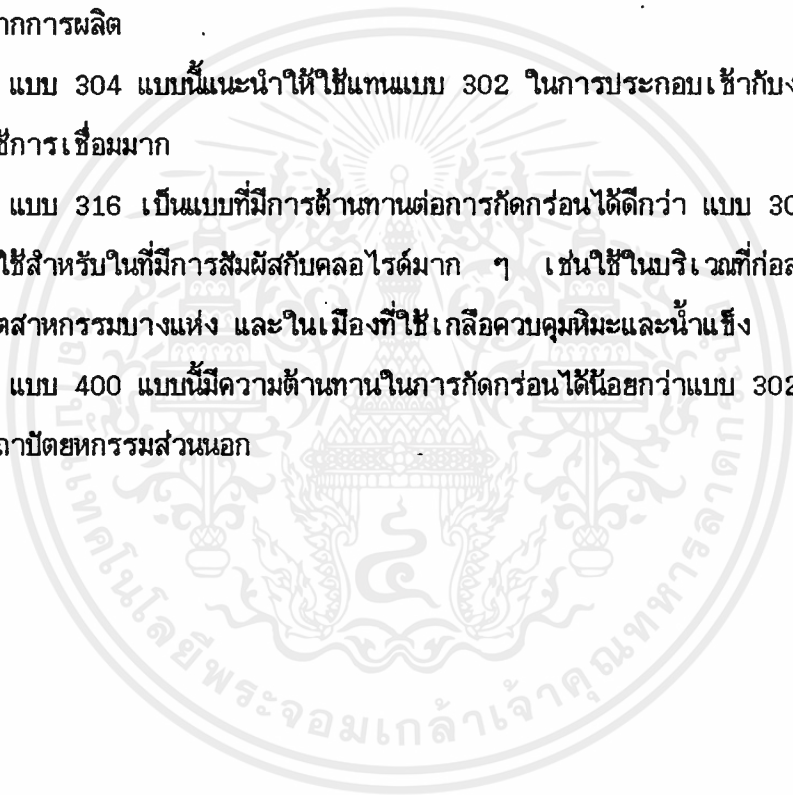
- แบบ 302 เป็นเหล็กสแตนเลสซึ่งมีส่วนผสมสำคัญ คือ โครเมียม กับนิกเกิล มีโครงสร้างแบบ Austenitic เหมาะสำหรับการใช้งานได้กว้างขวาง เกี่ยวกับงาน สถาปัตยกรรม และอุตสาหกรรมทั่วไป มีจำหน่ายทั่วไปในรูปแบบต่างกัน เหล็กสแตนเลสแบบนี้ทำการขึ้นรูปได้ง่าย ทำการผลิตใช้งานได้ง่าย มีความต้านทานต่อการกัดกร่อนซึ่งเกิดจากดินฟ้าอากาศได้ดีเยี่ยม เป็นชนิดที่โดยปกติจะนำไปใช้งานสถาปัตยกรรมส่วนนอก และแผ่นโครงสร้างต่าง ๆ

- แบบ 301 บางครั้งจะแนะนำให้นำไปใช้แทนแบบ 302 เนื่องจากมีคุณสมบัติเกี่ยวกับการแข็งแรงจากการผลิต

- แบบ 304 แบบนี้แนะนำให้ใช้แทนแบบ 302 ในการประกอบเข้ากับงานชิ้นใหญ่ และต้องการใช้การเชื่อมมาก

- แบบ 316 เป็นแบบที่มีการต้านทานต่อการกัดกร่อนได้ดีกว่า แบบ 302 หรือ 304 และแนะนำให้ใช้สำหรับในที่มีการสัมผัสกับคลอไรด์มาก ๆ เช่นใช้ในบริเวณที่ก่อสร้างแถบชายทะเลในย่านอุตสาหกรรมบางแห่ง และในเมืองที่ใส่เกลือความเค็มและน้ำแข็ง

- แบบ 400 แบบนี้มีความต้านทานในการกัดกร่อนได้น้อยกว่าแบบ 302 และแนะนำให้ใช้ในงานสถาปัตยกรรมส่วนนอก



2.11.9 ไฟเบอร์กลาส (FIBER GLASS)

ไฟเบอร์กลาส เป็นวัสดุที่ถูกดัดแปลง ปรับปรุงจากการเสริมความแข็งแรงของ พลาสติกให้สามารถใช้งานได้ดีใกล้เคียงกับโลหะ โดยการใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติที่ เรียกว่าทั้งแข็งและเหนียวมาเสริมเข้าเป็นเนื้อเดียวกัน

ถ้าจะเปรียบเทียบกับร่างกายมนุษย์เรา คือมีโครงสร้างเป็น เนื้อหนังและกระดูก กระดูกเป็นส่วนที่แข็งแรงส่วนเนื้อหนังเป็นส่วนที่เหนียว ประกอบกับรูปร่าง การปรับปรุงดังกล่าว จึงเรียกว่า พลาสติกเสริมกำลัง (REINFORCED PLASTIC) และวัสดุที่มีคุณสมบัติที่ดีในการนำมาเสริมแรงคือ ใยแก้ว (glass fiber) ซึ่งมีลักษณะอ่อนนุ่มแต่เหนียว ทนต่อการผุกร่อนได้ดี ทนความร้อนได้สูง เป็นฉนวนไฟฟ้าและทนสารเคมี ส่วนพลาสติก ที่นำมาใช้เป็นเนื้อ ต้องเป็นชนิดที่มีความแข็งแรงมากคือ เทอร์โมเซตติ้งได้แก่ โพลีเอสเตอร์ อีพ็อกซี โพลียูเรเทน พลาสติกจำพวกนี้เป็นพลาสติกเหลวซึ่ง ภายหลังจากผสมกับตัวทำปฏิกิริยาเรียกว่า "POLYMERISATION"³ มีความร้อนเกิดขึ้นสูงถึงเกือบ 200 องศาเซลเซียส และจะเปลี่ยนสภาพเป็นพลาสติกแข็งและจะไม่คืนรูปอีก วิธีดังกล่าวจึงเรียกว่า เป็นผลิตภัณฑ์พลาสติกเสริมกำลังด้วยใยแก้ว "FRP GLASS FIBER REINFORCED PLASTIC) หรือไฟเบอร์กลาส

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับการทำผลิตภัณฑ์ไฟเบอร์กลาส

1. โพลีเอสเตอร์เรซิน (POLYESTER RESIN) เป็นพลาสติกเหลวที่นำมาเป็นเนื้อผลิตภัณฑ์ นิยมกันมากที่สุดเพราะมีราคาถูก และคุณสมบัติเหมาะสม
2. ตัวทำปฏิกิริยา (CATALYST หรือ HARDENER) เป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางเคมีโดยเปลี่ยนสภาพ โมเลกุลทำให้เปลี่ยนรูปจากของเหลวเป็นของแข็งระหว่างเกิดปฏิกิริยาจะเกิดความร้อนถึง 200 องศาเซลเซียส
3. ไมโนสไตรีน (MONOSTYRENE) เป็นตัว MONOMER ซึ่งผสมอยู่ใน UNSATURATED POLYESTER RESIN ทั่วไปแล้วให้ STYRENE ซึ่งสกัดจาก BENZOL และ ETHYLENE มาทำเป็นส่วนผสมซึ่งให้เป็นตัวละลายหรือตัวทำให้เหลว

-
- 1 นิชิต เลียมพินตัน "ไฟเบอร์กลาส" หน้า 1
 - 2 น.ด.
 - 3 น.ด.

4. ตัวเร่งปฏิกิริยา (ACCELERATOR หรือ PROMOTOR) ใช้เพื่อช่วยปรับให้เกิดการแข็งตัวของพลาสติกเร็วขึ้น

5. ใยแก้ว (GLASS FIBER) เป็นตัวเพิ่มความแข็งแรงให้กับโพลีเอสเตอร์เรซิน ในการรับแรง (MECHANICAL STRENGTH)

6. เจลโค้ต (GEL COAT) คือ ส่วนปิดผิวหน้าทำให้ผิวเรียบมัน และมีสีสวยและเป็นเครื่องปกปิดไม่ให้เห็นรอยเส้นใยและฟองอากาศ¹

7. ผงเบา (THIXOTROPIC POWDER) มีไว้สำหรับผสมกับ โพลีเอสเตอร์เรซิน เพื่อให้เหนียวตัวหรือข้นขึ้น โดยที่ไม่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทางคัมพิกิริยาทางเคมีใดๆ แต่จะดูดเอาตัวเร่งเข้าไปไว้ในตัวมัน แต่จะทำให้เกิดปฏิกิริยาช้าลง จึงจำเป็นต้องผสมให้ถูกส่วนกับตัวเร่ง

8. แมงสี (PIGMENTS) ทำให้เกิดปฏิกิริยา (POLYMERISATION) โดยเร่งขึ้น (ACCELERATE) หรือช้าลง (DECCCELEERATE) ได้

9. ตัวละลาย (SOLVENT) เป็นตัวที่ทำให้เหลวหรือป้องกันการแข็งตัว คือสารจำพวกแอลกอฮอล์ กิโนเนอร์ เมทานอลอะซีโตน ฯลฯ แต่ที่นิยมกันมากคือ อะซีโตน (ACETONE)

10. ตัวถอดแบบ (RELEASE AGENT) เนื่องจากผิวที่เรียบทำให้เกิดการติดติดหรือเกาะตัวซึ่งต้องใช้ตัวถอดแบบทาแม่แบบเสียก่อน คือ (POLYVINYL ALCEHOL (PVA) หรือ ACETYLCELLULOSE ^{ซึ่ง} ฝัง

ไฟเบอร์กลาสนิยมในการชนิดส่วนที่มีขนาดค่อนข้างใหญ่และการทำจะไม่เป็นอุตสาหกรรมเท่าที่ควร จะใช้ไฟเบอร์ทำผลิตภัณฑ์ที่มีชิ้นส่วนในลักษณะที่มีรูปทรงโค้ง เป็นรูปทรงที่ขึ้นรูปได้ยาก

2.11.10 ประเภทของพลาสติก (PLASTIC)

ประเภทของพลาสติกจัดแบ่งอย่างกว้างๆ ได้ 2 ประเภทคือ

1. พลาสติกคงรูป หรือเทอร์โมเซตติง (Themosetting)
2. พลาสติกเปลี่ยนรูปหรือเทอร์โมพลาสติก (Themoplastic)

1 พิชิต เลี่ยมพิพัฒน์ ไฟเบอร์กลาส หน้า 2

2 ล.ค. หน้า 3

3 ล.ค. หน้า 4

พลาสติกคงรูป การผลิตผลิตภัณฑ์พลาสติกประเภทนี้เพื่อที่จะให้ได้รูปร่างตามที่ต้องการ ต้องอาศัยความร้อน อาจจะใช้ความดันหรือไม่ใช่ก็ได้ ผลที่ได้ของผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งคงรูปอย่างถาวร กรรมวิธีในตอนแรกจะให้ความร้อนทำให้อ่อนหรือใช้สารเคมีเฉพาะเติมลงไป และทำให้พลาสติกแข็งโดยการเปลี่ยนแปลงทางเคมีเรียกว่า Polymerization พลาสติกชนิดนี้ไม่สามารถทำให้อ่อนหรือหล่อหลอมได้อีก Polymerization เป็นกระบวนการทางเคมี ผลที่ได้จะก่อให้เกิดสารประกอบใหม่ขึ้น ซึ่งมีน้ำหนักโมเลกุลมากขึ้นกว่าสารเริ่มต้น กระบวนการที่ใช้พลาสติกประเภทนี้จะรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่ใช้แรงอัดหรือการส่งผ่านแบบแม่พิมพ์ การหล่อหลอมเคลือบผิวและการเชื่อม

พลาสติกประเภทนี้มีคุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมีดีมาก คือ ทนความร้อนที่อุณหภูมิสูงได้ดี ทนต่อการกัดกร่อนต่อสารเคมี เมื่อผ่านการผลิตโดยใช้ความร้อนและแรงอัดแล้ว จะนำกลับไปหลอมละลายอีกไม่ได้ โครงสร้างทางเคมีเปลี่ยนไปและมีโมเลกุลไม่เป็นระเบียบ ซึ่งประกอบด้วยอะตอมของ CHON ที่เกาะกันในลักษณะยุ่งไม่มีหลักเกณฑ์ การเกาะกันอย่างนี้ส่งผลทำให้มีเนื้อแข็งถูกความร้อนก็ไม่อ่อนตัว ไม่ละลายในสารละลายใดๆ ติดไฟยาก พลาสติกเหล่านี้ได้แก่อีพอกซียูรีเทน ฟีนอลิกและซิลิโคน เป็นต้น

พลาสติกเปลี่ยนรูป เป็นพลาสติกที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงทางเคมีในการหล่อหลอม จะไม่แข็งตัวด้วยแรงอัดและความร้อน แต่จะแข็งรูปในขณะที่ทำให้เย็นตัวและสามารถนำไปหล่อหลอมใช้ใหม่ได้อีกโดยการให้ความร้อน เปรียบเสมือนน้ำเมื่อนำไปเป็นน้ำแข็ง เมื่อถูกความร้อนจะละลายกลายเป็นน้ำอีก และสามารถนำกลับไปทำน้ำแข็งได้อีก พลาสติกประเภทนี้มีโมเลกุลลักษณะยาวเป็นเส้นตรง กล่าวคืออะตอมของธาตุต่างๆ จะเกาะกันในแนวยาว ทำให้มีความเค้นแรงดึงสูง มีความเหนียว เมื่อทำเป็นเส้นด้ายจะไม่ขาดได้ง่าย แต่พลาสติกประเภทนี้ทนอุณหภูมิต่ำไม่ควรใช้งาน ณ อุณหภูมิสูงกว่า 80 องศาเซลเซียส เพราะจะอ่อนตัวมากไม่สามารถรับภาระได้เลย

กรรมวิธีผลิตของพลาสติกเปลี่ยนรูปสามารถผลิตได้โดยการหล่อ การอัดฉีดเข้าแบบแม่พิมพ์ การขึ้นรูปด้วยความร้อน การรีดขึ้นรูปและการเป่าขึ้นรูป เป็นต้น สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ได้หลายชนิด

สารประกอบพลาสติกคงรูป และ การใช้ประโยชน์

1. ฟีนอลิก (Phenolics) ยางฟีนอลิก เริ่มแรกได้มีการพัฒนาโดย Dr" Backeland วิธีการของเขาเป็นหลักการหนึ่งของการผลิตสารประกอบพลาสติกคงรูปที่ใช้ในอุตสาหกรรม การสังเคราะห์ยางทำโดยปฏิกิริยาของฟีนอลกับฟอร์มัลดีไฮด์ ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็ง มีความแข็งแรงทนทาน สามารถขึ้นรูปในแบบแม่พิมพ์ภายใต้เงื่อนไขต่างๆ ได้ วัสดุชนิดนี้ทนความร้อนและความชื้นได้สูง สามารถผลิตเป็นสีต่างๆ ได้หลายสี วัสดุชนิดนี้ใช้การเคลือบเอกสารเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผิว ปิดผิวผลิตภัณฑ์ใช้เป็นสารยึดเหนี่ยวโลหะและสามารถหล่อเป็นรูปต่าง ๆ ตามแบบแม่พิมพ์ เช่น ทำปลั๊กไฟฟ้า ฉาบขวด ลูกบิดประตู ตู้วิทยุ และอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิด นอกจากนี้สามารถผลิตผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ได้อีก เช่น ชี้อ้อย ขึ้นไม้ลับ เมื่อใช้กาวนี้เข้าไปผสมสามารถอัดฟอร์มเป็นแผ่นได้เป็นต้น

2. อามิโนเรซิน (Amino Resins) ชนิดของอามิโนเรซินที่สำคัญคือ ยูเรียฟอร์มีลดีไฮด์ และ เมลามีนฟอร์มีลดีไฮด์ สารประกอบทั้งสองนี้จัดเป็นพลาสติกแบบคงรูป ซึ่งแตกต่างกันตามตัวผสม เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการใช้งานทางด้านกลไกและไฟฟ้า เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ใช้บนโต๊ะอาหาร ส่วนประกอบของรถยนต์ ลูกบิดประตู เครื่องโกนหนวดไฟฟ้า ส่วนยูเรียเรซินเหมาะสำหรับการอัดและการอัดส่งผิวแข็งและเป็นฉนวนได้ดี สามารถทำให้ผลิตภัณฑ์มีสีต่าง ๆ ได้ตามต้องการ ผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้จะรวมผลิตภัณฑ์ไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน กระดุม เสื้อ เรซินทั้งสองชนิดนี้สามารถใช้กันแพร่หลายสำหรับเป็นกาวยึดเหนี่ยวไม้หรือกระดาษ ที่น่าสนใจคือ ช่วยเพิ่มความคงทนของผ้าฝ้าย โดยทำให้แห้งและควบคุมการหดตัวของผลิตภัณฑ์ได้ดี

3. โฟแรนเรซิน (Furane Resins) ในกระบวนการผลิตโฟแรนเรซินนั้นจะต้องมีการใช้ของเหลือทิ้งจากฟาร์ม เช่น ช้างข้าวโพด ฟางข้าว เปลือกข้าวและเมล็ดฝ้าย ผลิตภัณฑ์ได้จากสารชนิดนี้จะมีสีที่เข้ม ทนน้ำ และมีคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าที่ดี โฟแรนเรซินใช้เป็นตัวเชื่อม ตัวทำให้แข็งสำหรับปูนยิปซัมและ เป็นสารยึดเหนี่ยวสำหรับส่วนประกอบของพื้นและผลิตภัณฑ์แกรไฟต์

4. อีพอกไซด์ (Epoxydes) อีพอกไซด์เรซินถูกใช้ในการหล่อ การปะติดการทำแบบพิมพ์ อุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนประกอบของสี ใช้เป็นกาว อีพอกไซด์เรซินมีคุณสมบัติคือ การหดตัวต่ำ ทนต่อสารเคมีได้ดี มีคุณสมบัติต้านไฟฟ้าดี มีความแข็งแรงทำให้แก้วและโลหะยึดติดกันได้ดี

5. ซิลิโคน (Silicones) ซิลิโคน-เบสโพลีเมอร์ แตกต่างกับวัสดุอื่นคือ มีเบสอยู่บนคาร์บอนอะตอมซิลิโคนมีคุณสมบัติเหมาะสมหลายประการ สำหรับกลุ่มผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม เช่น น้ำมัน แก๊ส เรซิน กาว และส่วนประกอบของยาง เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของซิลิโคน คือมีความคงทน ทนอุณหภูมิสูงได้ ไม่รวมตัวกับน้ำ ซิลิโคนเรซินอาจใช้ทำแบบพิมพ์สำหรับการปะติดหรือเคลือบผิวปะเด็นส่วนประกอบของอุปกรณ์ไฟฟ้า โยแก้วซิลิโคนถ้าทำให้เป็นของเหลวใช้สำหรับการหล่อ และเป็นตัวยึด ถ้าเป็นผงใช้ทำผลิตภัณฑ์โพลีซิลิโคนมีราคาสูงมาก การใช้จึงมีขีดจำกัด ต้องใช้ให้มีประโยชน์สูงสุด ซิลิโคนเรซินเข้าสู่กระบวนการต่าง ๆ โดยใช้แรงอัดหรืออัดส่ง การรีด และการหล่อ

สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปและการใช้ประโยชน์

1. เซลลูโลซิก (Cellulosic) เซลลูโลซิก คือพลาสติกเปลี่ยนรูปที่เตรียมจากกรรมวิธีการต่าง ๆ ของฝ้ายและใยไม้ มีความเหนียวมากและสามารถผลิตให้มีสีต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 เซลลูโลสอะซิเตท (Cellulose acetate) เป็นสารประกอบที่มีคุณสมบัติเชิงกลแข็งแรงและสามารถทำเป็นรูปแผ่น หรือหล่อให้ได้รูปตามต้องการโดยการอัดฉีด การใช้แรงอัด และการอัดรีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น หีบห่อต่างๆ ของเล่นเด็ก ลูกบิดประตู โคมไฟส่องสัญญาณ ฝาเบรคทางล้อวิทยุและนม เป็นต้น

1.2 เซลลูโลสอะซิเตท-บิวเทรท (Cellulose acetate butyrate) คล้ายๆกับเซลลูโลสอะซิเตท สารทั้งสองสามารถผลิตให้มีสีได้ตามต้องการโดยใช้กระบวนการเดียวกัน ทั่วๆ ไปเซลลูโลสอะซิเตท-บิวเทรท มีการดูดซึมความชื้นได้ดีต่ำ เหนียว มีขนาดคงที่ภายใต้บรรยากาศต่างๆ สามารถอัดรีดขึ้นรูปได้ ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ที่ทำจากสารประกอบชนิดนี้ เช่น พวงมาลัย พุดบอลล หมวกกันน็อค กรอบแว่นตา อ่างล้างรูป เข็มขัด อุปกรณ์เครื่องเรือน ฝาถังกระดุม ม้วนเทป ก่อน้ำ ก่อแก๊ส เป็นต้น

1.3 เอทิลเซลลูโลส (Ethyl cellulose) เป็นอนุพันธ์ของเซลลูโลสที่มีความหนาแน่นต่ำสุด ใช้มากในระบบการทำความแบบแม่พิมพ์เพราะมีความคงทนต่อต่าง เป็นต้น

2. โพลีเอทิลีน (Polyethylene) วัสดุชนิดนี้มีความยืดหยุ่นทั้งอุณหภูมิห้องและต่ำ คุณสมบัติพิเศษกันน้ำและทนสารเคมีต่าง ได้ดี ทำให้เป็นสีต่างๆ ได้ โพลีเอทิลีนลอยน้ำได้จะมีความหนาแน่นระหว่าง 0.91 ถึง 0.96 พลาสติกชนิดนี้มีราคาถูก กันความชื้นได้ จึงใช้ทำหีบห่อ ถาด สายเคเบิล อุปกรณ์ที่เป็นฉนวนผลิตภัณฑ์ต่างๆ ที่ทำจากวัสดุชนิดนี้ทำโดยการอัดฉีด การเป่า การรีดให้เป็นแผ่นฟิล์ม และเป็นเส้น ๆ

3. โพลีโพรพิลีน (POLYPROPYLENE) มีคุณสมบัติด้านไฟฟ้าดี กันสะเก็ดหิน ทนแรงดึง ทนทานต่อความร้อนและสารเคมี วัสดุนี้ถ้าเป็นโมโนเมอิลลาเม้นท์ของโพลีโพรพิลีนใช้ทำเชือก ตาข่าย ฝา ผลิตภัณฑ์อื่นๆ ที่ทำจากโพลีโพรพิลีนเช่น เครื่องใช้ในโรงพยาบาล และห้องปฏิบัติการ ของเล่น กระเป๋า เครื่องเรือน ฟิล์มสำหรับภาชนะบรรจุอาหาร และฉนวนไฟฟ้า โพลีโพรพิลีนสามารถทำได้โดยกระบวนการต่าง ๆ ของพลาสติกเปลี่ยนรูปได้ทั้งหมด

4. โพลีซัลโฟน (Polysulfones) วัสดุชนิดนี้มีความสมบัติทางกายภาพทนความร้อนขึ้นรูปเป็นผลิตภัณฑ์โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การอัดฉีด การรีด การขึ้นรูปด้วยความร้อน การเป่า ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์ เช่น เครื่องมือใช้ภายในบ้าน สวิตช์ เฝือก และสิ่งอื่นๆ ที่ใช้กับงานที่ทนความร้อน โพลีซัลโฟนที่รีดเป็นแท่ง มีเส้นผ่าศูนย์กลางสูงถึง 10 นิ้ว ใช้ทำเป็นหลอดลายและสายเคเบิล สีทำได้ทั้งโปร่งและทึบ

5. พลาสติกเอบีเอส (ABS Plastic) สารเคมี 3 ชนิด คือ acryle nitrile, butadiene และ styrene รวมกันเป็นพลาสติกเอบีเอสซึ่งเป็นสารประกอบที่มี

ความแข็งแรง ยืดหยุ่นได้และเหนียว ทำให้มีสีต่างๆ ได้และทนความร้อนได้ถึง 220 องศาฟาเรนไฮต์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พลาสติกชนิดนี้ทำได้โดยกระบวนการขึ้นรูปด้วยความร้อน การอัดฉีด การเป่า แบบแม่พิมพ์และการรีด วัสดุชนิดนี้ใช้ทำพวกท่อกล้องถ่ายรูป ส่วนประกอบของโทรทัศน์ เป็นต้น

6. โพลีอิมิด (Polyimide) วัสดุชนิดนี้ ถูกผลิตขึ้นในรูปของของแข็ง (Polymer SP) เป็นฟิล์มหรือสารละลาย สัมประสิทธิ์ของการเสียดทานต่ำ ต้านทานต่อรังสี ตัวอย่างผลิตภัณฑ์พลาสติกชนิดนี้ เช่น ปลอกแมริ่ง ท่อ หน้าลื่นเปิดเปิด ขึ้น ส่วนอุปกรณ์ไฟฟ้า ถ้าสารนี้มีลักษณะเป็นฟิล์มจะเหนียวและแข็ง ใช้ทำส่วนที่เป็นฉนวนของลวดใช้ในการเคลือบลวดและฉาบแก้ว

7. ไนลอน (Nylon) มีการใช้แบบแม่พิมพ์และการอัดฉีด ตัวอย่างของผลิตภัณฑ์เช่น แมริ่ง ลื่นเปิดเปิด ท่อ ของใช้ในครัว พวกหีบห่อ ฝาและสายร่มชูชีพ เชือกไต่เขา และขนแปรงทาสี เป็นต้น

8. อคริลิกเรซิน (Acrylic Resin) ยางนี้มีความสมบัติเฉพาะคือ มีความสามารถทำขึ้นรูปง่าย ทนต่อความชื้น ยางชนิดนี้ทั่วๆ ไปคือ methyl methacrylate ชื่อการค้าที่รู้จักกันดีคือ Lucite ของบริษัท ดูปองท์ และ Plexiglas ของบริษัท Rohn & ahaas สารนี้เป็นพลาสติกเปลี่ยนรูปที่สามารถขึ้นรูปได้โดยการหล่อ การรีด และใช้แบบแม่พิมพ์ การดึง ตัวอย่างผลิตภัณฑ์ เช่น หน้าต่างเครื่องบิน ตู้กระจกโชว์ ฝาปิดเครื่องวัด เครื่องสำอาง หุ่นจำลองแบบใส เป็นต้น

9. ไวนิล เรซิน (Vinyl Resins) ไวนิล เรซิน ที่รู้จักกันทางการค้าจะรวมถึง โพลีไวนิลคลอไรด์ (Polyvinyl Chloride) โพลีไวนิลบูทาเท (polyvinyl butyrate) และโพลีไวนิลลิดีน (polyvinylidene chloride) สารประกอบพลาสติกเปลี่ยนรูปชนิดนี้สามารถทำเป็นผลิตภัณฑ์ต่างๆ ได้โดยการอัดฉีด การอัดส่ง การรีดและการเป่า ไวนิล เรซิน เหมาะสำหรับการเคลือบผิว การตัดโค้ง และทำเป็นแผ่นแข็งได้

ค่าต่าง ๆ ที่กล่าวมาจะดีมากเมื่ออยู่ในช่วงอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ถ้าเกินกว่านี้ คุณสมบัติจะลดลงอย่างรวดเร็วคือ ไม่สามารถทนต่อความร้อนสูงได้ และข้อเสียอีกอย่างของยางประเภทนี้คือ ไม่สามารถทนน้ำมันได้ เพราะฉะนั้นจึงไม่นิยมนำเอาของชนิดนี้ไปเป็นวัตถุดิบในการผลิตอะไหล่ที่ต้องรับความร้อนหรือต้องเกี่ยวข้องกับน้ำมัน

ยางสังเคราะห์ (Synthetic Rubber) เนื่องจากความไม่สามารถทนต่อความร้อนและน้ำมัน จึงทำให้มีผู้คิดประดิษฐ์ยางเทียมหรือบางสังเคราะห์ขึ้นมาเพื่อชดเชยข้อเสียของยางธรรมชาติ โดยมีคุณสมบัติทนต่อความร้อนได้สูงขึ้น ทนน้ำมัน ทนกรด ต่าง เป็นต้น ดังนั้น ราคาของจึงแพงกว่ายางธรรมชาติมาก

ยางสังเคราะห์มีอยู่มากมายหลายประเภท แต่ประเภทใหญ่ๆ ที่นิยมใช้ในบ้านเรามี

ดังต่อไปนี้ เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. SBR (Styrene Butadiene Rubber) ใช้ทำ Mechanical Parts ทั่วไป เพราะทนความร้อน ทนการเสียดสี ดีกว่ายางธรรมชาติ แต่ทนน้ำมันไม่ได้
2. NBR (Nitrile Butadiene Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่นิยมใช้กันมาก เพราะกันน้ำมันได้ดี ทนความร้อนได้ประมาณ 125 องศาเซลเซียส
3. CR (Chloroprene Rubber) ทนความร้อนได้ดีพอๆ กับ NBR แต่กันน้ำมันได้ไม่ดีนัก มีความทนต่อแรงดึง ความสามารถในการยืดหดตัวมีค่าสูงกว่าแบบ NBR
4. SR (Silicone Rubber) เป็นยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนสูงประมาณ 250 องศาเซลเซียส

ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาใช้ในสมัยสงครามโลกครั้งที่ 2 เพราะเกิดการขาดแคลนยางธรรมชาติ โดยได้ผลิตมาจากอุตสาหกรรมเคมี โดยใช้สารเคมี 2 ชนิดผสมกันคือ สไตรีนกับบิวตะไดอิน และในบางโอกาสจะต้องมียางธรรมชาติผสมอยู่ด้วย เพราะยางสังเคราะห์นั้นจะมีคุณสมบัติบางอย่างดีออกกว่ายางธรรมชาติ เช่น การยืดหยุ่นตัว และยางสังเคราะห์ก็มีข้อเด่นกว่ายางธรรมชาติ คือ ทนต่อสารเคมี และพวกน้ำมันแร่ได้

ยางสังเคราะห์ได้ถูกผลิตขึ้นมาจากหลายๆ ประเทศ ซึ่งมีมากมาย และก็มีชื่อเรียกต่างกันไป แต่ก็มีใช้ในชีวิตประจำวันทั่วไปก็มี

1. GR-S (Government Rubber-Styrene) ซึ่งประเทศสหรัฐเป็นผู้ผลิตโดยผลิตมาจากผลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียม ยางประเภทนี้คล้ายคลึงกับยางธรรมชาติมากที่สุด และต้องมีการผ่านกรรมวิธี Vulcanization เช่นเดียวกับยางธรรมชาติซึ่งทนต่อการสึกกร่อนได้ดี
- ประโยชน์ ใช้ผสมกับยางธรรมชาติผลิตเป็นยางรถยนต์ สายน้ำมันเบนซิน หรือสายน้ำมันแร่ หันรองเท้า ฯลฯ

2. ยางบุนา (Buna Rubber) นั้นผลิตในประเทศเยอรมนี โดยจะแบ่งเป็น 2 เกรด คือ

2.1 ยางบุนา เกรด S (Buna-S) ซึ่งมีคุณสมบัติทนต่อการสึกหรอ เหนียวอายุการใช้งานนาน

2.2 ยางบุนา เกรด N (Buna-N) จะมีคุณสมบัติทนต่อน้ำมันแร่ และสารเคมีต่างๆ แต่ไม่ทนต่อการฉีกขาด

ประโยชน์ ใช้ทำถังน้ำมัน เชื้อเพลิง เครื่องบินชนิดจรวดที่ถูกต้องได้เอง

3. ยางบิวทาย (Butyl Rubber) มีเนื้อยางที่มีคุณสมบัติพิเศษกว่ายางชนิดอื่นคือ มีเนื้อแน่นทำให้แก๊สหรือของเหลวซึมผ่านได้ยาก ทนต่อสารเคมี และความชื้น มีสารพวกอินทรีนียผสมอยู่ เช่น บุนขาว แป้ง และซิลิกา เพื่อให้ยืดหยุ่นได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ ใช้ทำยางในรถยนต์-รถจักรยานยนต์ และยางเครื่องบิน

4. ยางซิลิโคน (Silicone Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่มีคุณสมบัติยืดหยุ่นได้ดี แม้อุณหภูมิจะต่ำหรือสูง (สูงไม่เกิน 200 ช.) เพราะเนื้อยางประกอบด้วยโมเลกุลของ Si และ จึงจัดเป็นพลาสติกอ่อนชนิดหนึ่ง

ประโยชน์ ใช้ทำฉนวนหุ้มสายไฟ สายเคเบิล ท่อยาง ปะเก็นกันซึม

5. ยางไทโอโค (Thioko Rubber) เป็นยางสังเคราะห์ที่ได้มาจากสารอินทรีย์โพลีซัลไฟด์ มีคุณสมบัติพิเศษทนต่อสารเคมีพวกน้ำมันแรมได้ดี

ประโยชน์ ใช้ทำท่อนส่งน้ำมันสำหรับรถ-เรือบรรทุกน้ำมัน

6. ยางโพลียูรีเทน (Polyuretane Rubber) เป็นยางฟองน้ำ ซึ่งได้มาจากสารเอทิกีน ผสมกับโพลีมีลันไกลคอล และอดีนิคเอซิค เมื่อสารทั้ง 3 ทำปฏิกิริยากันจะทำให้เกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกมา

ประโยชน์ ใช้ทำหมอน ที่นอน เบาะเก้าอี้ เป็นต้น

ตารางที่ 8 แสดงการเปรียบเทียบระหว่างยางธรรมชาติกับยางสังเคราะห์

	ข้อดี	ข้อเสีย
ยางธรรมชาติ	<ul style="list-style-type: none"> - ทนต่อการสึกหรอ - เหนียว - มีความยืดหยุ่นตัวสูง 	<ul style="list-style-type: none"> - ไม่ทนต่อน้ำมันแรม และสารละลายเคมี - ไม่ทนความร้อน - อายุการใช้งานน้อย เก็บได้ไม่นาน

10. Polyvinyl butyrate มีความใสและเหนียว ใช้สำหรับเชื่อมต่อแก้วทำเลื่อกันฝน เครื่องดูดถังเชื้อเพลิง ทนต่อความชื้น ยึดเหนียวได้ดี คงทนต่อแสง และความร้อน

11. Polyvinyl chloride ทนต่อตัวทำละลายต่างๆ ได้สูง และทนไฟ ในทางอุตสาหกรรมใช้ทำพวกผลิตภัณฑ์ยางที่ยืดหยุ่นได้ รวมทั้ง เลื่อกันฝนภาชนะบรรจุและขวดต่างๆ

ลักษณะภายนอก (Characteristics)

เป็นวัสดุที่มีลักษณะทั่วไป เหมือนพลาสติกธรรมดาแต่มีความแข็งแรงกว่าหลายเท่า สำหรับรูปร่างนั้นสามารถจะทำได้ตามวัสดุประสงค์ตามแต่ผู้ผลิตต้องการ

2.11.11 ยาง (Rubber)

ปัจจุบันจัดว่ายางเป็นส่วนประกอบที่สำคัญในงานอุตสาหกรรมทุกประเภท ไม่โดยตรงก็ทางอ้อม โดยตรง ได้แก่ อุตสาหกรรมประเภทยางรถยนต์ ยางในเครื่องบิน ยางในรองเท้า ท่อน้ำ สายพาน ลูกยางต่าง ๆ เป็นต้น โดยทางอ้อมก็เป็นชิ้นส่วนประกอบของเครื่องจักร เครื่องมือ ต่างๆ และมันเป็นส่วนที่สำคัญยิ่งในอุตสาหกรรมประเภทนั้นด้วย

ประเภทของยาง

ด้วยเหตุผลดังกล่าวมาข้างต้น ยางจึงแบ่งออกเป็นหลายประเภท หลายชนิด ซึ่งพอจะแบ่งออกได้ดังนี้ คือ

1. ยางธรรมชาติ (Natural Rubber) เป็นยางที่ได้มาจากยางพารา วัตถุดิบชนิดนี้มีมากในประเทศไทย มีคุณสมบัติที่พอสรุปได้ดังนี้ คือ

ข้อดี

- ค่าความทนต่อแรงดึงดีมาก
- ความสามารถในการยืดหดดี
- การทนต่อการขีดข่วนดี
- เเปอร์เซ็นต์ในการรับน้ำหรือดูดซับมีค่าน้อย

ข้อดี

- ยางสังเคราะห์ - เก็บได้นาน
- แก๊สซึมผ่านได้ยาก
- ทนต่อน้ำมันแฉะ และสารเคมี
- ทนความร้อน

ข้อเสีย

- ความยืดหยุ่นตัวน้อย
- ไม่ทนต่อแรงกระแทก
- ฉีกขาดง่าย ไม่เหนียว

จากข้อดีข้อเสียของยางธรรมชาติ กับยางสังเคราะห์จะเห็นได้ว่าคุณสมบัตินั้นจะแตกต่างกัน ดังนั้นในอุตสาหกรรมยางนั้นจึงนำเอายางธรรมชาติมาผสมกับยางสังเคราะห์ เพื่อให้เกิดคุณสมบัติที่ดีขึ้น และดีที่สุดเพื่อใช้ในอุตสาหกรรม

2.12 การศึกษาข้อมูลด้านกรรมวิธีการผลิต

การศึกษาข้อมูลทางด้านกรรมวิธีการผลิตนี้ ผู้วิจัยได้พิจารณาศึกษาเฉพาะกรรมวิธีการผลิตที่คาดว่าจะมีส่วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบเท่านั้น

2.12.1 ข้อมูลเกี่ยวกับการดัดงอท่อโลหะ

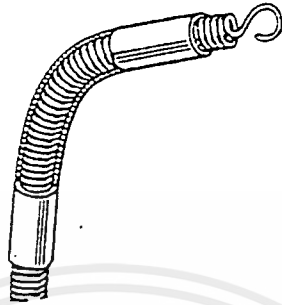
การดัดงอท่อโลหะ คือการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของชิ้นงานโดยที่ไม่เกิดเศษโลหะขึ้นวัสดุทุกชนิดที่ยึดตัวได้ดี จะสามารถเปลี่ยนรูปร่างได้ โดยการดัดงอความยึดตัวจะสูงขึ้น ถ้าส่วนผสมของคาร์บอนยิ่งน้อยลง เหล็กที่มีส่วนผสมของคาร์บอนสูง จะมีความยึดตัวน้อย

เหล็กทำเครื่องมือที่มีส่วนผสมคาร์บอน 1.2 เปอร์เซ็นต์ จะหักทันทีที่ดัดงอการดัดงอท่อ

ท่อที่ทำด้วยเหล็ก ทองแดง ทองเหลือง และโลหะเบาที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางจนถึง 10 ม.ม และความหนาของผนังอย่างน้อย 1 ม.ม. สามารถดัดได้ในสถานที่เย็น โดยต้องบรรจุไส้กลางในการดัดจะไม่เกิดรอยร้าว และไม่มีการเปลี่ยนแปลงพื้นที่หน้าตัดของท่อ แต่ก่อนดัดเราต้องเผาให้เกิดความร้อนและอ่อนตัวเสียก่อน

ท่อที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 10 ม.ม. ขึ้นไป ส่วนมากจะถูกสอดไส้ก่อนดัดท่อที่ทำขึ้นโดยการดึงยึด จะถูกเผาให้อ่อนตัวเสียก่อน ชนิดที่ทำด้วยเหล็ก ทองแดง ทองเหลือง ตลอดจนท่อที่ทำด้วยโลหะผสมของโลหะเบาที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 16 ม.ม. เวลาตัดมักใช้ชดลวดสปริงสอด เพื่อป้องกันมิให้ท่อถูกบีบตรงรอยตัด ชดลวดสปริงที่ใช้พันด้วยลวดซึ่งหนา 1-1.3 ม.ม. ขนาดของลวดต้องให้เหมาะกับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางภายในท่อ ก่อนบรรจุชดลวดเข้าภายในท่อต้องใช้น้ำมันจารบีทาชดลวดก่อน หลังจากการตัดชดลวดสปริงจะถูกดึงออกโดยการหมุนไปตามทิศทางการที่ชด

ท่อตะกั่วหรือท่ออลูมิเนียม ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางถึง 40 ม.ม. สามารถดัดได้ตามขนาดความหนาของผนังท่อในสถานที่เย็น โดยใช้ชดลวดสปริงช่วยในการดัดจะไม่เกิดรอยร้าวตรงผิวท่อ

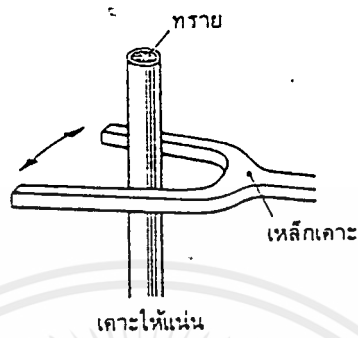


ภาพที่ 12 แสดงการตัดโดยใช้สอหดลดวดสปริง

ท่อเหล็กที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกินกว่า 16 ม.ม. ขึ้นไป จะถูกบรรจด้วขารายก่อนการตัด ทารายที่ใช้บรรจต้องแห้งสนิท และมีเม็ดละเอียดโดยประมาณ 0.5 ม.ม. ขณะบรรจทารายต้องใช้ไม้แงาม หรือด้านข้อเคาะตรงส่วนหนึ่งด้านนอก เพื่อป้องกันมิให้เกิดโพรงภายในท่อ การเคาะนี้จะทำให้ทารายอุดอยู่ในท่อกจนเต็มแน่น หลังจากนั้นจึงถอดปลายท่อด้วยจุกไม้คอร์ก โดยการบีบปลายท่อเข้าหากัน โดยการเชื่อมหรือใช้ฝาเกลียวมิดสำหรับท่อกแก๊ส ท่อที่บรรจทารายส่วนมากถูกตัดในสภานที่ร้อน เชื่อมหรือใช้ฝาเกลียวมิดสำหรับท่อกแก๊ส ท่อที่บรรจทารายส่วนมากตัดในสภานที่ร้อน

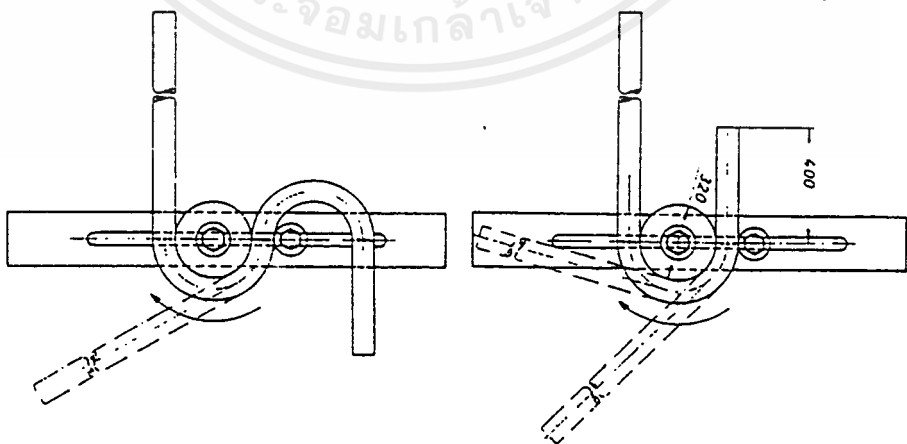
ถ้าหากใช้ ทารายเปียกขึ้นบรรจ เวลาเผาเกิดความร้อนภายในท่อเกิดความดันของไอน้ำสูงพอที่จะดันเอาฝาที่ปิดอยู่ กระเด็นไปถูกผู้อื่นได้รับอันตรายได้สำหรับท่อกที่มีผนังบางที่ทำด้วยทองแดง อลูมิเนียม ก่อนตัดจะถูกเผาให้อ่อนตัวเสียก่อน ส่วนในของท่อจะถูกทำความสะอาดและบรรจด้วขโคไลไฟเนียม ถ้าหากเติมน้ำมันหล่อลื่นลงไป 1-2 เปอร์เซ็นต์จะทำให้มีความเหนียวชั้น 8 ชั้นตรงปลายท่อต้องปิด เช่นเดียวกับการบรรจด้วขาราย

ท่อกที่บรรจด้วขโคไลไฟเนียมต้องตัดในสภานที่เย็นเท่านั้น หลังจากการตัดหนึ่งในท่อกจะถูกเผาให้ร้อนเล็กน้อยเพื่อให้โคไลไฟเนียมไหลออกมา ส่วนที่เหลืออยู่ในท่อกจะถูกล้างด้วขน้ำมันเบนซิน ในการตัดงอท่อโดยใช้บรรจด้วขโคไลไฟเนียมจะได้รอยตัดที่สะอาดเรียบร้อย (หมายเหตุ โคไลไฟเนียมคือชั้นสนซึ่งเป็นส่วนเหลือจากการกลั่นน้ำมันสน)



ภาพที่ 13 แสดงการตัดโดยใช้ทราายบรรจุในท่อ

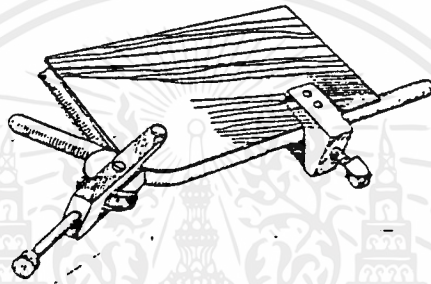
เพื่อป้องกันไม่ให้ผิวของท่อตอนส่วนโค้งด้านนอกต้องรับแรงดึงมากเกินไปซึ่งอาจทำให้เกิดการแตกปริในขณะตัดท่อ เราจะต้องเลือกใช้รัศมีขอบโค้งให้เหมาะสมกับขนาดของเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อและชนิดของวัสดุที่ใช้ทำท่อ ท่อที่ทำด้วยเหล็กอ่อน ทองแดง และทองเหลืองจะมีรัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุด เป็นเท่าหนึ่งหรือเท่าครึ่งถึงสี่เท่าของเส้นผ่าศูนย์กลาง ท่อเหล็กที่ใช้งานหลายๆ จะใช้ตัดตามแบบที่ทำด้วยลวด



ภาพที่ 14 แสดงรัศมีขอบโค้งสำหรับท่อที่ได้จากการดึงยึด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ท่อโค้งที่จะต้องมีรัศมีโค้งตัด หรือรูปร่างตามที่กำหนดไว้ จะถูกตัดใช้แบบตัดหรือใช้ เครื่องตัดท่อตัดได้รูปร่างถูกต้องแค่ไหน จะใช้ตรวจดูได้โดยใช้แผนโลหะที่ตัดเป็นรูปโค้งตามดู



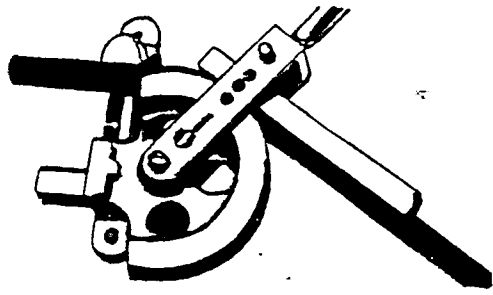
ภาพที่ 15 แสดงการตัดท่อโดยใช้แม่แบบตัด

ในขณะที่ตัดท่อ หากผนังส่วนเกินเกิดบวมขึ้นมา อาจแก้ไขได้โดยการนำลูกเหล็ก ซึ่งมีขนาด เท่ากับเส้นผ่าศูนย์กลางภายในของท่อที่ใส่ลงไปในท่อ และดันให้ผ่านส่วนที่บวม สำหรับท่อที่ตรงเรา จะใช้แกนกระทุ้งให้ลูกเหล็กผ่านส่วนที่บวม แต่ถ้าหากท่อโค้ง จะต้องใช้ลูกเหล็กที่มีขนาดเล็กกว่า จำนวน 2 ลูกหรือมากกว่านั้น ใส่ลงไปในท่อแล้วใช้วิธีเขย่า น้ำหนักของลูกเหล็กเล็กๆ เหล่านี้จะ ช่วยกระทุ้งให้ลูกเหล็กที่ใหญ่ผ่านบริเวณที่บวม

เครื่องตัด

สามารถตัดท่อแก๊สที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางจนถึง 2 นิ้ว ในสภาพที่เย็นได้โดยไม่ต้องมีการสอดไส้ และท่อที่มีผนังบางก็สามารถตัดได้เช่นกันในการนี้ เราใช้แบบตัดที่ทำด้วยไม้หรือเหล็ก

ในการตัดจะใช้แกนซึ่งมีขนาดพอดีกับความกว้างของท่อ และความยาวประมาณ 50 ม.ม. เลื่อนไปมาในท่อ เพื่อใช้กับบริเวณที่จะตัดไว้ไม่ให้บวมแกนนี้จะช่วยป้องกันไม่ให้เกิดรอยสนหรือ ทำให้ขนาดของท่อเปลี่ยนแปลงไป



ภาพที่ 16 แสดงการตัดท่อโดยการใช้อุปกรณ์ตัด

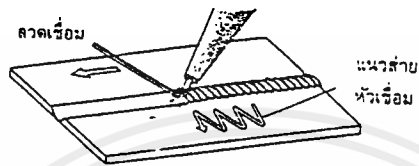
ตารางที่ 9 แสดงค่ารัศมีขอบโค้งที่เล็กที่สุดที่จะใช้ในกาตัดท่อ

เส้นผ่าศูนย์กลาง (ม.ม.)	รัศมีส่วนโค้งภายในท่อ (ม.ม.)				
	เหล็ก	ทองแดง	ทองเหลือง	อลูมิเนียม	โลหะผสม
6	5	5	15	10	15
8	10	10	15	15	20
10	10	10	15	20	25
12	15	10	20	20	25
14	15	15	20	25	30
15	15	15	20	30	35
16	15	15	20	30	40
18	20	15	25	35	50
20	20	15	25	40	60
22	25	20	30	45	70
25	25	20	35	60	80
30	30	30	40	75	110
35	45	40	50	80	135
40	60	40	50	105	160

(หมายเหตุ : สำหรับท่อที่มีผนังบางกว่า 1 มม. จะต้องเลือกใช้ค่าถัดไป ค่าที่กำหนดไว้

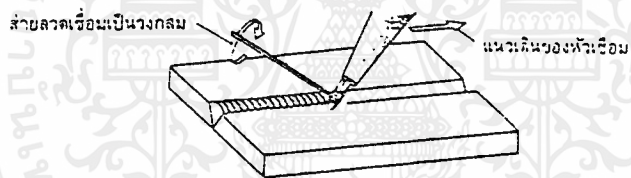
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ในตารางจะบอกถึงรัศมีส่วนโค้งภายในท่อ) อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความหนาถึง 3 mm แสดงการส่ายหัวเชื่อม



เชื่อมแบบ forehand

ความหนาถึง 3 mm แสดงการส่ายลวดเชื่อม



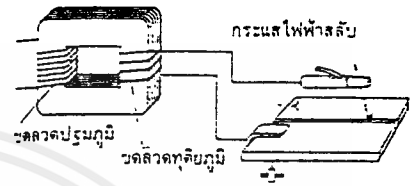
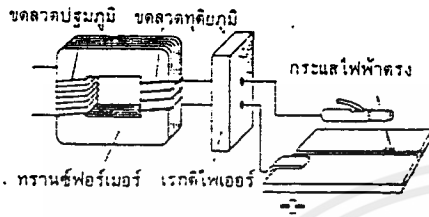
เชื่อมแบบ backhand

ภาพที่ 17 การเชื่อมแบบ forehand และแบบ backhand
วิธีการเชื่อมด้วยเปลวก๊าซ

งานเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า

ตารางที่ 10 ตัวอย่างเครื่องเชื่อมโลหะแผ่นด้วยไฟฟ้า

ชนิดของเครื่องเชื่อม	ชนิดของกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่อง	ข้อดีของเครื่อง	ข้อเสียของเครื่อง
เครื่องเชื่อมแบบทรานซ์เฟอร์เมอร์	กระแสไฟฟ้าสลับ	<ul style="list-style-type: none"> - มีอุปกรณ์น้อย - ใช้กระแสไฟน้อย 	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์ได้ไม่ทุกชนิด
เครื่องเชื่อมแบบใช้เรกติไฟเออร์	กระแสไฟฟ้าตรง	<ul style="list-style-type: none"> - ใช้กับอิเล็กทรอนิกส์ได้ทุกชนิด 	<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์มีราคาแพง
เครื่องเชื่อมแบบเครื่องกำเนิดไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้าตรง		<ul style="list-style-type: none"> - อุปกรณ์มีราคาแพง - มีค่าบำรุงรักษาสูงได้ทุกชนิด - มีการสูญเสียขณะเดินเครื่องตัวเปล่าสูง



ภาพที่ 18 เครื่องเชื่อมแบบไดเรกตีไฟเออร์

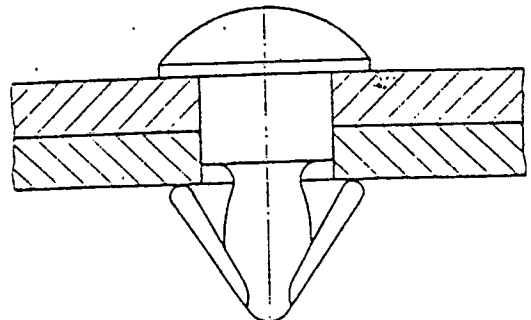
ภาพที่ 19 เครื่องเชื่อมแบบทรานซ์ฟอร์เมอร์

2.13 การยึดและยึดพลาสติกด้วยสกรู

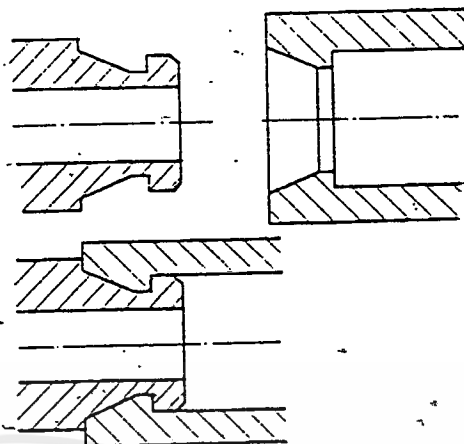
สกรู ข้อต่อยึดลักษณะต่างๆ จะผลิตด้วย พลาสติกโพลีเอไมด์ (PA) พลาสติกโพลีอะซีตอล (POM) ส่วนเดือยและสแนม (snap) นั้นจะผลิตจากพลาสติก เช่น โคลไพลเมอร์ของโพรไพลีน โคลไพลเมอร์ของโพลีเอทิลีนออกไซด์และอื่นๆ การยึดนี้ส่วนใหญ่จะทำการยึดวัสดุชนิดอื่นควรจะใช้หมุดที่มีความอ่อน เช่น ทองแดง ทองเหลือง และอลูมิเนียม

ในการยึดแบบสแนม (snap) จะเหมาะด้วยสำหรับการยึดพลาสติกชนิดเหนียวและยึดหยุ่น

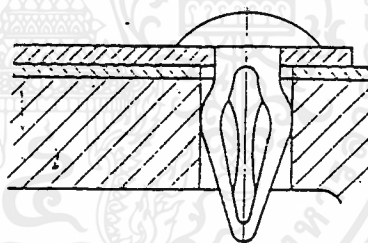
การยึดชิ้นงานพลาสติก 2 ชิ้นด้วยหมุดล็อก



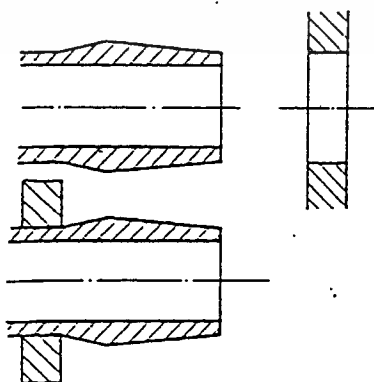
การยึดชิ้นงานแบบถอดไม่ได้แบบใช้เดือย
 ล็อก รูปบนก่อนการประกอบยึด รูปล่าง
 หลังจากประกอบยึดแล้ว



การใช้หมุดล็อกชิ้นงานพลาสติก



การยึดชิ้นงานแบบถอดไม่ได้ รูปบน
 ชิ้นงาน 2 ชิ้น ก่อนการยึดประกอบ
 รูปล่าง ชิ้นงานหลังประกอบยึดแล้ว

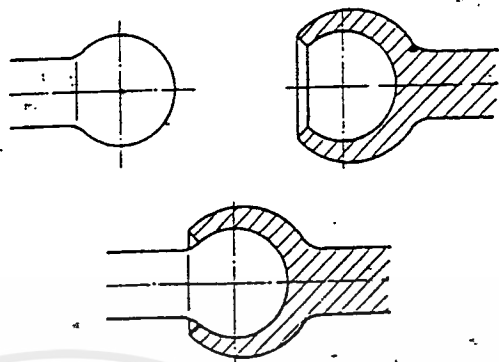


การยึดชิ้นงานแบบทรงกลม (snap)

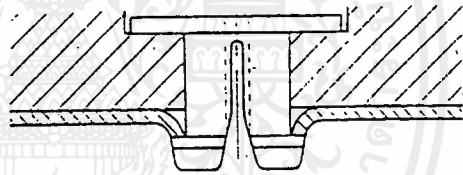
รูปบน ชิ้นงาน 2 ชิ้น ก่อนการยึด

ประกอบ รูปล่าง ชิ้นงานหลังการสวม

ยึดประกอบด้วย



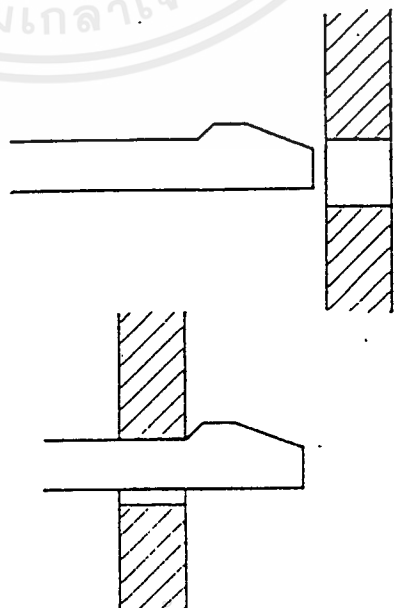
การยึดชิ้นงานด้วยหมุดล็อกหัวฝัง



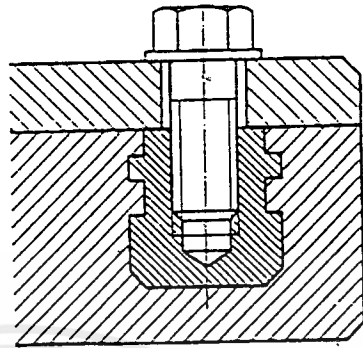
การสวมยึดด้วยลิ้นเดือย รูปบน ก่อน

การสวมยึดเข้าด้วยกัน รูปล่าง หลัง

จากการสวมยึดเข้าด้วยกัน



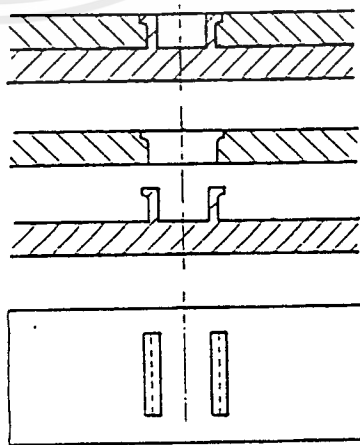
วิธีการหล่อแบบดัดกึ่งหุ้มเกลียวเพื่อให้ยึดกับชิ้นงานอื่นได้



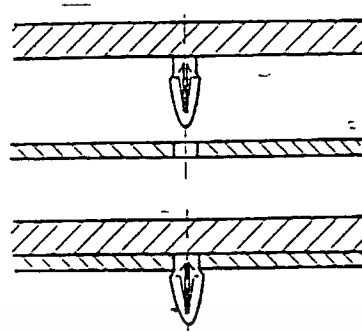
วิธีการยึดชิ้นงานด้วยสลักเกลียวปล่อย



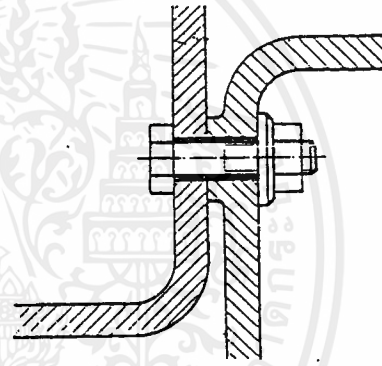
วิธีการยึดชิ้นงานแบบเดือยล็อก



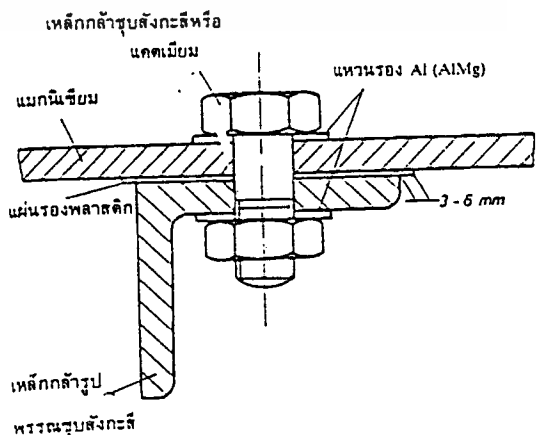
วิธีการยึดชิ้นงานแบบเดือยล็อก



ชิ้นงานพลาสติกที่ยึดติดกับชิ้นงานโลหะ
จะต้องมีแหวนรองใด ๆ รองด้านชิ้นงาน
ที่เป็นพลาสติกเสมอ



ในการประกอบชิ้นงานที่ทำจากวัสดุ
ต่างชนิดกันจะทำให้เกิดการกัดกร่อน
(แรงเคลื่อนไฟฟ้าเคมีต่างศูนย์ของ
แต่ละวัสดุ) ตัวอย่างที่แสดงนี้มีชิ้นงาน
อื่นรองเสริมป้องกันไว้



2.14 การเคลือบผิววัสดุ

โครเมียมเป็นโลหะที่มีสีขาวนวล สุกใส ไม่ขุ่นมัว ไม่ต้องขัดถูบ่อย ๆ มีความมิดต่ำ แข็ง มีจุดหลอมตัวสูงที่ 1615 องศาเซลเซียส สัญลักษณ์ (Cr) เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี และไม่เป็นสลิม ประโยชน์ของโครเมียม คือ นำไปผสมกับโลหะอื่น ๆ ในอุตสาหกรรมหล่อหลอมโลหะ และใช้ชุบ เคลือบบนผิวโลหะอื่น เพื่อป้องกันไม่ให้โลหะนั้น ๆ เกิดสนิมและขุ่นมัว การชุบโครเมียมในปัจจุบัน แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1. การชุบโครเมียมชนิดบางหรือชุบเพื่อความสวยงาม (DECORATIVE CHROMIUM) การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมายป้องกันไม่ให้โลหะอื่นเป็นสนิม และให้ความสวยงามทนต่อการเสียดสี และทนต่อการถูกร่อน

2. การชุบโครเมียมชนิดหนา ซึ่งเรียกว่า HARD CHROMIUM หรือ HARD CHROME การชุบชนิดนี้มีจุดมุ่งหมาย เพื่อเพิ่มความหนาในผิวของโลหะนั้น ๆ เช่น ชิ้นส่วนของเครื่องมือ เครื่องจักรที่สึกหรอไป เพราะการปฏิบัติงาน ถ้านำมาชุบโครเมียมให้หนาขึ้นและนำไปเจียรไน ก็จะสามารถนำไปใช้งานได้ดีเหมือนเดิม

ขั้นตอนในการชุบโครเมียม

การชุบโครเมียมเหล็ก

- ชัดชิ้นงาน เรียบ
- ล้างชิ้นงานด้วยไตรคลอโรเอทิลีนหรือต้มชิ้นงานในน้ำยา
- ล้างด้วยไฟฟ้า ใช้งานเป็นขั้วบวก
- ล้างน้ำสะอาด
- จุ่มกรดกำมะถัน 10% โดยน้ำหนักหรือจุ่มกรดเกลือ 10-30% โดยปริมาตร
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลกึ่งเงา หรือชุบมืองแดงต่าง และทอมแดงเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบนิเกิลเงา
- ล้างน้ำสะอาด
- ชุบโครเมียม
- จุ่มถัง DRAG OUT
- ทำให้เป็นกลางโดยจุ่มในด่างอ่อน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ล้างน้ำสะอาด
- อบแห้ง

หมายเหตุ : ถัง DRAG OUT เป็นถังน้ำบริสุทธิ์ ใช้เก็บน้ำยาที่ติดมากับชิ้นงานและสามารถ
เทวน้ำยานี้กลับไปยังถังโครเมียมได้อีก

การพ่นสีเหล็ก

ขั้นตอนในการพ่นสีเหล็ก

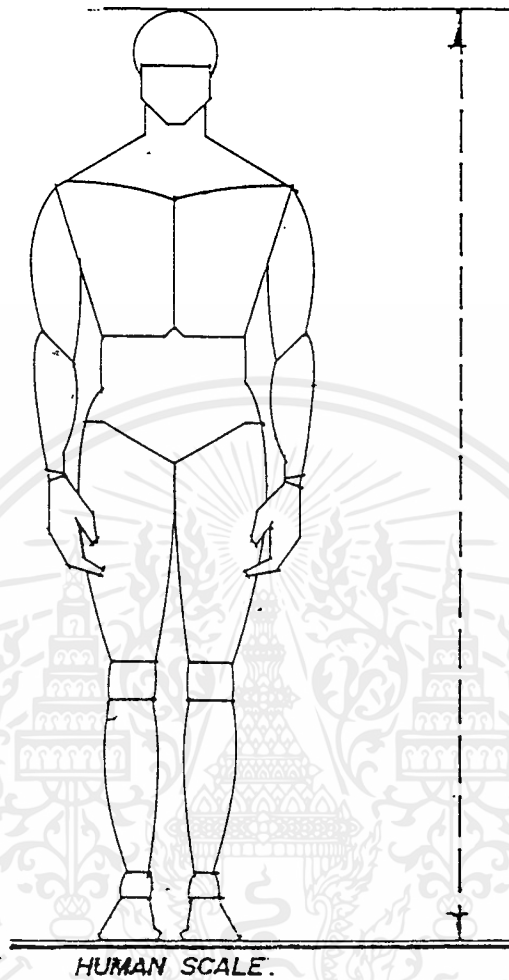
1. ชัดชิ้นงานให้เรียบร้อยกระดาษทราย
2. ล้างด้วยน้ำสะอาด
3. ใช้ผ้าเช็ดให้แห้ง
4. พ่นสีให้ระยะห่างชิ้นงานพอประมาณ พ่นให้บาง ๆ
5. ทิ้งไว้ให้แห้ง
6. พ่นสีทับลงไปอีก 1 ชั้น
7. ทิ้งไว้ให้แห้ง
8. พ่นสีทับลงไปอีก 1-2 ครั้ง
9. ทิ้งไว้ให้แห้ง
10. ใช้ผ้าแห้ง เช็ดส่วนสกปรกออกก็เป็นอันเสร็จ

2.15 ข้อมูลทางด้านสรีระศาสตร์

ตารางที่ 11 แสดงตัวเลขอัตราส่วนระหว่างมิติส่วนต่าง ๆ ของร่างกายต่อความสูงยืน และ มิติวิกฤต (Critical Body Dimension)

หมายเลข	มิติส่วนต่าง ๆ 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	ความสูงจากที่นั่งถึงตอแขนของ ขาอ่อน	0.082	12.16	13.16	14.20
11	ความสูงจากที่นั่งถึงตอแขนของเข้า	0.303	44.93	48.66	52.50
12	ระยะจากหน้าท้องถึงเข้า	0.223	33.07	35.81	38.63
13	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอแขน	0.254	37.66	40.79	44.01
14	ระยะจากก้นถึงระดับน่องตอแขน	0.218	32.32	35.01	37.77
15	ระยะจากก้นถึงเข้า	0.329	48.79	52.83	57.00
16	ความยาวของขาที่นั่ง	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	ความกว้างระหว่างข้อศอก	0.262	38.85	42.13	45.37
21	ความกว้างของไหล่	0.253	37.51	40.63	43.83

"ข้อมูลสัดส่วนคนไทย" เอกสารฝ่ายวิจัยการก่อสร้าง เล่มที่ 1 สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์

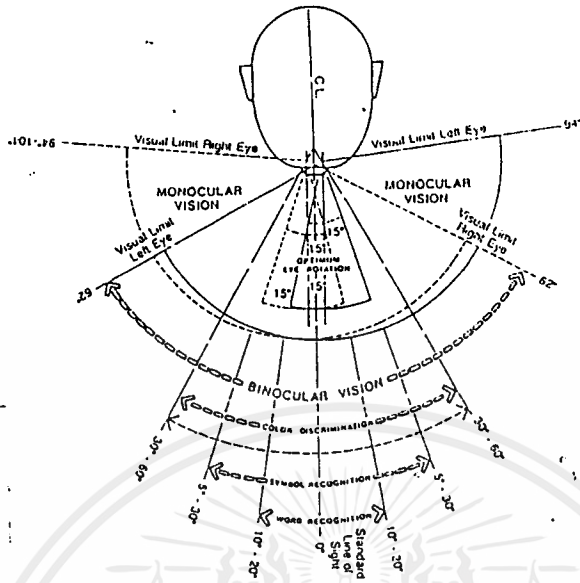


ภาพที่ 20 แสดงสัดส่วนความสูงยืน

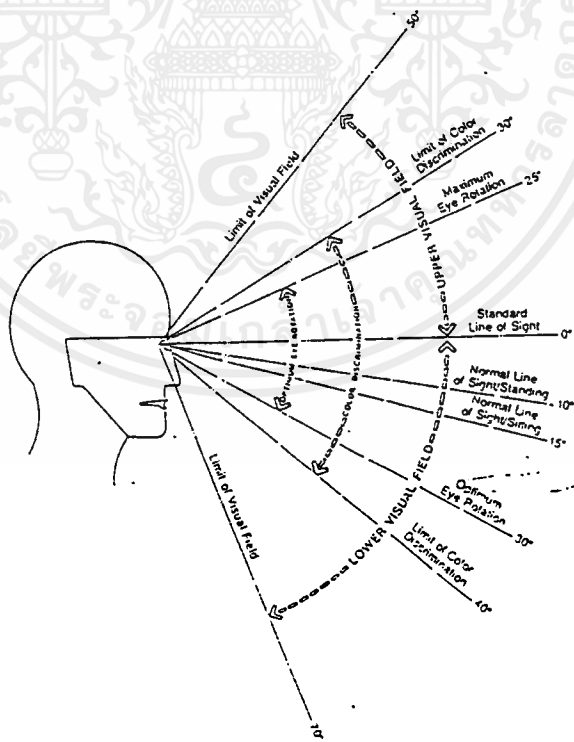
ตารางที่ 12 แสดงค่าตัวเลขความสูงยืนในการปฏิบัติงาน

อายุ	ความสูง (เซ็นติเมตร)		
	ต่ำสุด	เฉลี่ย	สูงสุด
25-34	148.30	170.27	160.60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

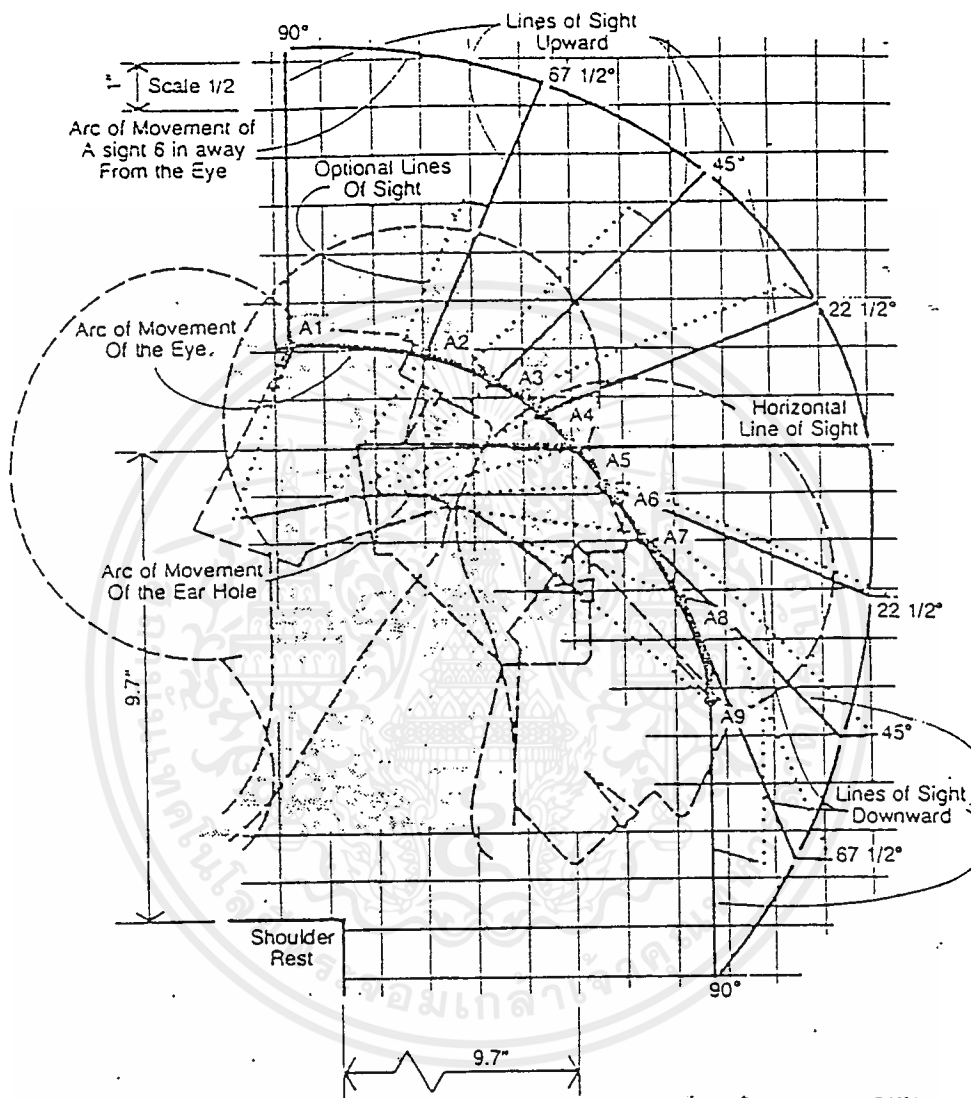


ภาพที่ 21 แสดงมุมมองสายตาในแนวนอน



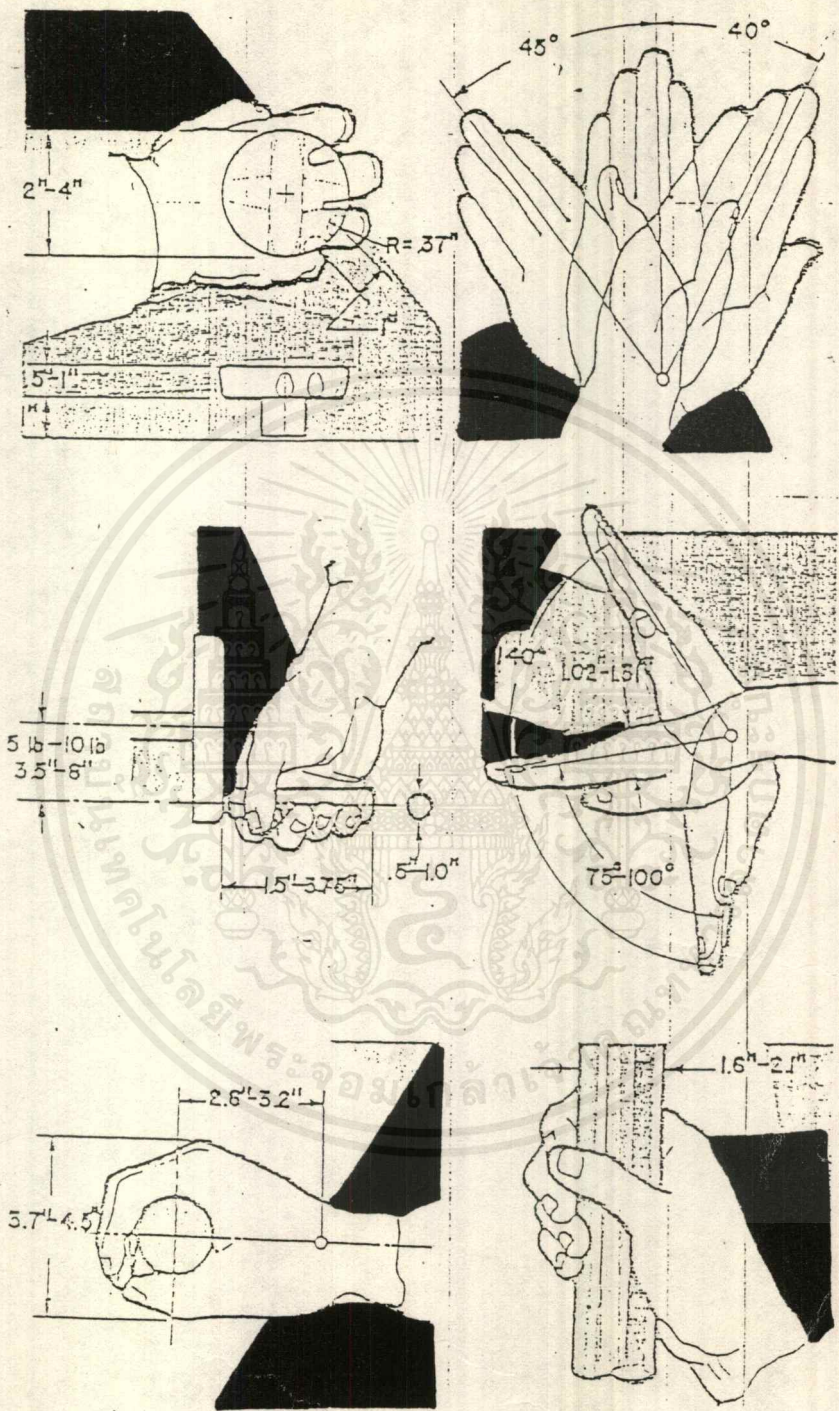
ภาพที่ 22 แสดงมุมของสายตาในแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 แสดงการเคลื่อนไหวของศีรษะและตาในแนวระนาบเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 แสดง Ergo-Gonomic ของมือในลักษณะการจับ รูปแบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 จิตวิทยาการใช้สี

ทฤษฎีสี

ทฤษฎีสีเราแบ่งออกเป็น 3 สี คือ

1. สีแดง (Red)
2. สีเหลือง (Yellow)
3. สีน้ำเงิน (Blue)

เมื่อผสมแม่สีทั้งสามสีจะทำให้เกิดสีใหม่ขึ้น เมื่อนำมาเรียงกันเป็นวงจรโดยอาศัยหลัก

ทฤษฎีสีของ Munsell แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. สีร้อน (Warm Tone)
2. สีเย็น (Cool Tone)

สีร้อน

คือสีที่ดึงดูดความรู้สึก (Advancing Coloured) มีความสะดุดตาเมื่อมองไกลๆ เป็นสีที่มีความกระชุ่มกระชวย

สีเย็น

คือสีที่ไม่ดึงดูดความรู้สึก ไม่สะดุดตา ให้ความรู้สึกสบายตา สามารถมองได้นาน ๆ โดยไม่ระคายเคืองตา

การเลือกสีของผลิตภัณฑ์

นอกจากต้องการความสวยงามแล้ว สียังมีผลในการทำให้เกิดความรู้สึกทางด้านอื่น ซึ่งเป็นผลต่อการให้ผลิตภัณฑ์อยู่มาก

การใช้สีเพื่อการออกแบบ

การใช้สีในการตกแต่งผิวภายนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชัดเจนใจ สำหรับการขายและความชอบนั้นๆ ส่วนใหญ่ผู้มีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิดสีการแต่งผิวเพื่อชักนำใ้เมื่อนำให้เกิดผลทั้งการขาย ความสะดุดตา และความหมายความงามทั้งหมดแล้ว โดยประโยชน์ของสีก็ยิ่งแยกได้ประโยชน์หลายชนิดอาจมีทั้ง สีกันสนิม กันน้ำ หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอกสำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องการความงามในการตกแต่งแล้ว สียังเป็นสัญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงาน หรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในด้านประโยชน์แต่ละอย่างด้วย โดยมีการกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึก และกำหนดจากมาตรฐานสากล เพื่อป้องกันสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอยนอกเหนือ

จากผลิตภัณฑ์ตกแต่งซึ่งอาจใช้สีก็ได้ก็ตามความต้องการของผู้ออกแบบและความนิยมของตลาด แต่สำหรับผลิตภัณฑ์เพื่อใช้ด้านประโยชน์ใช้สอยรวมถึงเครื่องจักรต่าง ๆ ซึ่งอาจมีอันตรายหรือเตือนไว้ เช่น เครื่องจักร เคลื่อนที่ช้า

เช่น เครื่องรถบรรทุกหรือสก็ูเตอร์ ควรใช้สีเหลืองเทาหรืออาจเป็นสีเหลืองบริเวมท้ายหรือกันชน และสีเหลืองยังให้ความรู้สึกเบาสะอาด รวมถึงการขอลีโก้ทำได้ง่าย ตัวอย่างเช่น รถโรงเรียนตามมาตรฐานสากลนั้น มักใช้สีในกลุ่มสีแดง และสีเหลือง

เครื่องจักรทางไฟฟ้า อาจใช้สีกลางเป็นสีน้ำเงิน โดยใช้สีผิวภายในเป็นสีแดง เพื่อเตือนถึงอันตรายหรือบริเวณที่มีกระแสไฟฟ้าสูง หรือใช้สีแดงเตือนไว้เช่นกันสำหรับเครื่องมือในการรักษานาฬิกา กล้องหรือสีแสดงต่างๆ ให้ใช้ภาษาทาสีเขียวพื้นสีขาว เป็นต้น

เทคนิคใช้สี (Colour Techique)

1. สีกับรูปร่าง (Colour in Relation to Form)
2. สีกับผิว (Colour and Texture)
3. สีกับวัสดุ (Colour and Material)
4. การกำหนดสี (Colour Specification)

1. สีกับรูปร่าง (Colour in Relation to Form)

สีกับรูปร่างมีความสัมพันธ์กันอย่างใกล้ชิด สีชนิดเดียวกันกับของที่มีรูปร่างต่างกัน จะแตกต่างกัน แต่ทรงกลมหรือกลมจะมีสีเข้มเพราะสามารถสะท้อนแสงได้ดีทำให้จุดที่สะท้อนกับจุดที่อยู่หลังกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่หลังตัดกันอย่างแรง จึงทำให้สีที่อยู่ตอนหลังเข้มกว่า

2. สีกับผิว (Colour and Texture)

ผลิตภัณฑ์ที่มีสีขรุขระ หรือผลิตภัณฑ์ที่มีจุด หรือรูปพื้นผิว หากไม่ต้องการให้เห็นง่าย ๆ ให้ใช้สีดำหรืออ่อน พวกเครื่องจักรที่มีความต้องการให้เคลื่อนไหวไม่ควรรใช้สีมันเพราะจะทำให้ระคายสาธา ทำงานไม่สะดวก

การพยายามใช้วัสดุบางอย่างลอกเลียนให้เหมือนของบางอย่าง เช่น ทำพลาสติกให้ได้เป็นลาวยไม้ ควรหลีกเลี่ยงจะใช้วัสดุตามความเป็นจริง

3. สีกับวัสดุ (colour and Material)

วัสดุที่เกี่ยวข้องกับสี คือ

- ก. สีต่าง ๆ แลคเกอร์ และเคลือบ (Plants, Lacquers, and Enamels)
- ข. โลหะ (Material Colours) พวกชุบโครเมียม นิกเกิล ชุบอลูมิเนียม

แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เครื่องพิมพ์ดีด เครื่องอัดสำเนา เครื่องโรเนียว สีดำหรือเทา เมื่อใช้สีที่สะอาดแล้ว ผู้ใช้ของนั้นก็พยายามทำให้สะอาดตามไปด้วย การเลือกใช้สีบางครั้งต้องพิจารณาถึงภาวะเศรษฐกิจด้วย ตัวอย่างเช่น สมัยเมื่อเศรษฐกิจตกต่ำ รถยนต์ส่วนมากมักจะใช้สีดำและเทา ครั้งเศรษฐกิจค่อยฟื้นตัวขึ้นจึงใช้สีดูฉูดฉาดกันใหม่

4. การกำหนดสี (Colour Specification)

การออกแบบต้องกำหนดสี และในเมื่องานเสร็จเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ขาดไม่ได้คือ การกำหนดชนิดสีที่ต้องการบนแผ่นสีเหลี่ยมเป็นตัวอย่าง บางครั้งนักออกแบบต้องติดตามควบคุมการใช้สีในการผลิตครั้งแรก เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการ

ความสัมพันธ์ของสีต่อผลิตภัณฑ์

1. ขนาด (Size)

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

2. น้ำหนัก (Weight)

- 2.1 สีอ่อนและสีร้อน (Warm Balur) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูเบา
- 2.2 สีเข้มและสีเย็น (Cool Colour) ทำให้ผลิตภัณฑ์ดูหนัก

3. ความแข็งแรง (Strenght)

- 3.1 สีร้อน ทำให้ความรู้สึกแข็งแรง
- 3.2 สีเย็น ทำให้ความรู้สึกแข็งแรงน้อย

4. อุณหภูมิ (Temperature)

- 4.1 สีร้อน ให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ
- 4.2 สีเย็น ให้ความรู้สึกสดชื่น สงบเยือกเย็น สบายใจ

5. ความสะอาด (Cleaness)

- 5.1 สีขาว เป็นสีที่ให้ความรู้สึกสะอาดที่สุด
- 5.2 สีอ่อน เช่น สีงาช้าง (Ivory) สีเหลืองอ่อน (Pale Warm Yellow)

สำหรับเครื่องจักรเครื่องมือ

การตกแต่งผิวภายนอกเพื่อให้เกิดความสวยงามตามลักษณะของสุนทรียภาพ และเพื่อชักจูงใจสำหรับการขาย และความชอบนั้น ส่วนใหญ่มีการตกแต่งผลิตภัณฑ์ทุกชนิด หรือแต่ละชนิดด้วยสี การตกแต่งผิวเพื่อนำไปมอบให้ให้เกิดผลทั้งทางการขาย ความสะอาด และความสวยงามทั้งหลายแล้ว โดยประโยชน์ของสีเองก็ยังสามารถได้ประโยชน์หลายชนิด อาจจะมีทั้งสีกันสนิม กันน้ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือต่อต้านภาวะการทำลายจากภายนอก สำหรับวัตถุหรือผลิตภัณฑ์นั้นๆ ด้วย

แต่การที่จะตกแต่งสีสำหรับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิด นอกจากผลิตภัณฑ์จะต้องการความงามในแง่ตกแต่งแล้ว สียังเป็นสัญลักษณ์บอกถึงเป้าหมายสำหรับบอกการทำงาน หรือเตือนใจสำหรับผลิตภัณฑ์ในประโยชน์ใช้สอยแต่ละอย่างด้วย โดยมีข้อกำหนดความหมายของสีจากความรู้สึกและการกำหนดจากมาตรฐานสากล เพื่อป้องกันสำหรับผลิตภัณฑ์ใช้งานตามประโยชน์ใช้สอยรวมถึงอิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

ตารางที่ 13 แสดงการสะท้อนของแสง

สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ	สี	สะท้อนแสงได้ร้อยละ
ขาว	80-90	ฟ้า	35-50
งาช้าง	70-80	เขียวอ่อน	25-50
ครีม	65-75	เขียวแก่	15-25
ชมพูอมม่วง	60-65	เขียวทชก	41.0
ชมพู	40-70	น้ำเงินแก่	10-20
เนื้อ	56.0	น้ำเงินอ่อน	45.5
เหลือง	65.0	น้ำตาล	8-12
เทา	35-50	แดงเข้ม	7.0
เทาอ่อน	53-60	ดำ	2-5

อิทธิพลของสีที่มีต่อความรู้สึก

อันที่จริง อิทธิพลของสีที่กระทบจิตใจของเราจะรู้สึกไม่เหมือนกันทุกคน ทั้งนี้เพราะบางคนพอใจอีกสีหนึ่ง ในขณะที่อีกคนหนึ่งชอบสีที่เราเกลียด ข้อนี้นี้เป็นผลมาแต่เหตุต่างๆ กัน เช่น คนที่เคยประสบไฟไหม้มาแล้วจนฝังใจแต่ได้มา จะทนดูสีแดงไม่ได้ หรือบางคนได้รับความประทับใจจากธรรมชาติ และชอบสีเขียวมากกว่าสิ่งใดๆ ซึ่งแต่ละคนจะมีความชอบแตกต่างกันออกไป เพราะฉะนั้น จะต้องทราบถึงความพอใจในสีของเขาแต่ละบุคคลต่าง ๆ ควบคู่กับความรู้ในเรื่องของสีของผู้ออกแบบเองด้วย

ต่อไปนี้เป็นลักษณะของสีที่เกี่ยวกับความรู้สึก โดยแบ่งออกเป็นสกุลใหญ่ๆ คือ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- สีแดง จัดอยู่ในพวกสีร้อน ไม่เพียงแต่จะให้ความรู้สึกตื่นเต้น ใฝ่ใจ ในทางโง่ เรียบถือว่าเป็นสิ่งที่เกี่ยวข้องกับอันตราย เป็นสีต้องห้าม การระมัดระวัง การใช้สีพวกสกุลสีแดงเพียงเล็กน้อยอาจทำให้ผลิตรถที่เด่นขึ้นมาได้ แต่ถ้าใช้มากเกินไปจะทำให้สีสด ก็จะมีผลทางจิตวิทยาได้ เช่นเดียวกัน คือ เป็นภัยทางด้านจิตวิทยา เช่น ทำให้รู้สึกปวดศีรษะ และตาลายได้ แม้ว่าจะใช้อย่างถูกต้อง และอย่างละเอียดละออก็ตามที่ เช่น โคมแดงในห้องอัดรูป

สีแดงให้ความรู้สึกที่มีมั่นคงสมบูรณ์ ความสวย ความสุข ความหวาน ความอบอุ่น ใฝ่ใจ

- สีส้ม เป็นสีสดใสมองเห็นได้แต่ไกล แสดงความรู้สึกเตือนอยู่ตลอดเวลาเมื่อใช้กับผลิตภัณฑ์ ทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด ดูเบาขึ้น

- สีเหลือง เป็นสีที่อยู่ได้ 2 วรรณะ คือ สามารถเป็นได้ทั้งสีร้อน และสีเย็น แต่ขึ้นอยู่กับความเข้ม และแข็งแรง (Chrome) ของสี สีเหลือง โดยทั่วไปทำให้เกิดความสดชื่น ว่างใจ สดใส สีเหลืองอ่อนทำให้เกิดความรู้สึกสะอาด มีความสว่าง แต่ถ้ามีความเข้มของสีมากเกินไป จะทำให้สมองเกิดความรู้สึกหงุดหงิดได้ สีเหลืองที่ใกล้เคียงกับสีส้มจะคล้ายกับของเล่นทางวิทยาศาสตร์สมัยใหม่และคล้ายกับของเทียม

สีเหลืองนวล (Butter Yellow) ทำให้ผลิตรถที่สว่างขึ้น

สีเหลืองเขียว (Yellow Green) ชาญในเรื่องเกี่ยวกับด้านของความเย็นอย่างไรก็ตามสีเหลืองทำให้ดูสกปรกง่าย แต่ถ้า Brake สีเล็กน้อย ก็จะทำให้ชวยได้บ้างและขึ้นอยู่วัสดุที่ใช้ด้วย

สีเหลืองให้ความรู้สึกเบร็ชว ว่างใจ ดีใจ มีอำนาจความมั่นคง

- สีม่วง เป็นสีที่อยู่ได้ทั้ง 2 วรรณะเหมือนกับสีเหลือง โดยทั่วไปให้ความรู้สึกเศร้า ทำให้วังง บางครั้งอาจแสดงว่าเป็นสีแห่งความเศร้า ลึกลับ แต่มีสีม่วงมีลักษณะของความสง่างาม ทำให้ดูมีค่า เช่น สีม่วงอ่อน

สีม่วงทำให้รู้สึกเศร้า เหงา ลึกลับ สง่างาม มีค่า

- สีน้ำเงิน Blue จัดอยู่ในพวกสีเย็น สีน้ำเงินเข้มทำให้ความรู้สึกสงบ ลึกลับ ทำให้เกิดสมาธิ เป็นสีที่บ่งบอกถึงความสุภาพ ถ่อมตน เยือกเย็น ความหนักแน่น สีน้ำเงินอ่อน เช่น สีน้ำทะเล หรือสีฟ้า จะมีความสดใส ถ้าอมสีเขียวเล็กน้อย สามารถให้ความรู้สึกตื่นเต้น เช่น แสงของโพล การเนยหางของนกยูง เป็นสิ่งซึ่งมีเสน่ห์งดงาม

- สีเขียว ให้ความรู้สึกสดใส สดชื่น กระชุ่มกระชวย ให้นักสายตาได้ สบายไม้ หรือสีเขียวเข้ม ใช้ได้กับการเน้นส่วนพื้นฐาน แสดงความสงบเสงี่ยม แสดงความมีฐานะมั่นคง

- สีน้ำตาล จัดอยู่ในพวกสีอุ่น เป็นสีที่ให้ความรู้สึกแห้งแล้ง ไม่ให้ความรู้สึกผ่อนคลาย ถ้าใช้โดยเดี๋ยวจะทำให้งานเกิดความรู้สึกสลดหดหู่ใจ

- สีเทา ให้ความรู้สึกภูมิฐาน เคร่งขรึม สุภาพเรียบร้อย เป็นผู้ดีใช้ในเนื้อที่กว้างๆ ลดความเบาของสีขาว และความลึกกลับของสีดำ สามารถใช้เป็นสีกลางได้ทุกสี เพราะสามารถทำให้เกิดความกลมกลืนระหว่างสีอื่นๆ ได้แล้วสบายตา

- สีดำ โดยปกติสีดำเป็นสีที่ให้ความรู้สึกหดหู่ ลึกลับ ให้ความรู้สึกหนักแต่มั่นคง การที่ใช้สีดำสลับสีขาวให้ใช้ร่วมกับสีอื่น จะทำให้เกิดความกระปรี้กระเปร่ามีชีวิตชีวา ถ้าใช้สีดำกับผลิตภัณฑ์ที่มีความแข็งแรง และไม่สกปรก

- สีขาว ให้ความรู้สึกสะอาดบริสุทธิ์ ถ้าใช้โดยเดี๋ยวจะให้ความรู้สึกเย็น สามารถใช้เป็นสีของฐาน หรือที่อยู่ต่ำกว่า เพื่อเน้นให้เด่น

สีที่กล่าวมานี้เป็นสีด้านความงาม ที่เราตกแต่งลงบนผิววัสดุ แต่ยังมีสีที่ควรรู้อีกนั้น คือ สีของวัสดุต่าง ๆ ในการให้ความรู้สึกของมันอีกมาก เช่น สีของอลูมิเนียม จะออกเป็นสีเทาสำหรับสีเทาขาวและดำ จะจัดเป็นสีที่เรียกว่า "สีเอกรงค์" ไม่ควรใช้ร่วมกัน ระหว่างแม่สี (สีเหลือง แดง น้ำเงิน)

ข้อแนะนำในการใช้สี

1. การใช้สีคล้อยไปกับสิ่งแวดล้อม ผู้ใช้สีจะต้องคิดว่าสีที่ใช้เห็น กลมกลืนหรือแตกต่าง (Contrast) กับสิ่งแวดล้อม เช่น ภูมิประเทศ ดินฟ้าอากาศ อาคารบ้านเรือนข้างเคียง เป็นต้น ถ้าใช้สีเหมือนธรรมชาติมากเกินไปทำให้มองไม่เห็นเด่นออกมา และถ้าหากใช้สีแตกต่างกับสีธรรมชาติมากเกินไปทำให้เกิดความไม่น่าดูไปได้ ตัวอย่างเช่น อาคารที่อยู่ในชนบทควรรู้สีเป็นสีที่คล้ายเช่นเดียวกับท้องฟ้า แต่อาจเน้นให้สดใสขึ้นได้ เช่น ใช้สีส้มหม่นๆ เป็นต้น

2. การใช้สีให้คล้อยไปตามโครงสร้าง คือ แยกออกเป็นส่วนหนึ่งที่รับน้ำหนัก เช่น เสา ตรง คาน เป็นต้น ส่วนที่ไม่ได้รับน้ำหนัก เช่น ฝ้า เพดาน ประตู หน้าต่าง สีที่ใช้จะช่วยเพิ่มความรู้สึกในน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของสีได้ และยังช่วยถ่วงน้ำหนักของอาคารให้อยู่ในดุลยภาพที่ดีด้วย การใช้สีไล่น้ำหนักของอาคารจากอ่อนไปหาแก่ ทำให้เกิดการลวงตาเป็นรูปชั้นหรือเว้าลง ถ้าใช้สีส่วนบนหนักส่วนล่างเบาจะทำให้รู้สึกอาคารเบาลอยอยู่ เป็นต้น

3. การใช้สีให้คล้อยตามวัสดุก่อสร้าง เช่น สิ่งก่อสร้างทำด้วยอิฐ ควรให้ความรู้สึกเป็นอิฐ ถ้าเป็นวัสดุอื่น เช่น ไม้ กระฉก โลหะต่างๆ ก็ไม่ควรที่จะปิดบังอำพรางความเป็นตัวของมันเองเสียจนน่าเกลียด เช่น ทาอิฐด้วยสีฟ้า ทำให้ความรู้สึกธรรมชาติของวัสดุขาดความรู้สึกอบอุ่นปลอดภัย สีที่อยู่มืออยู่ตามธรรมชาติจะเป็นสิ่งซึ่งใช้ได้ดีมากโดยไม่มีผลเสียเพราะสีของมันจะถูก

4. ควรใช้สีตามประโยชน์ใช้สอย การให้สีที่ดีจะเป็นการบอกลักษณะประโยชน์ใช้สอยของพื้นที่ เช่น สีที่ทาโรงเรียน บ้านพักอาศัย สถานที่ราชการ เป็นต้น หลังการทาสีที่เป็นบ้านพักอาศัยไม่ควรเป็น Shade จุดมืด ควรให้มีสีอ่อนเหนือสีที่ถูกเบรคลงบ้าง เพราะสีที่จุดมืดจะทำให้ประสาทตาของเราเหนื่อยเมื่อยล้าไม่รู้สึกรู้ว่าได้พักผ่อนในบ้านเมื่อเราเห็นแต่สีจุดมืดตรงกันข้ามกับสีของโรงมหรสพ ซึ่งเป็นที่ๆ เราต้องการความเปลี่ยนแปลง เพื่อสนุกตื่นเต้นเพียงชั่วครู่ จึงจะสามารถใช้สีจุดมืดตกแต่งไว้



บทที่ 3

การรวบรวมและศึกษาข้อมูล

วิธีการสำรวจข้อมูลนั้นได้ทำการสำรวจและรวบรวมข้อมูลโดยแบ่งเป็นภาค เอกสารและการศึกษาจากสถานที่จริง โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.1 การศึกษาจากภาคเอกสาร

ได้ทำการศึกษาค้นคว้าจากหนังสือเกี่ยวกับ การใช้ห้องสมุด การจัดหนังสือขนาดสัดส่วนของอุปกรณ์ครุภัณฑ์ในห้องสมุด ประวัติความเป็นมาของหอสมุดแห่งชาติ การจัดระบบหมวดหนังสือ และหนังสือสัดส่วนสรีระของมนุษย์ในความสามารถในการออกแรง ฯลฯ เพื่อนำมาใช้ในการประกอบเป็นแนวทางการออกแบบ

3.2 การศึกษาจากการสัมภาษณ์

มีการสัมภาษณ์กับเจ้าหน้าที่ห้องสมุดต่าง ๆ รวมถึงการสัมภาษณ์จากผู้มาใช้บริการห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ การจัดเก็บหนังสือ การแบ่งหมวดหนังสือ การรักษาอุปกรณ์ครุภัณฑ์-สัมภาษณ์เจ้าหน้าที่บริหาร ชั้นหนังสือโดยตรง และอาจารย์ผู้มีความรู้ เกี่ยวกับการทำงานในห้องสมุด

3.3 การศึกษาจากสถานที่จริง

การศึกษาจากสถานที่จริง ได้ทำการศึกษาถึงลักษณะสภาพแวดล้อมในการทำงาน พฤติกรรมและขั้นตอนในการเก็บและรักษารถ เช่น การปฏิบัติงานของเจ้าหน้าที่ การจัดวางหนังสือ ปัญหาข้อบกพร่องในการใช้งานตลอดจนสถานที่ที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน

การศึกษาจากผลิตภัณฑ์เดิม หรือผลิตภัณฑ์ข้างเคียง ที่มีอยู่ในปัจจุบันในด้านรูปแบบและการใช้สอย เพื่อให้ทราบถึงปัญหาและข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นกับผู้ใช้งานและนำส่วนต่าง ๆ ของปัญหามานำเสนอเพื่อนำมาออกแบบ

3.4 แหล่งที่มาของข้อมูล

3.4.1 ข้อมูลจากหนังสืออ้างอิง

- วิทยานิพนธ์
- ข้อมูลจากโครงการที่เกี่ยวข้อง
- วารสารและนิตยสารภายในประเทศและต่างประเทศ

3.4.2 แหล่งของข้อมูลสถานที่

- ห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
- ห้องสมุดคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สจล.
- ห้องสมุดกลาง (ตึกพระเทพฯ) สจล.
- ห้องสมุดมหาวิทยาลัยรามคำแหง
- ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ
- ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลและถ่ายรูปได้แก่
- ห้องอ่านหนังสือทั่วไป
- ห้องศาสนา ปรัชญาและสังคมศาสตร์
- ห้องเอเชีย
- ห้องไทย
- ห้องค้นคว้า
- ห้องหนังสือหายาก
- ห้องสมุดอนุমানราชชน
- อาคาร 3
- ห้องบริการหนังสือพิมพ์และวารสาร

3.4.3 ศึกษาการเข้าบริการหอสมุดแห่งชาติใน 1 เดือน

1. จำนวนคนเข้าหอสมุดแห่งชาติเฉลี่ย 73,332 คน/เดือน
2. จำนวนคนเข้าหอสมุดแห่งชาติเฉลี่ย 2,667 คน/เดือน
3. จำนวนห้องที่ให้บริการ 9 ห้องคนเข้าเฉลี่ย 296 คน/วัน
4. จำนวนหนังสือที่ยืมมากที่สุดเฉลี่ย 1,480 เล่ม/วัน
5. การเก็บหนังสือเข้าชั้น 2 ครั้ง/วัน (เช้า-เย็น)
6. ใน 1 วันจะเก็บหนังสือได้ 300 เล่ม (วันธรรมดา)
- ใน 1 วันจะเก็บหนังสือได้ 600 เล่ม (วันหยุด เสาร์-อาทิตย์)

สรุป ใน 1 วัน จะเก็บหนังสือได้ 2 ครั้ง ครั้งละ 100-150 เล่ม (วันธรรมดา)

"-----" 200-300 เล่ม (วันเสาร์-อาทิตย์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 ข้อมูลด้านพฤติกรรม

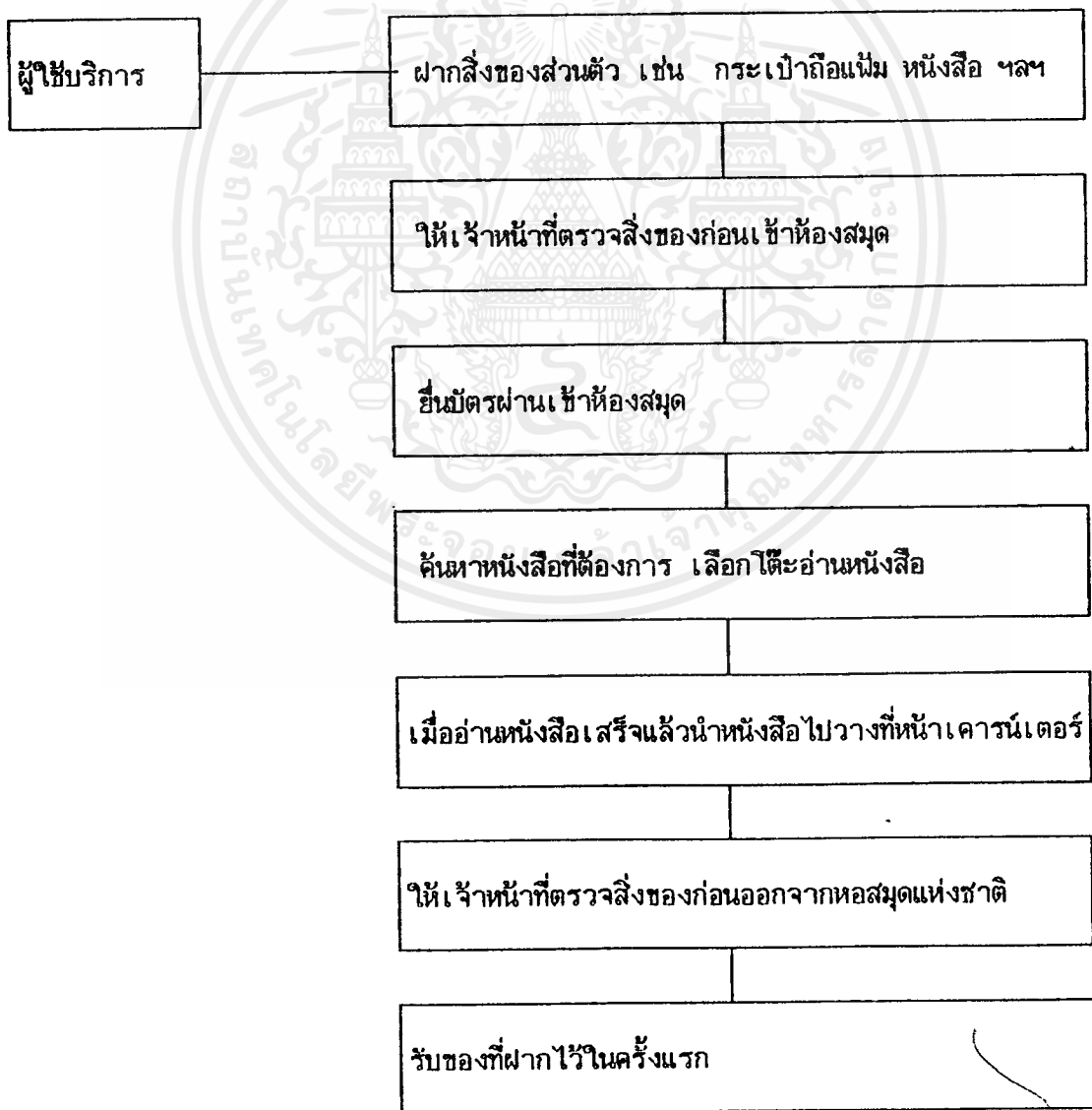
3.5.1 พฤติกรรมของผู้ใช้บริการห้องสมุด

ผู้ให้บริการ หมายถึง ผู้ที่เข้ามาในห้องสมุดเพื่อทำการค้นคว้าศึกษาหาความรู้ ความบันเทิงในการอ่าน

(ผู้ให้บริการห้องสมุดแห่งชาตินั้นจะต้องทำบัตรผ่าน ก่อนเข้าห้องสมุดเพราะเป็นระเบียบของห้องสมุดแห่งชาติ

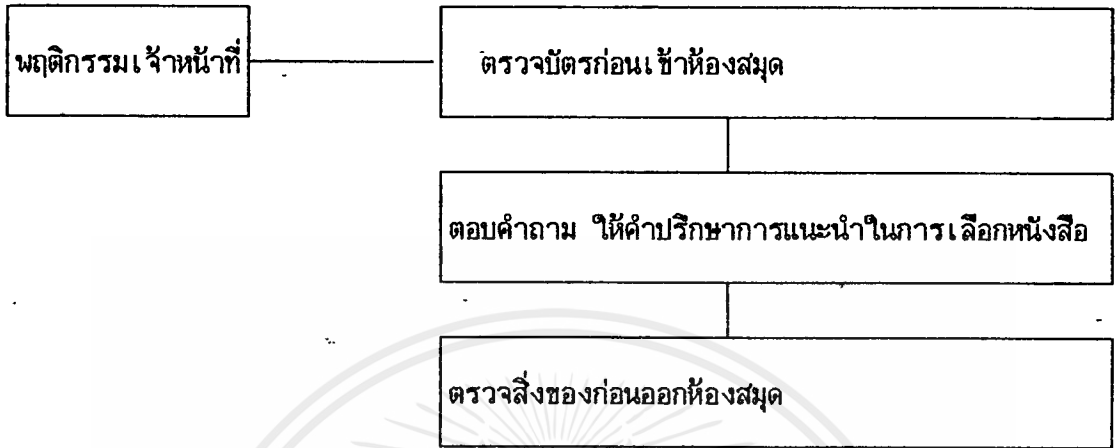
ผู้ให้บริการของห้องสมุดนั้น จะต้องปฏิบัติตนอยู่ในระเบียบของห้องสมุดโดยเคร่งครัด คือ ไม่พลุกพล่าน ไม่คุยกันเสียงดัง ไม่สูบบุหรี่ ไม่นำกระเป๋าและสิ่งของที่ไม่สมควรเข้าไปในห้องสมุด เป็นต้น

สรุป พฤติกรรมของผู้ใช้บริการสามารถเขียนเป็นแผนภูมิได้ดังนี้

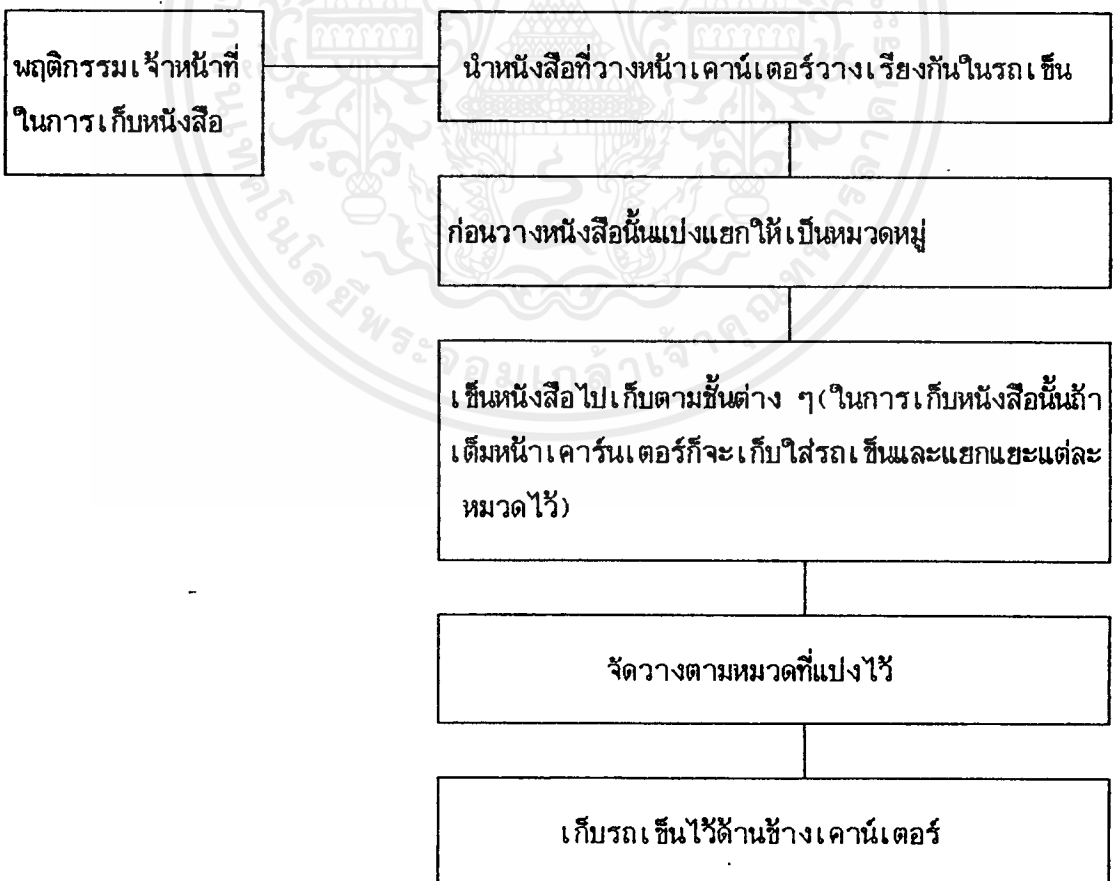


3.5.2 พฤติกรรมเจ้าหน้าที่ประจำห้องสมุด

เป็นพฤติกรรมของเจ้าหน้าที่ประจำหน้าเคาน์เตอร์ก่อนที่ผู้ใช้บริการจะผ่านเข้าไปใช้บริการ



สรุป พฤติกรรมเจ้าหน้าที่ในการเก็บหนังสือ





ภาพที่ 25 แสดงภาพการส่งหนังสือคืนที่เคาน์เตอร์และแยกหนังสือ



ภาพที่ 26 แสดงภาพมุมเล่นคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 27 แสดงภาพชั้นวางหนังสือ

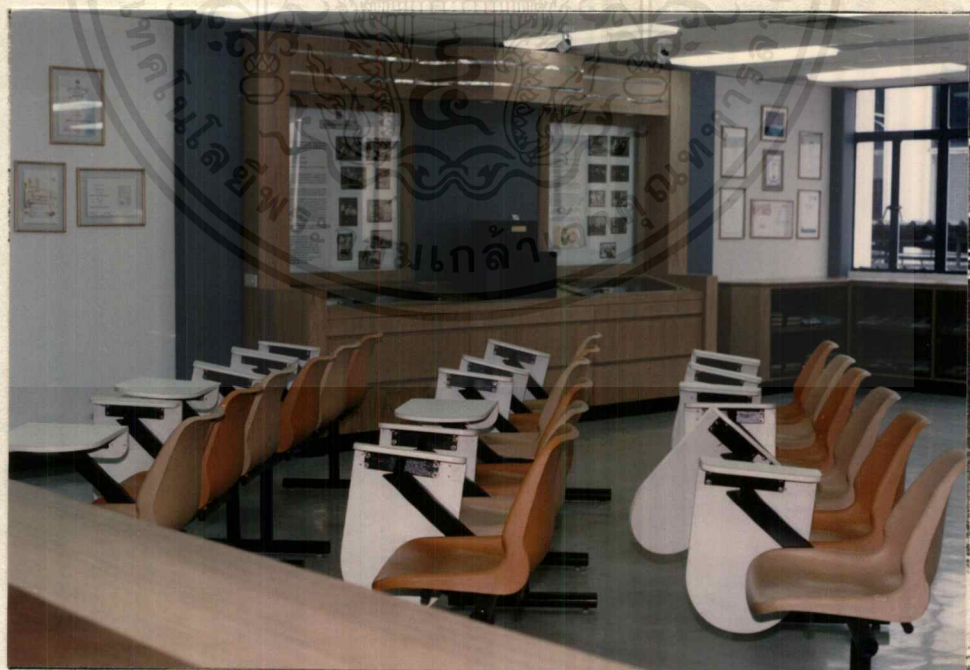


ภาพที่ 28 แสดงชั้นโต๊ะวางหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 29 แสดงภาพชั้นวางวารสารและนิตยสาร



ภาพที่ 30 ห้องสัมมนาขนาดเล็กของห้องอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้



ภาพที่ 31 มุมอ่านหนังสือสำหรับเด็ก



ภาพที่ 32 แสดงการถ่ายเอกสารของห้องอ่านหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 33 แสดงการเก็บรถเข็นของห้องเอเชีย



ภาพที่ 34 แสดงการเก็บรถเข็นของห้องวารสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ผลิตภัณฑ์เดิมของรถเข็นหนังสือ



ภาพที่ 35 แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 1

รถเข็นมีขนาดความกว้าง 36 ซม. ยาว 76 ซม. สูง 104 ซม. มีส่วนรองรับหนังสือ 3 ชั้น เป็นชั้นวางแบบเรียว วิธีการวางหนังสือวางในแนวนอน เป็นการวางซ้อนกันขึ้นไป

โครงสร้างของรถเข็นเป็นไม้จริง ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบนไม่มีเบรคติดตั้งโดยการยึดสกรูกับโครงสร้าง



ภาพที่ 36 แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 2

รถเข็นมีขนาดกว้าง 36 ซม. ยาว 78 ซม. สูง 104 ซม. มีส่วนรองหนังสือ 3 ชั้น เป็นชั้นวางแบบเรียบ วิธีการวางหนังสือในแนวนอน เป็นการวางซ้อนทับขึ้นไป

โครงสร้างของรถเข็นเป็นไม้จริง ลักษณะของลูกล้อใช้แบบแบนไม่มีเบรค ติดตั้งโดยการใช้สกรูยึดติดโครงสร้าง

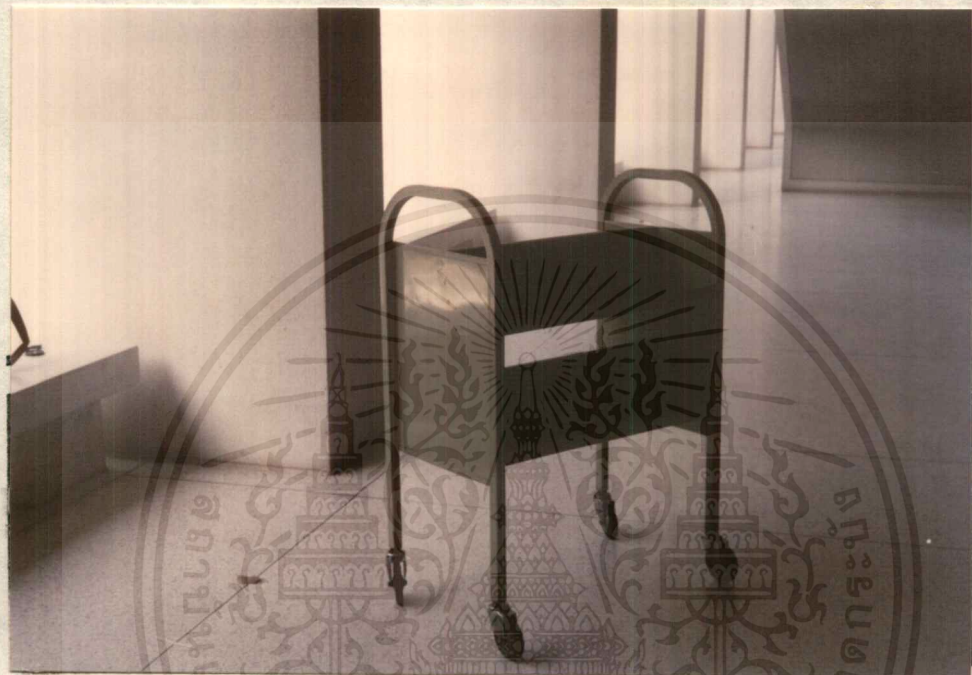
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 37 แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 3

รถเข็นมีขนาดความกว้าง 42 ซม. ยาว 104 ซม. สูง 97 ซม. มีส่วนรองรับหนังสือ 3 ชั้น เป็นชั้นวางแบบเรียบ วิธีการวางในแนวนอนเป็นการวางซ้อนทับกันขึ้นไป

โครงสร้างของรถเข็นเป็นเหล็กเหลี่ยมกลวง ด้านข้างใช้เหล็กกลมกั้นระหว่างชั้น ลักษณะลูกล้อเป็นแบบไม่มีเบรคติดตั้งโดยใช้สกรูทำสีดำในส่วนของเหล็ก ใช้ไม้อัดรองรับหนังสือทั้ง 3 ชั้น



ภาพที่ 38 แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 4

รถเข็นมีขนาดความกว้าง 44 ซม. ยาว 70 ซม. สูง 1040 ซม. มีส่วนรองรับหนังสือ 2 ชั้นและมีชั้นระหว่างกลางสามารถวางหนังสือได้ 2 ด้าน การวางหนังสือในด้านตั้ง

โครงสร้างของรถเข็นเป็นเหล็กเหล็ยมกลวง ส่วนรองรับหนังสือเป็นเหล็กแผ่นเรียบ ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ไม่มีเบรค ติดตั้งโดยวิธีการติดสกรูกับโครงสร้าง ทำสีโดยการพ่น

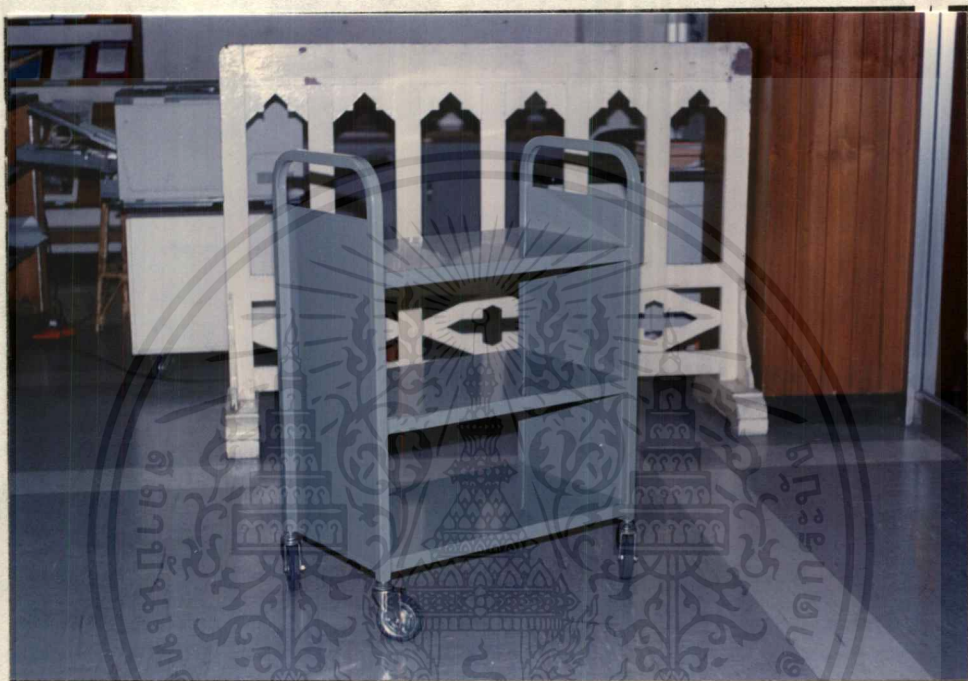


ภาพที่ 39 แสดงลักษณะของรถเข็นหนังสือแบบที่ 5

รถเข็นมี ขนาดกว้าง 43 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 104 ซม. มีส่วนรองรับหนังสือระหว่างกลางวางหนังสือได้ 2 ด้าน ใน 2 ด้านบน ส่วนชั้นล่างเป็นส่วนรองรับหนังสือแบบเรียบ การวางหนังสือทั้งด้านตั้งและด้านนอน

โครงสร้างของรถเข็นเป็นเหล็กเหลี่ยมกลาง ส่วนรองรับหนังสือเป็นเหล็กแผ่นเรียบ ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบนไม่มีเบรค ติดตั้งโดยวิธีการติดสกรูกับโครงสร้าง ทำสีโดยการพ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 40 แสดงลักษณะของรถเข็นแบบที่ 6

รถเข็นมีขนาดความกว้าง 43 ซม. ยาว 80 ซม สูง 100 ซม. มีส่วนรองรับหนังสือ 3 ชั้น เป็นชั้นวางแบบเรียบ วิธีการวางหนังสือวางในแนวนอน เป็นการวางซ้อนทับกันขึ้นไป

โครงสร้างของรถเข็นเป็นเหล็กเหลื่อมกลวง ลักษณะลูกล้อใช้แบบแบน ไม่มีเบรคติดตั้ง โดยการยึดสกรูติดกับโครงสร้างทำสีโดยการพ่น

3.7 ลักษณะการจัดวางครุภัณฑ์ภายในห้องสมุด

การจัดวางครุภัณฑ์ของห้องสมุดนั้นเมื่อผู้ใดศึกษารูปแบบและห้องแต่ละห้องก็มีขนาดไม่เท่ากันเส้นทางการสัญจรของรถ ขึ้นก็จะ ได้มาจากการเฉลี่ยของห้องแต่ละห้องของระยะความห่างของครุภัณฑ์ต่างๆ เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดขนาดสัดส่วนของรถ ขึ้นหนังสือได้อย่างเหมาะสมการจัดครุภัณฑ์ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ

การจัดครุภัณฑ์ห้องสมุดจะต้องคำนึงถึงความสะดวกแก่ผู้ใช้บริการและอยู่ในการควบคุมดูแลของเจ้าหน้าที่ นอกจากนี้ยังต้องจัดให้มีความเป็นระเบียบ เรียบร้อย

ชั้นวางหนังสือ จะเรียงตามแนวห้องเพื่อความ เป็นระเบียบ ประหยัดพื้นที่และเกิดความสะดวกงาน ชั้นวางหนังสือจะจัดได้ทั้ง 2 ด้าน ระยะห่างระหว่างชั้นวางหนังสือั้น 2 - 3 ฟุต

ชั้นวารสารและหนังสือพิมพ์ ควรตั้งอยู่ใกล้ทางเข้าหรือเป็นที่คนเข้าถึงได้ง่ายมองเห็นชัดเจน ชั้นวางวารสารและหนังสือพิมพ์อาจอยู่รวมกันได้

ตู้บัตรรายการควรอยู่ด้านหน้าและใกล้ทางเข้า เพื่อให้ผู้ใช้ ได้ค้นหาหนังสือของห้องสมุดได้โดยสะดวก

ชั้นวางหนังสืออ้างอิง ควรอยู่ใกล้กับบรรณารักษ์ เพื่อจะได้คำอธิบายและคำแนะนำแก่ผู้ใช้
ตู้จุลสาร กฤตภาค ควรตั้งอยู่ใกล้กับบรรณารักษ์เช่นเดียวกัน

โต๊ะเจ้าหน้าที่บริการตอบคำถามควรอยู่ในมุมที่มองเห็นได้ชัดเจนและสะดวกในการติดต่อสอบถาม

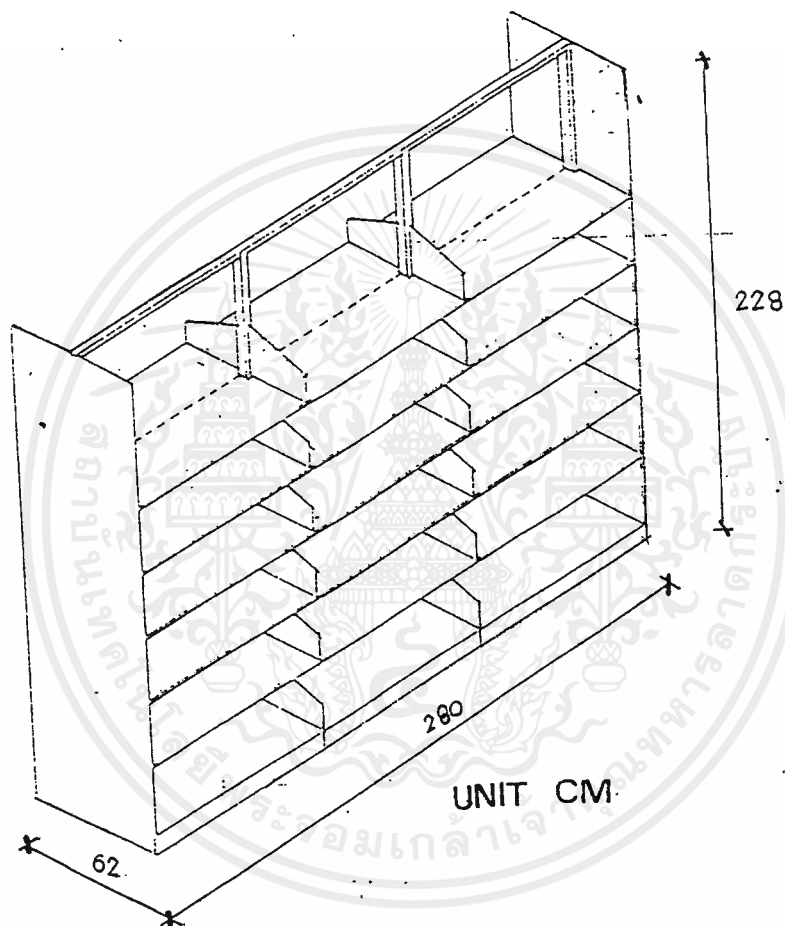
โต๊ะสำหรับวางหนังสือที่อ่าน เรียบร้อยแล้วอยู่ร่วมกับโต๊ะเจ้าหน้าที่บริการตอบคำถาม

โต๊ะในห้องอ่านหนังสือจะต้องจัดมิให้ชิดกันจนมากเกินไป เพื่อให้มีทางเดินได้สะดวก ระยะระหว่างโต๊ะที่ตั้งเป็นชุดๆ ควรห่างกัน 3 - 4 ฟุต และระยะระหว่างเก้าอี้ตัวหนึ่งถึงอีกตัวจัดจากกึ่งกลางเก้าอี้ประมาณ 2.5 - 3 ฟุต

ป้ายนิทรรศการหรือตู้นิทรรศการ ควรอยู่ตรงข้างทาง เข้า - ออก เพื่อให้ผู้ใช้บริการห้องสมุดเห็นได้ชัดเจน

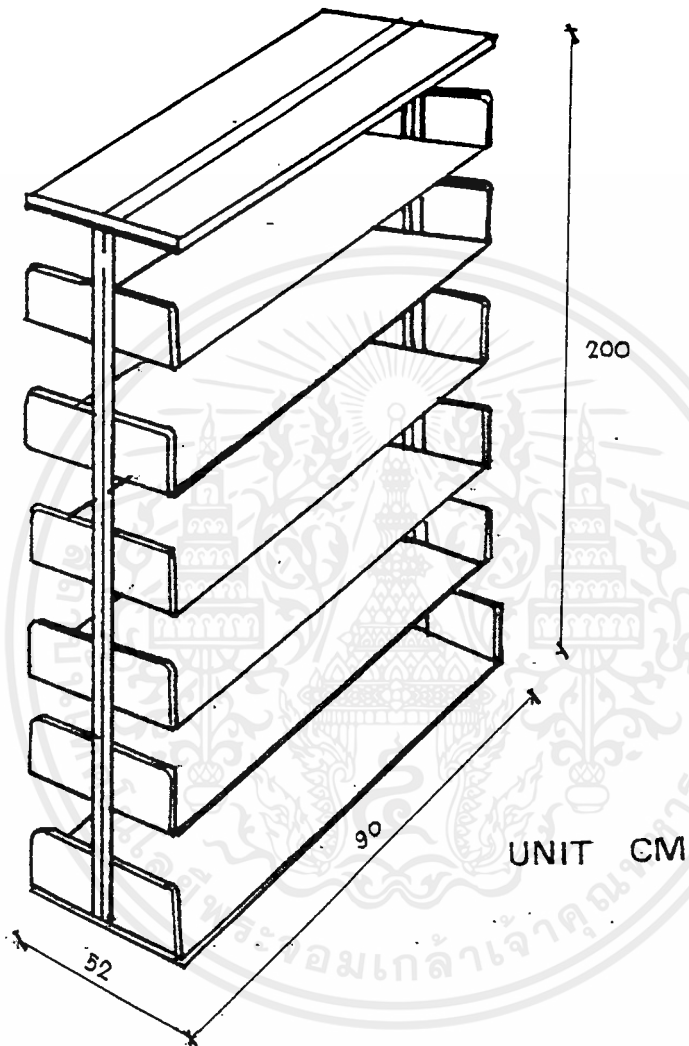
3.8 ลักษณะของชั้นวางหนังสือหรือชั้นบริการหนังสือ

ชั้นวางหนังสือหรือชั้นบริการหนังสือมีอยู่หลายรูปแบบด้วยกันในแต่ละห้องแต่โดยรวมแล้ว ชั้นวางหนังสือนั้นจะมีรูปแบบที่คล้ายกันทุกห้องจึงได้นำมาแสดงเป็นตัวอย่างได้ ดังนี้



ภาพที่ 41 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือ แบบที่ 1

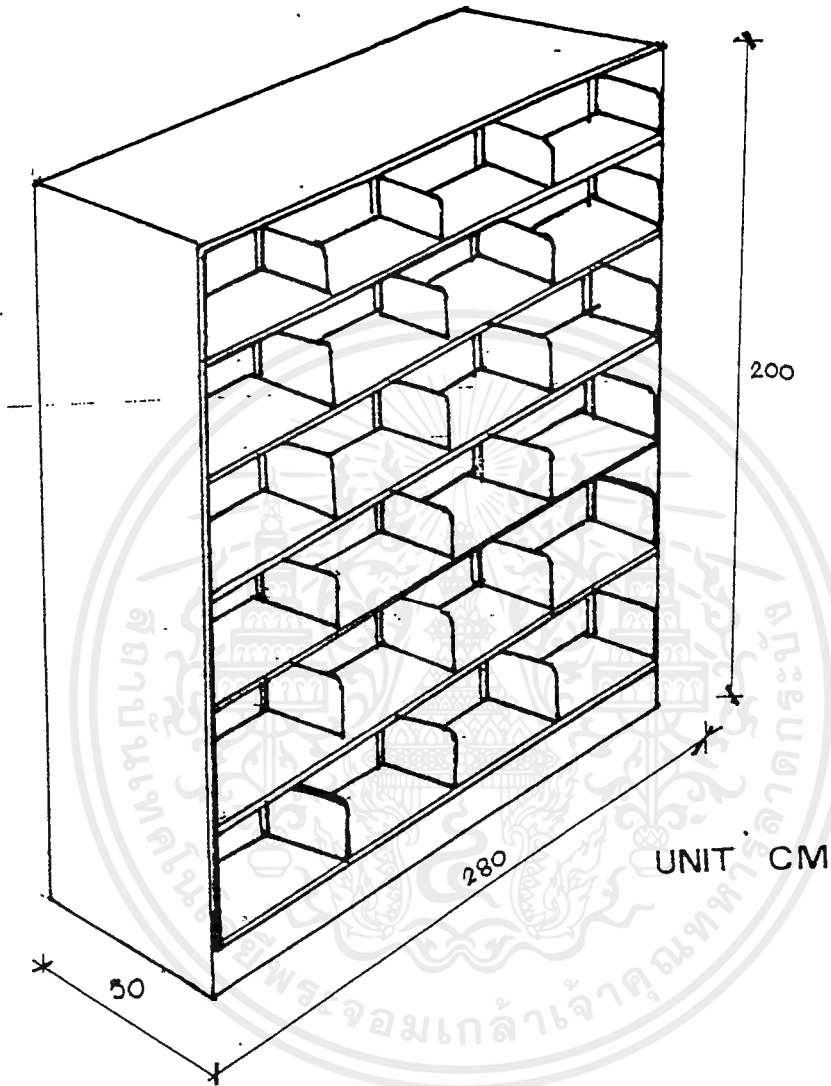
เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มีขนาดความกว้าง 62 ซม. ยาว 280 ซม. สูง 288 ซม. 1



ภาพที่ 42 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 2

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยโลหะและสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มีขนาดความกว้าง 52 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 200 ซม.

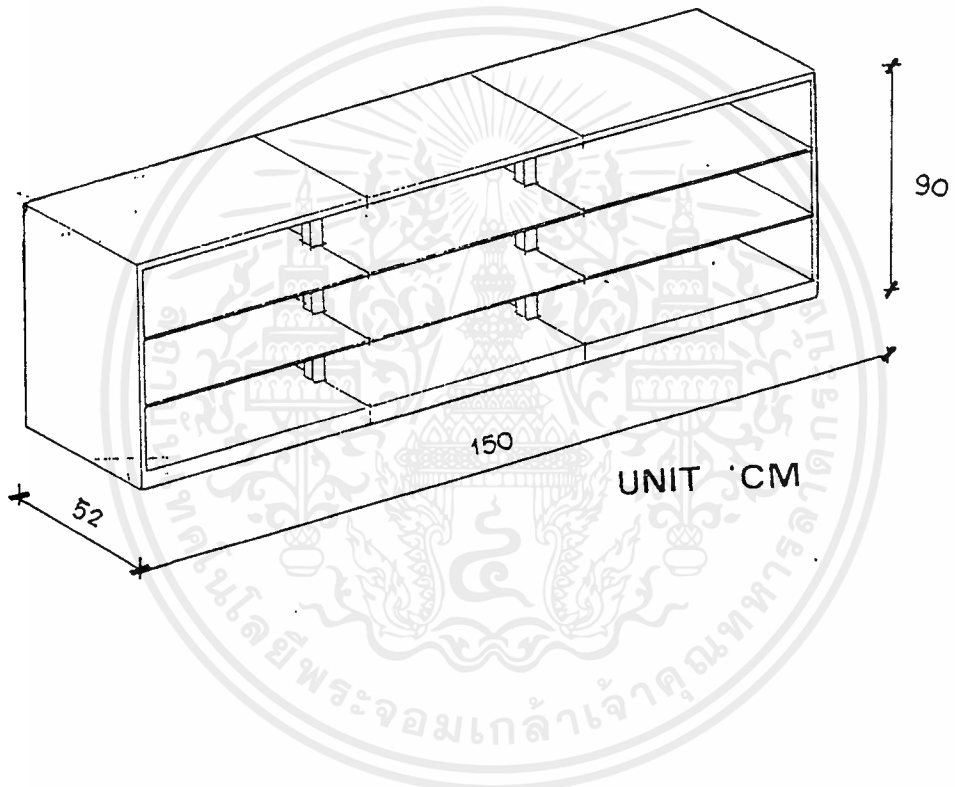
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 43 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 3

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยเหล็กและสามารถวางหนังสือได้ทั้ง 2 ด้าน มีขนาดความกว้าง 50 ซม. ยาว 280 ซม. สูง 200 ซม.

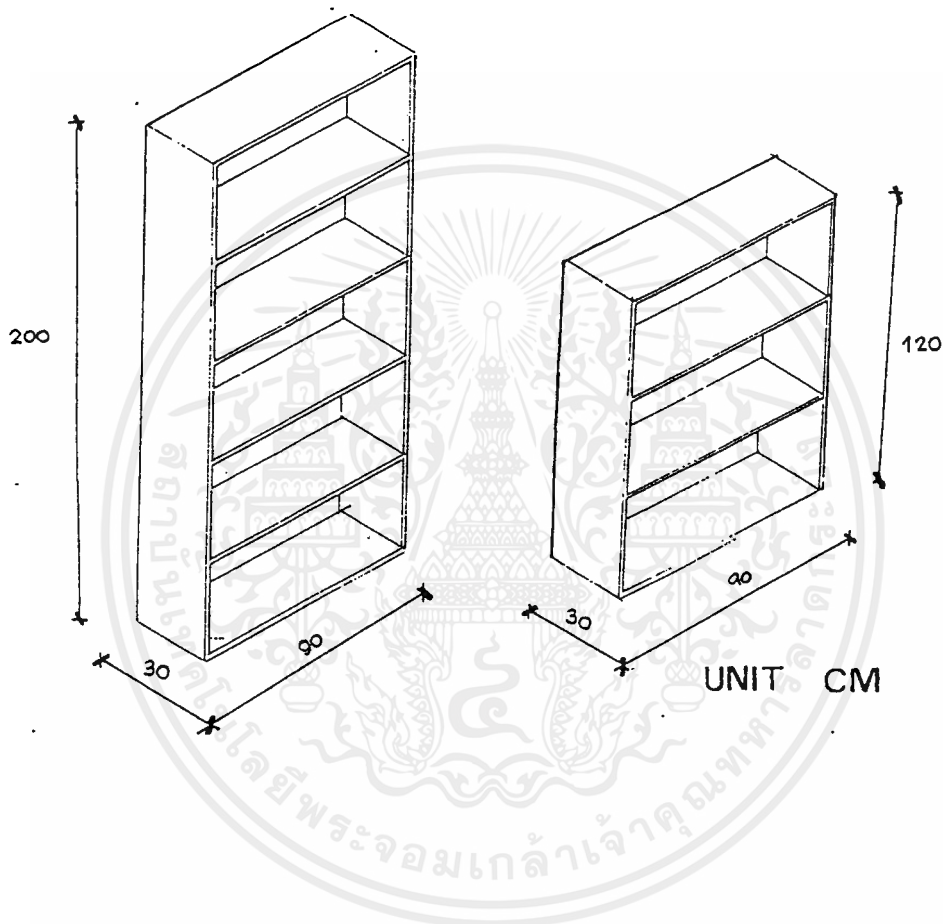
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 44 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 4

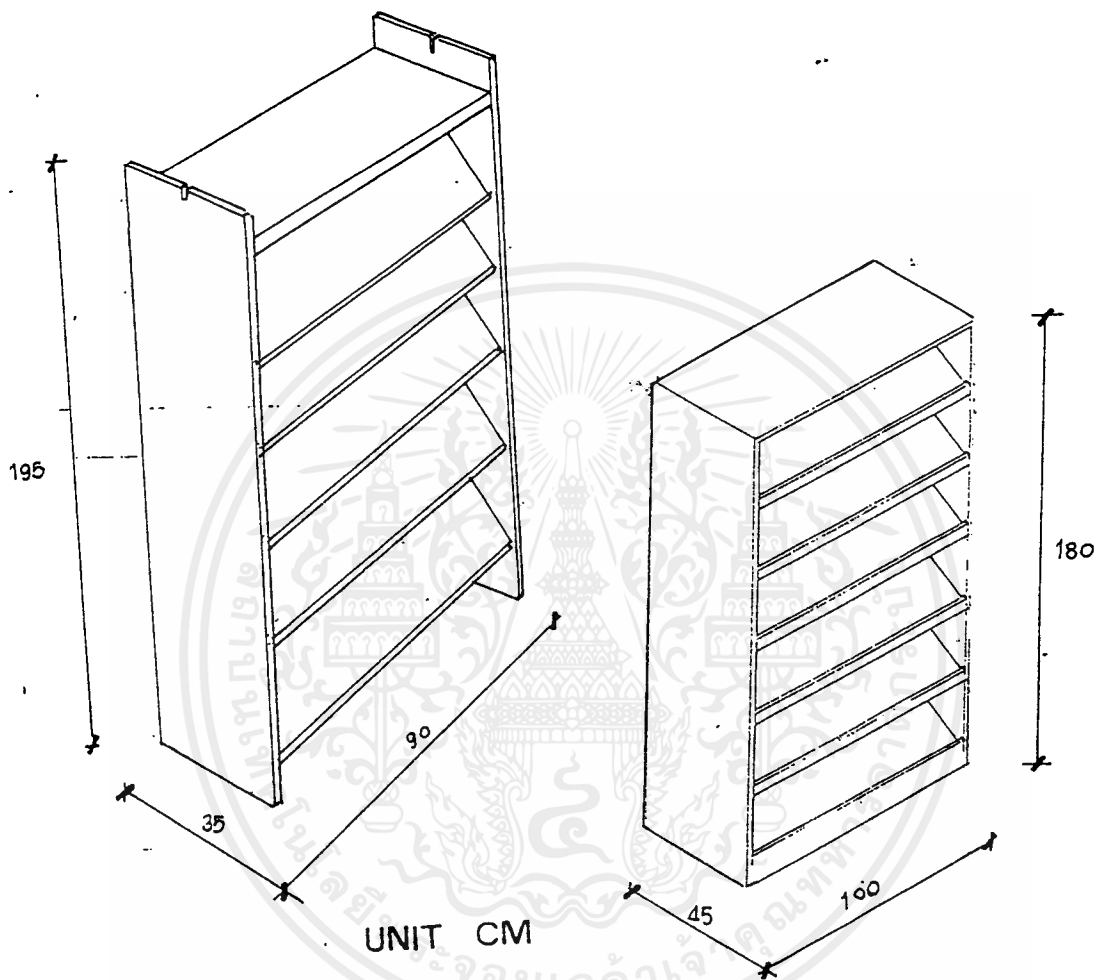
เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยไม้จริงและสามารถวางหนังสือได้ด้านละมีความกว้าง 52 ซม. ยาว 150 ซม. สูง 30 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 45 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 5

เป็นชั้นวางหนังสือที่ทำด้วยไม้สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียว มีทั้งแบบสูงและแบบเตี้ย
แบบสูงมีขนาดความกว้าง 30 ซม. ขาว 90 ซม. สูง 200 ซม. และแบบเตี้ยมีขนาดความ
กว้าง 30 ซม. ขาว 90 ซม. สูง 120 ซม.

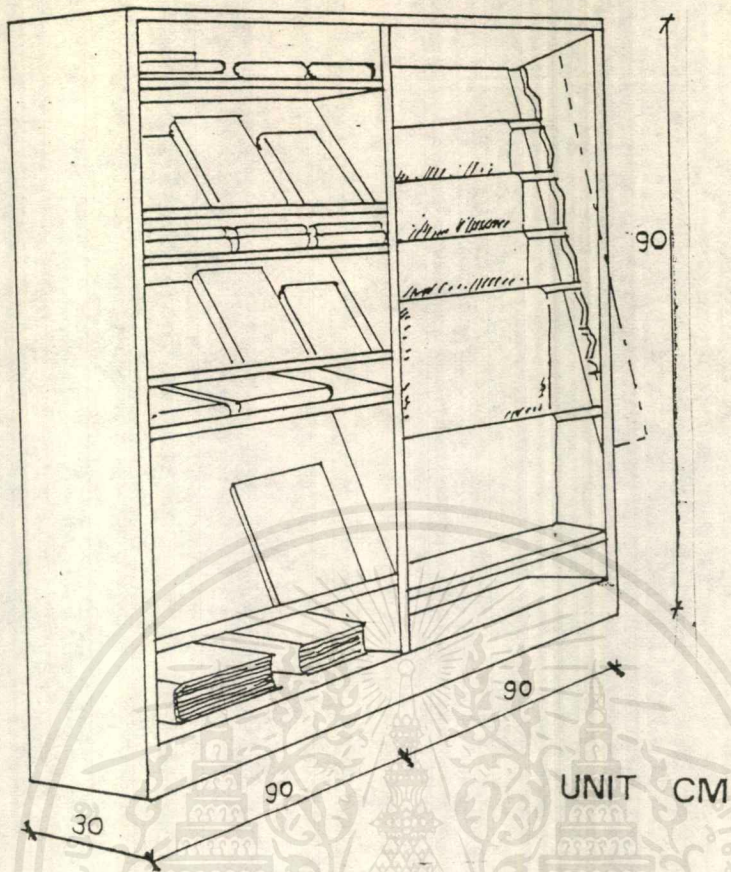


ภาพที่ 46 แสดงลักษณะของชั้นวางหนังสือแบบที่ 6 และ 7

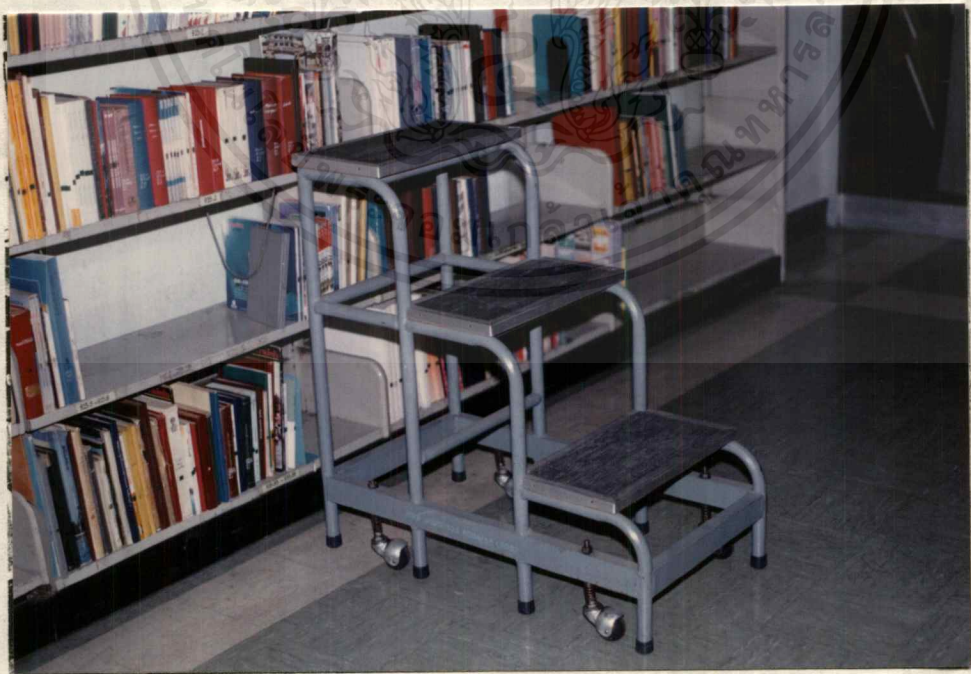
แบบที่ 7 เป็นชั้นวางวารสารและนิตยสารที่ทำด้วยไม้ สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียว มีขนาดความกว้าง 35 ซม. ยาว 90 ซม. สูง 195 ซม.

แบบที่ 8 เป็นชั้นวางวารสารและนิตยสารทั่วไป ทำด้วยไม้ สามารถวางหนังสือได้ด้านเดียว มีขนาดความกว้าง 45 ซม. ยาว 100 ซม. สูง 180 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

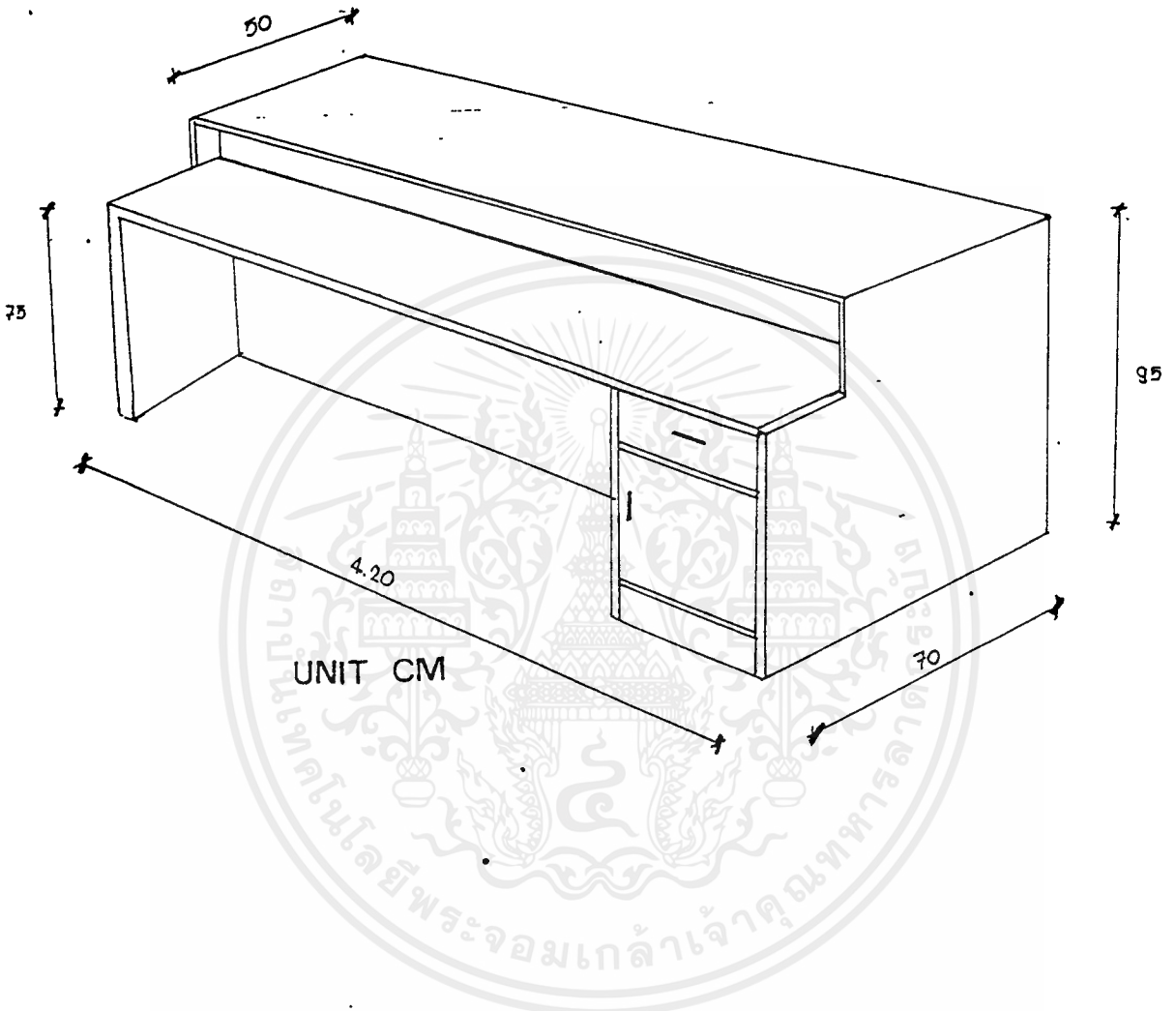


ภาพที่ 47 แสดงชั้นวางวารสารร่วมกับหนังสือพิมพ์



ภาพที่ 48 แสดงเก้าอี้ต่อความสูง

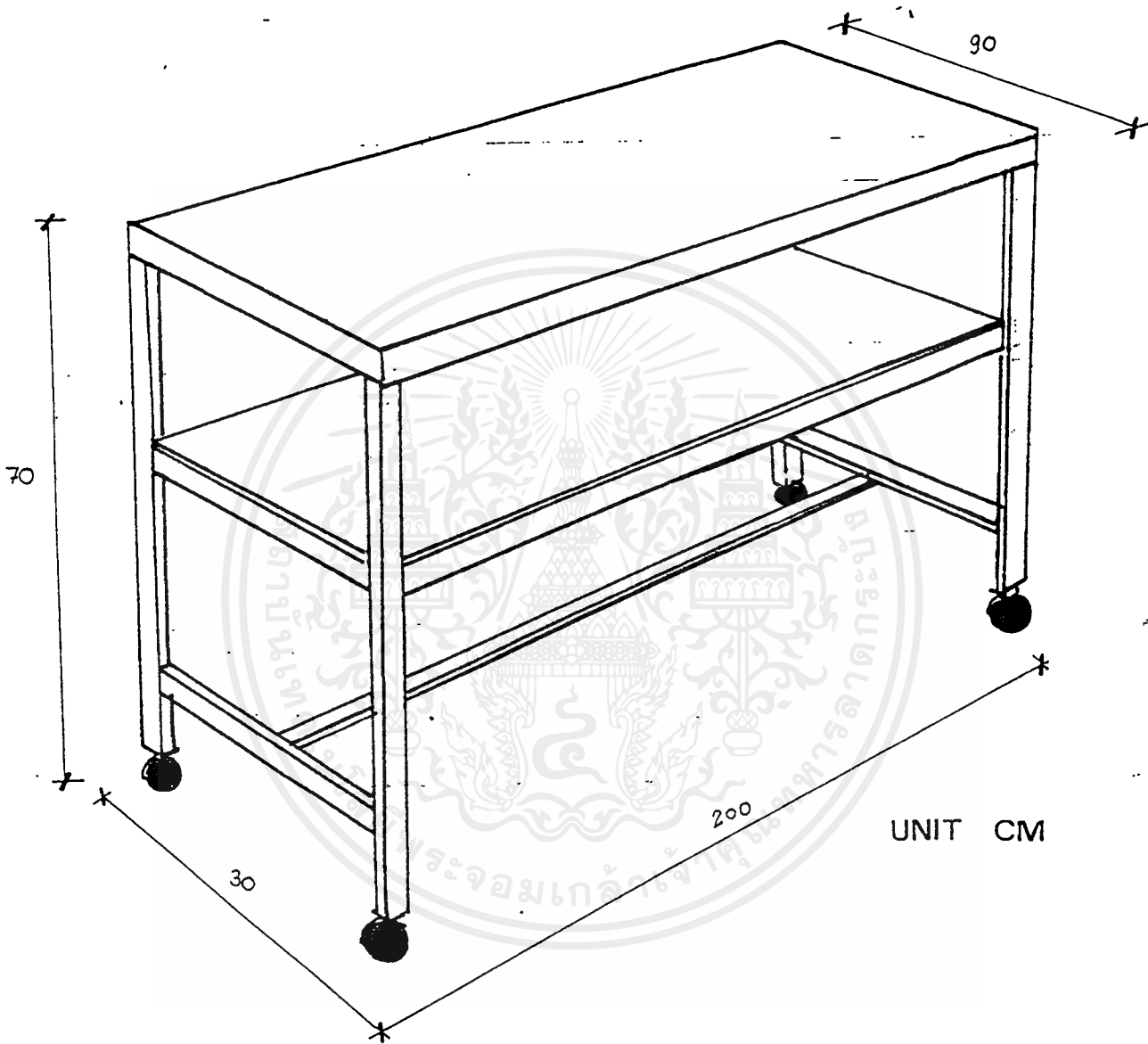
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 49 แสดงโต๊ะเคาน์เตอร์ไม้

เคาน์เตอร์ไม้มีขนาดกว้าง 70 ซม. ยาว 4.50 ซม.

โครงตู้เป็นไม้เนื้อแข็ง ตัวเคาน์เตอร์ภายนอกใช้ไม้อัดสีก หนาประมาณ 4 มม. ตัวเคาน์เตอร์ภายในใช้ไม้อัดขาว หนาประมาณ 4 มม. มีลิ้นชักและประตูบานพับทาสีแลกเกอร์ด้าน



ภาพที่ 50 แสดงตู้ไวย์กระจก

ตู้ไวย์กระจกขนาดกว้าง 90 ซม. ยาว 200 ซม. สูง 70 ซม. ส่วนขาสูง 30 ซม. มีกระจกติดทั้ง 4 ด้าน หนา 2 มม. ด้านหลังเป็นไม้สามารถเปิด-ปิดได้และมีกุญแจล็อก ส่วนขาเป็นโครงเหล็ก มีล้อเลื่อนหมุนได้รอบตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 สภาพของหนังสือของหอสมุดแห่งชาติ

สภาพหนังสือของห้องสมุด เป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่จะต้องคำนึงถึงเพราะเห็นอาคารเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสัมพันธ์ต่อรถที่หนังสือโดยตรง ซึ่งจะมีผลต่อการออกแบบ ห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาตินั้นจะเลือกใช้เห็นอาคารรูปตัวกระเบื้องยางเพราะมีราคาไม่แพง และทุกห้องในหอสมุดแห่งชาติที่เปิดบริการไว้ให้เข้าไปอ่านหนังสือก็จะปูด้วยกระเบื้องยาง

กระเบื้องยางนั้นมีความสมบัติที่ดีดังนี้

1. เป็นวัสดุเรียบ ผิวหนามัน
2. ทนต่อแรงกระแทก เสียดสีได้ดี
3. ทนทานต่อแรงกระทำของสารเคมีได้ดี
4. ทนต่อรอยขีดข่วนได้ดี
5. ทำความสะอาดง่าย
6. มีราคาถูก

3.10 โครงสร้างของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด สามารถแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

1. โครงสร้างหลักแบบถอดประกอบด้วย
เป็นโครงสร้างที่สามารถแยกออกได้เป็นชิ้นส่วนต่าง ๆ และนำประกอบเข้าด้วยกันได้
 - ข้อดี - สามารถประหยัดเนื้อที่ในการขนส่งได้
 - สามารถประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บได้
 - ข้อเสีย- โครงสร้างลดความแข็งแรง
 - การถอดประกอบบ่อย ๆ ทำให้อายุการใช้งานลดลง
 - รับน้ำหนักได้ไม่มาก
 - กรรมวิธีการผลิตและการถอดประกอบยุ่งยากต้องใช้เวลาและแรงงานมาก
 - ราคาของผลิตภัณฑ์จะสูงขึ้น เพราะต้องใช้เวลาเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ดังนั้นราคาจึงเพิ่มขึ้นตาม

2. โครงสร้างหลักแบบติดตายตัว

เป็นโครงสร้างที่ไม่สามารถแยกชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้ แต่ละจุดจะเป็นการยึดติด

แบบตายตัว

- ข้อดี - โครงสร้างมีความแข็งแรงทนทานเมื่ออายุการใช้งาน
- สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่า
 - การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมทำได้ง่ายกว่า
 - ใช้วัสดุน้อยกว่าการผลิตโครงสร้างแบบถอดประกอบ แต่มีความแข็งแรงมากกว่า
 - ราคาของผลิตภัณฑ์ถูกกว่าโครงสร้างแบบถอดประกอบ
- ข้อเสีย- ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
- ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงในการออกแบบโครงสร้างของรถเข็น ให้สามารถถอดประกอบได้ หรือ เป็นโครงสร้างที่ติดตายตัวนั้น ขึ้นอยู่กับเหตุผลหลายประการสำหรับรถเข็นหนังสือในห้องสมุดนั้น อันดับแรกที่ต้องคำนึงถึง คือ การใช้งานในการบรรทุกเคลื่อนย้ายหนังสือ คือ

- โครงสร้างต้องมีความแข็งแรง
- โครงสร้างต้องสามารถรับน้ำหนักที่เกิดจากการบรรทุกหนังสือ
- อายุการใช้งาน
- ราคาต้นทุนในการผลิต

สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอันดับรองลงมาซึ่งก็มีความสำคัญมากเช่นกัน คือ

- ความยากง่ายในการผลิต และ การถอดประกอบ
- ความยากง่ายในการบำรุงรักษา
- การประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ และ การขนส่ง

โครงสร้างของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดประกอบด้วย

1. โครงสร้างหลัก

เป็นโครงสร้างที่ต้องรับน้ำหนักจากรถเข็น และหนังสือที่บรรทุกอยู่ในส่วนรองรับหนังสือลงสู่ล้อ ดังนั้นโครงสร้างหลักของรถเข็นฯ จึงต้องการความแข็งแรงคงทน และสามารถรับน้ำหนักได้ดี

2. ส่วนรองรับหนังสือ

เป็นส่วนที่ใช้สำหรับจัดวางหนังสือและรองรับน้ำหนักของจำนวนหนังสือในการ

เคลื่อนย้ายหนังสือ เพื่อทำการจัดเก็บ ดังนั้น ส่วนรองรับหนังสือจะต้องมีความแข็งแรงและสามารถเอกลสารเป็นเอกสารที่ส่งวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับน้ำหนักรับน้ำหนักในการบรรทุกแต่ละครั้งได้ดี

3. มือจับสำหรับเข็น

ส่วนมือจับสำหรับเข็นของรถเข็นหนังสือนั้น ต้องคำนึงถึงระยะสัดส่วนที่สัมพันธ์กับสรีระร่างกาย และการรับเข็นที่สะดวกสบาย คล่องตัว ซึ่งขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ การตกแต่งผิว ขนาดสัดส่วน ฯลฯ

4. ล้อ

ล้อ เป็นสัดส่วนที่นำพาให้รถเข็นสามารถเคลื่อนที่ได้และเป็นส่วนที่รองรับน้ำหนักของโครงสร้างทั้งหมด และหนังสือที่บรรทุก ดังนั้นล้อที่เลือกใช้ต้องมีคุณสมบัติในการรับน้ำหนักได้ดี และมีความคล่องตัวในการเข็นบังคับอีกด้วย

5. ส่วนป้องกันการกระแทก

ส่วนป้องกันการกระแทก เป็นส่วนที่ป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดจากการที่รถเข็นถูกเข็นไปชนกระแทกกับสิ่งของรอบข้างในขณะทำงาน

3.11 ล้อกับการใช้งาน

ล้อเป็นส่วนสำคัญที่จะนำตัวผลิตภัณฑ์เคลื่อนย้ายไปยังที่ต่าง ๆ ไปตามความต้องการ ล้อที่สามารถนำมาใช้ในการประกอบกับตัวผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ เพื่อใช้งานนั้นสามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางสุบลม
2. ล้อยางตัน

ล้อยางสุบลม

ลักษณะของล้อชนิดนี้จะเป็นขนาดใหญ่ จะมียาง 2 ชั้น ยางชั้นนอกเป็นตัวที่ทำหน้าที่สัมผัสกับพื้นผิวที่เคลื่อนที่ไป ส่วนยางชั้นในนั้นจะเป็นยางที่สุบลมเข้าไปภายในให้เต็มเพื่อรับน้ำหนักของตัวผลิตภัณฑ์

ข้อพิจารณาในการเลือกใช้ล้อต้องคำนึงถึง

- ความแข็งแรงสามารถรับน้ำหนักได้ดี
- ความคล่องตัวในการเคลื่อนที่
- ความนุ่มนวลในการเข็น
- ความยากง่ายในการติดตั้ง บำรุงรักษา
- อายุการใช้งานที่ยาวนาน

- ความสวยงามและหาซื้อได้ง่ายในท้องตลาด
- ราคาที่เหมาะสม

การพิจารณาเลือกใช้ล้อกับรถ ซึ่งหนังสือภายในห้องสมุดนั้น สามารถพิจารณาเลือกประเภทล้อได้ 2 ประเภท คือ

1. ล้อยางนุ่ม
2. ล้อยางตัน

การเลือกใช้งานล้อ

การเลือกใช้งานล้อกับผลิตภัณฑ์แต่ละชนิดนั้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในการใช้งานของผลิตภัณฑ์นั้น ๆ อาจใช้เป็น 2 ล้อ , 3 ล้อ, หรือ 4 ล้อ ซึ่งก็แล้วแต่ว่าลักษณะของการใช้งานจะเหมาะสมเพียงใด

แบบ 2 ล้อ

- เหมาะสมกับการใช้งานที่มีขนาดใหญ่ไม่มากนัก การใช้งานเฉพาะที่และมีการเข็นในระยะสั้น

- ความสำคัญของการเข็นเคลื่อนที่มีน้อยกว่า

โครงสร้างไม่ต้องการความแข็งแรงมากนักอาจมีการพับเก็บได้สำหรับงานที่ไม่ต้องการความแข็งแรงมากนัก

- เหมาะกับใช้ในพื้นที่น้อย เช่น รถเข็นเสิร์ฟอาหาร รถเข็นบาร์ เครื่องดื่ม
- การเข็นมีการบังคับขาก ขณะเข็นคอยระแวดระวังตลอดเวลา
- การเข็นต้องออกแรงมาก

แบบ 3 ล้อ

- เหมาะสำหรับการเข็นตัวผลิตภัณฑ์ที่มีขนาดเล็ก และต้องการความประหยัดเนื้อที่ในการเก็บอาจจะมีการพับหรือห้อนเก็บได้

- มีความคล่องตัวสูง
- รับน้ำหนักได้ไม่มากนัก
- เหมาะสำหรับพื้นที่ขนาดเล็กและมีการเลี้ยวที่แคบและจำกัด เช่น รถเข็นในซูเปอร์มาร์เก็ต รถเข็นเด็กอ่อน

แบบ 4 ล้อ

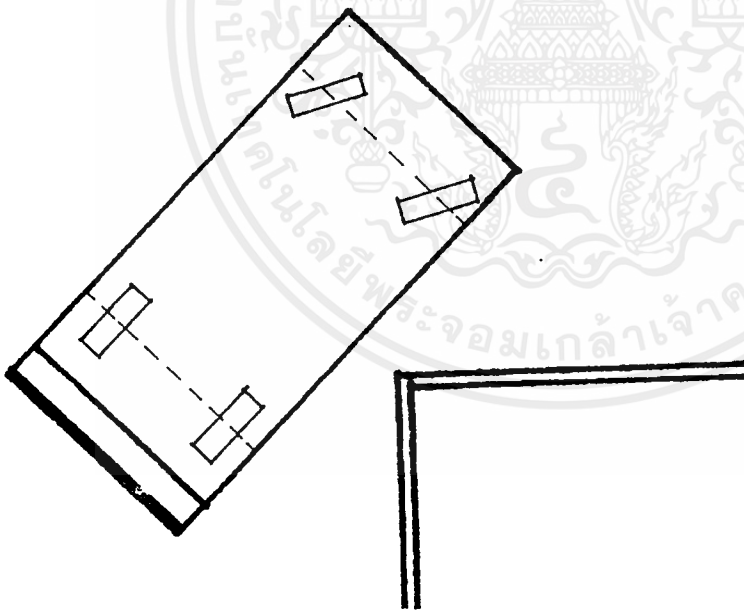
- เหมาะสำหรับผลิตภัณฑ์ที่ต้องการความแข็งแรง และการรับน้ำหนักปานกลาง จนถึงน้ำหนักมาก

- ความคล่องตัวขึ้นอยู่กับชนิดของล้อย และการจัดวางตำแหน่งล้อ
- สามารถรับน้ำหนักและการกระจายน้ำหนักได้ดี มีความสมดุลย์ในการขึ้น

ลักษณะการวางตำแหน่งของล้อ

นอกจากจำนวนล้อและชนิดของล้อแล้ว สิ่งที่จะมีผลต่อการใช้งานของล้อคือ ตำแหน่งของล้อทั้ง 4 การวางตำแหน่งล้อมีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อการเลือกใช้ล้อ เพราะล้อที่ใช้จะมีหลายขนาดหลายรูปแบบ เช่นล้อหมุนได้รอบตัว ล้อแบบติดตายตัว และล้อชนิดที่ลื้อคได้ถ้าหากไม่ศึกษาถึงการวิ่งและความเหมาะสมในการใช้งานจริง การออกแบบอาจผิดพลาดทำให้การเคลื่อนย้ายไม่สะดวกและเป็นปัญหาได้ ดังนั้นต้องศึกษาให้เข้าใจถึงหลักการวางตำแหน่งของล้อในลักษณะต่างๆ และแรงที่จะใช้ในการบังคับให้เคลื่อนไปข้างหน้า หรือบังคับเลี้ยว การใช้ล้อแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

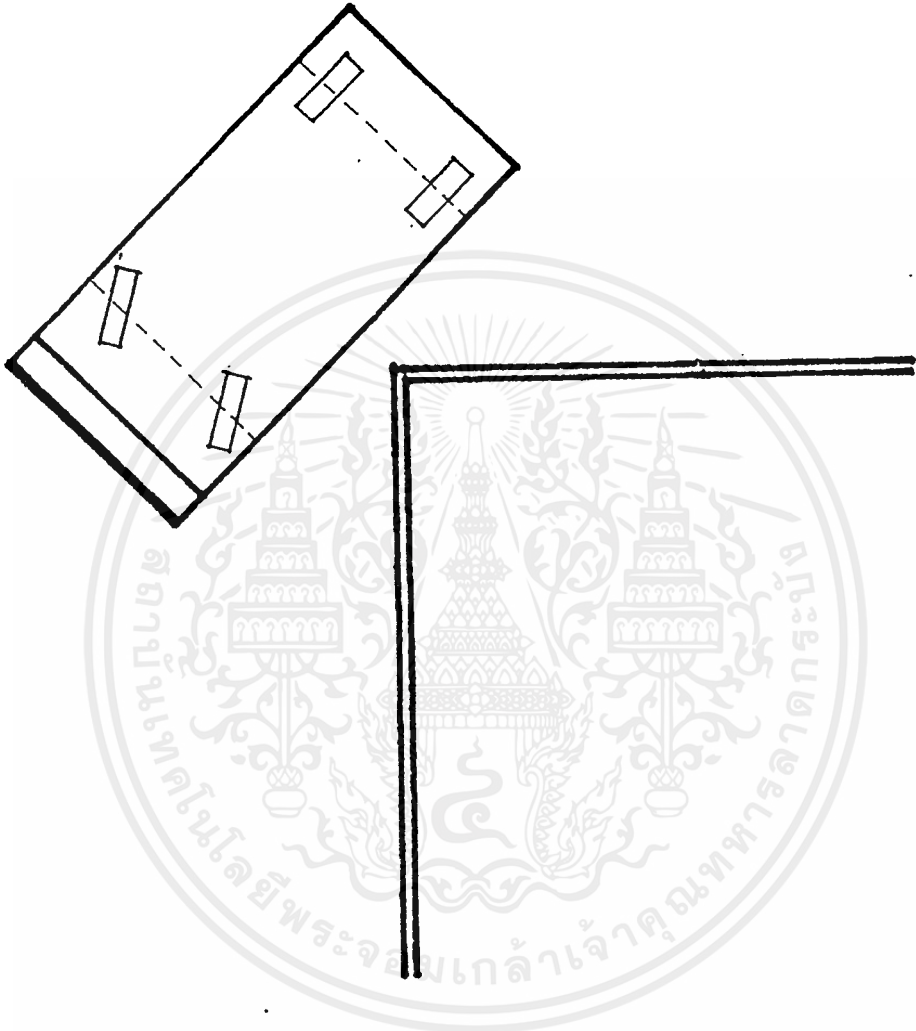
1. ล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย
 2. ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย
 3. หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง
1. ล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาย



ภาพที่ 51 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 1

การใช้ล้อลักษณะนี้ไม่เหมาะสม เพราะผู้ขึ้นต้องอยู่ด้านหลัง แต่จุดหมุนอยู่ด้านหน้า ทำให้การที่จะบังคับรถให้เลี้ยวต้องใช้แรงมากส่งผ่านไปยังล้อหน้า เพื่อบังคับให้รถเลี้ยวซึ่งถ้าขนาดของผลิตภัณฑ์มีน้ำหนักมากจะทำให้การเลี้ยวลำบากยิ่งขึ้นและการบังคับทิศทางตรงยังไม่ดีนัก เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ล้อหลังหมุนได้รอบตัว ล้อหน้าติดตาย

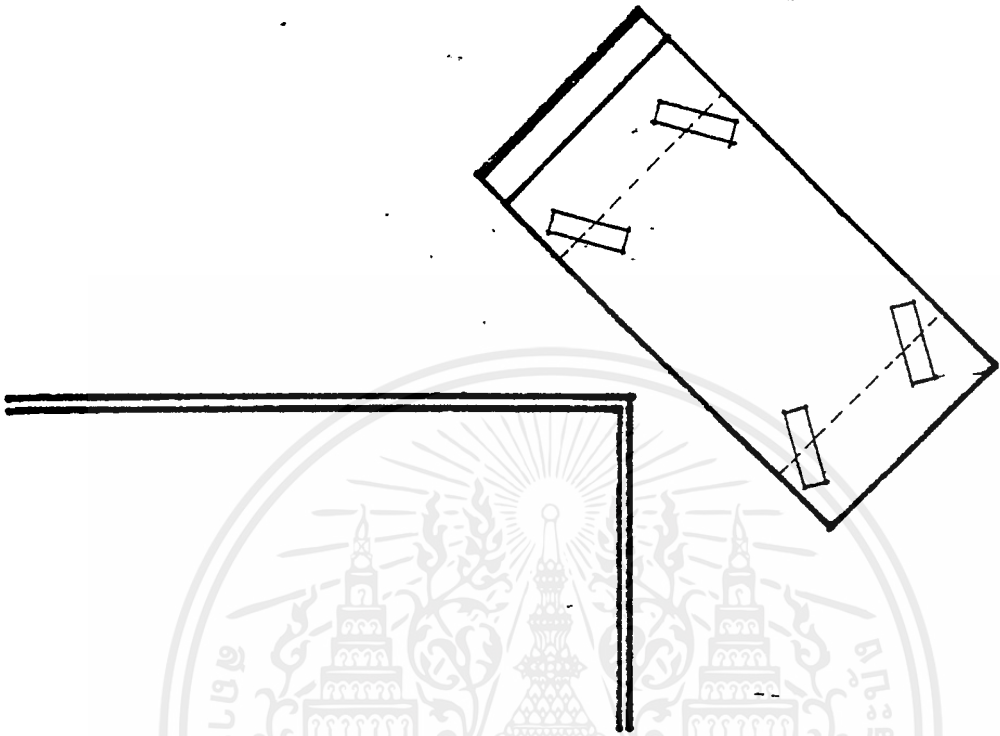


ภาพที่ 52 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 2

การใช้ล้อลักษณะนี้ไม่เหมาะสมพอสมควร เพราะผู้ขึ้นสามารถบังคับให้เลี้ยวได้ง่าย เพราะจุดหมุนหรือล้อที่ใช้เลี้ยวอยู่ใกล้ตัวผู้ขึ้น ทำให้ออกแรงน้อยและเลี้ยวได้สะดวก การบังคับทางตรงทำได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งในการนำไปใช้

3. หมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้า และล้อหลัง



ภาพที่ 53 แสดงการวางตำแหน่งล้อแบบที่ 3

การใช้ล้อลักษณะนี้มีความคล่องตัวสูงมาก เพราะมีการหมุนได้รอบตัวหมดแต่การบังคับทิศทางนั้นต้องใช้แรงมาก การบังคับทิศทางตรงจะยาก เพราะทุกล้อหมุนได้รอบตัวจึงทำให้เกิดแรงที่แยกออกไปจากล้อ จึงต้องบังคับให้ทุกล้อตรงเช่น เดียวกันหมด แต่สำหรับการเลี้ยวจะทำได้สะดวกที่สุด เพราะสามารถรับมุมให้เข้ากับมุมเลี้ยวได้ดี

การพิจารณาการวางตำแหน่งล้อของรถเป็นหนังสือนั้น ควรคำนึงถึง

- ความคล่องตัวในการขึ้นทางตรง
- ความคล่องตัวในการบังคับเลี้ยว
- ใช้แรงน้อยในการควบคุมการขึ้น
- การควบคุมขณะหยุดอยู่กับที่

3.12.1 การศึกษาขนาดของหนังสือ

- ขนาดของหนังสือ กว้าง 18 ซม. ยาว 25 ซม. หน้า 10 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 10 ซม. ยาว 15 ซม. หน้า 2.5 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 15 ซม. ยาว 18 ซม. หน้า 2.5 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 20 ซม. ยาว 25 ซม. หน้า 4 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 25 ซม. ยาว 38 ซม. หน้า 2.5 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 28 ซม. ยาว 33 ซม. หน้า 2.5 ซม.
- ขนาดของหนังสือ กว้าง 14 ซม. ยาว 18 ซม. หน้า 1 ซม.

สรุป ขนาดหนังสือที่กว้างที่สุด 28 ซม. ยาวที่สุด 38 ซม. หน้าที่สุด 4 ซม.

ขนาดหนังสือที่กว้างน้อยที่สุด 10 ซม. ยาว 15 ซม. นาน้อย 1 ซม.

3.12.2 การศึกษาโครงสร้างของรถเข็นมี 2 ประเภท คือ

1. โครงสร้างแบบถอดประกอบได้
2. โครงสร้างแบบติดตายตัว

3.12.3 การศึกษาเรื่องล้อ

1. ล้อยางนุ่ม มีขนาดใหญ่สำหรับใช้กับงานที่มีน้ำหนักมากและใช้บนพื้นที่ไม่เรียบ ขรุขระ หรือพื้นที่ต่างระดับ

2. ล้อยาง เหมาะกับรถเข็นขนาดเล็กใช้ในพื้นที่ไม่ขรุขระมากนักได้แก่

ล้อยาง ล้อพีโนลิต ล้อโพลียูเรเทน ล้อเหล็ก ล้อไนลอน ล้อยางอ่อน

3.12.4 การศึกษาความสามารถของคนในการออกแรง

1. ความสามารถของคนสมบูรณ์อายุระหว่าง 19-45 ปี เป็นน้ำหนักมากที่สุด
ในพื้นราบได้สบายไม่เกิน 550 ปอนด์ หรือ 250 กิโลกรัม

คนปกติมีแรง 75 วัตต์ หรือ 0.10 กำลังม้า

แรงสูงสุด 2 กำลังม้า ใน 10 วินาที

350 วัตต์ ใน 1 วินาที

น้ำหนักของสัมภาระไม่ควรเกิน 200 กิโลกรัม

3.12.5 การศึกษาชนิดของไม้อัด

1. ไม้อัดสลักชั้น ขนาดมาตรฐาน กว้างยาวขนาด 122x244 ซม. ความหนาไม่เกิน 1.5-2.0 มม.

2. ไม้อัดแผ่นเรียบขนาดมาตรฐาน กว้างยาว 122x244 ซม. ความหนา

2.5-6.0 มม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. พาร์ติเคิลบอร์ด ขนาดมาตรฐาน กว้างยาว 122x244 ซม. ความหนา

1.5-2.0 มม.

3.12.6 การศึกษาชนิดของเหล็ก

คุณสมบัติของเหล็ก - มีความแข็งแรงน้ำหนักได้ดี

- การจับรูปได้ง่าย
- การยึดประกอบและตกแต่งได้ง่าย
- หาซื้อได้ง่าย มีราคาถูก

1. เหล็กกลมกลวง มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางนอก 21.3 - 224.5 ม.
2. เหล็กทอสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 5.0x20 มม. - 120x 120 มม.
3. เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสกลวงมีขนาด 20x20 มม. - 120x120 มม.

3.12.7 การศึกษาชนิดของโลหะแผ่น

โลหะแผ่นโดยทั่วไปแบ่งเป็น 2 ประเภท

1. โลหะแผ่นเปลือย
2. โลหะแผ่นเคลือบผิว

ขนาดของโลหะแผ่น 36x36 นิ้ว ความหนาไม่เกิน 3-16 นิ้ว

3.12.8 การศึกษาประเภทพลาสติก

ประเภทของพลาสติกมี 2 ประเภทคือ

1. พลาสติกคงรูป หรือเทอร์โมเซตติง
2. พลาสติกเปลี่ยนรูป หรือ เทอร์โมพลาสติก

3.12.9 การศึกษาประเภทของยาง

ประเภทของยางสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ยางธรรมชาติ
2. ยางสังเคราะห์

3.12.10 ' การศึกษาเกี่ยวกับโครงสร้างการเคลือบผิววัสดุ

ประเภทของการเคลือบผิว มี 2 ประเภทคือ

1. การชุบสี
2. การพ่น

3.12.11 การศึกษาลักษณะการวางหนังสือ

1. แบบแนวนอน



ข้อดี - วางหนังสือได้ง่ายและจำนวนมาก

ข้อเสีย - หยิบออกจากกรถเข็นยาก

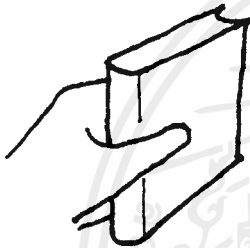
- อ่านหมวดยาก

- หนังสือวางได้เอียงไม่เป็นระเบียบ

- เรียงหมวดไม่ได้ เพราะขนาดของหนังสือ

- เสียเวลาในการจัดเก็บเข้าชั้น

2. แบบแนวตั้ง



ข้อดี - อ่านหมวดได้ง่าย

- หยิบหนังสือได้ง่าย

- จัดหนังสือได้เป็นระเบียบ

- เรียงหมวดของหนังสือได้สะดวก

- เก็บหนังสือได้รวดเร็ว

ข้อเสีย - หนังสือปกอ่อนจะรับได้ง่าย

3. แบบแนวเฉียง



ข้อดี - อ่านหมวดได้ง่ายกว่าแบบที่ 2

- หยิบหนังสือได้ง่ายกว่าแบบที่ 2

- จัดหนังสือได้ง่ายเป็นระเบียบกว่าแบบที่ 2

- เรียงหมวดของหนังสือได้สะดวกกว่าแบบที่ 2

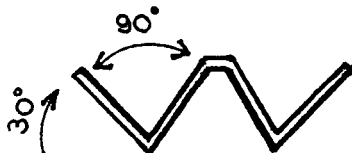
- เก็บหนังสือได้รวดเร็วกว่าแบบที่ 2

ข้อเสีย - หนังสือปกอ่อนจะล้มได้ง่าย

สรุป เลือกลักษณะตารางหนังสือแบบแนวเฉียงเพราะมีคุณสมบัติดีกว่าแบบที่ 1 และแบบที่ 2

3.12.12 การศึกษาส่วนวางหนังสือแบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ

1.



ข้อดี - สามารถใส่หนังสือได้ 2 ด้าน

- การหยิบใช้งานได้สะดวก

- การจัดเรียงเป็นระเบียบ

- เรียงหมวดได้ง่าย

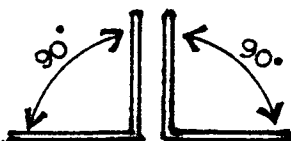
- การวางหนังสือได้ง่าย

ข้อเสีย - ไม่สามารถวางหนังสือได้จำนวนมาก

- ไม่สามารถวางหนังสือที่มีขนาดใหญ่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.



- ข้อดี**
- สามารถใส่หนังสือได้ 2 ด้าน
 - การหยิบใช้งานได้สะดวก
 - สามารถวางหนังสือโดยที่หัวมุมหนังสือไม่ชนกัน
 - เรียงหมวดได้ง่าย
- ข้อเสีย**
- ไม่สามารถวางหนังสือที่มีขนาดใหญ่ได้
 - ใช้พื้นที่ได้ไม่เต็มที่

3.

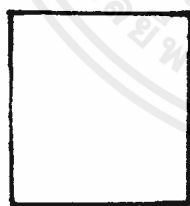


- ข้อดี**
- สามารถวางหนังสือได้ปริมาณมาก
 - สามารถวางหนังสือได้ทั้งสองด้าน
 - สามารถจัดวางหนังสือได้ทั้งแนวตั้งและแนวนอน
- ข้อเสีย**
- การหยิบใช้งานได้ไม่สะดวก
 - จัดเรียงหนังสือได้ไม่เป็นระเบียบ
 - การมองหนังสือลำบาก

สรุป เลือกลักษณะส่วนวางหนังสือแบบข้อที่ 1 เพราะมีคุณสมบัติดีกว่าแบบที่ 2 และแบบที่ 3

3.12.13 การศึกษารูปแบบของโครงสร้างรถเข็น

1. สถานที่

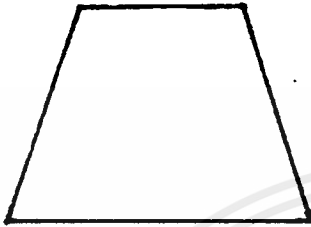


แบบที่ 1 รูปทรงสี่เหลี่ยม

- การเก็บหนังสือใช้งานมีความสะดวกมาก
 - การเข็นรถเข้าช่องเก็บหนังสือได้อย่างสะดวก
 - ในอาคารเข็นจะมีความสัมพันธ์ต่อขนาดสัดส่วนของมนุษย์ได้ดี
 - การเข็นมีความคล่องตัว
 - การหยิบหนังสือได้ง่าย
 - ความปลอดภัยในการเข็นสูง
- #### 2. การผลิต
- ประหยัดวัสดุ
 - ง่ายต่อการผลิต

แบบที่ 2 รูปทรงสี่เหลี่ยมคางหมู 1. สถานที่

- การเก็บหลังจากใช้งานได้สะดวก
- การขึ้นเข้าช่องเก็บหนังสือได้ไม่สะดวก
- ในการขึ้นจะไม่ค่อยมีความสะดวกต่อขนาดสัดส่วนของมนุษย์
- การขึ้นจะไม่ค่อยคล่องตัว



2. การผลิต

- ลำบากต่อการผลิต
- เปลืองวัสดุ

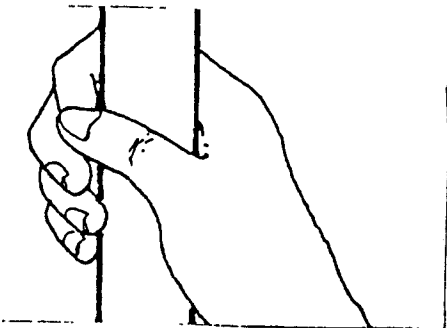
สรุป เลือกการศึกษารูปแบบของโครงสร้างรถขึ้นแบบรูปทรงสี่เหลี่ยม เพราะเหมาะสมกับการใช้งาน

3. 12. 14 การศึกษาลักษณะการจับ



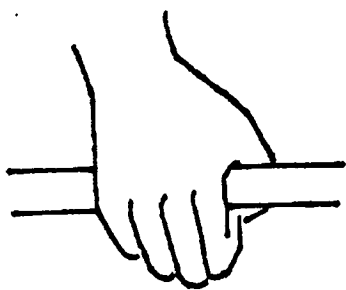
ในการจับ ขึ้นจะมีความสอดคล้องกับการใช้งาน สามารถบังคับทิศทางในการขึ้นทางตรงและเลี้ยวได้

แบบที่ 1



ลักษณะการจับจะเป็นการดึงผลักและ ขึ้นไปในทางตรงและเลี้ยวได้ดี

แบบที่ 2

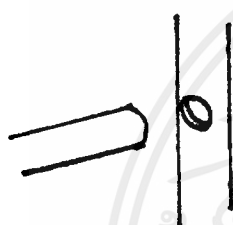


ลักษณะการจับจะเป็นแบบลากจะเป็นการบังคับทิศทางไปข้างหน้า

แบบที่ 3

สรุป เลือกการจับเป็นในแบบที่ 2 เพราะมีความเหมาะสมกับการใช้งาน

3.12.15 การศึกษาโครงสร้างของรถเข็น



1. แบบถอดประกอบ

- ข้อดี - ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
- ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
- ข้อเสีย - โครงสร้างไม่แข็งแรง
- รับน้ำหนักมากไม่ได้
- กรรมวิธีการผลิตและการถอดประกอบยุ่งยาก
- ราคาสูงถ้าผลิตในจำนวนมาก



2. แบบติดตาย

- ข้อดี - โครงสร้างมีความแข็งแรง
- สามารถรับน้ำหนักได้มากกว่าแบบถอดประกอบ
- การบำรุงรักษาและการซ่อมแซมทำได้ง่าย
- ใช้วัสดุน้อยกว่าแบบถอดประกอบ
- ราคาถูกกว่าแบบถอดประกอบ
- ข้อเสีย - ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการขนส่ง
- ไม่ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ

สรุป เลือกโครงสร้างของรถเข็นแบบติดตายเพราะเหมาะสมกับการใช้งาน

3.12.16 การศึกษาประเภทของล้อ

1. ล้อยางสุบลม
 - มีเส้นผ่าศูนย์กลางของล้อใหญ่
 - ใช้กับงานที่ต้องรับน้ำหนักมากๆ
 - สามารถใช้งานบนพื้นขรุขระมีหลุมพอได้ดี
 - ล้อแบบนี้ใช้กับ รถเข็นขนาน้ำ ขาอาหาร

2. ล้อยางตัน
 - เหมาะสมกับรถที่มีขนาดเล็ก
 - ใช้งานภายในตัวอาคาร
 - สามารถใช้งานบนพื้นราบเรียบได้ดี
 - ล้อชนิดนี้ใช้กับรถเข็นเด็ก รถเข็นเสิร์ฟอาหาร

สรุป เลือกประเภทของล้อแบบล้อยางตันเพราะเหมาะสมกับการใช้งาน

3.12.17 การศึกษาวัสดุที่ใช้ทำยางล้อ

1. ยางธรรมชาติ
 - เหมาะสำหรับงานที่รับน้ำหนักปานกลาง
 - มีราคาถูก
 - สะดวกในการเคลื่อนย้าย
2. เหล็ก
 - เหมาะสำหรับงานที่รับน้ำหนักมาก
 - มีน้ำหนักมากกว่ายางธรรมชาติ
 - สะดวกในการเคลื่อนย้าย

สรุป เลือกวัสดุที่ใช้ทำยางล้อ คือ ยางธรรมชาติ เหมาะสมกับการใช้งาน

3.12.18 การศึกษาการบังคับเคลื่อน

1. แบบล้อหน้าหมุนได้รอบตัว ล้อหลังติดตาม - เช่น รถเข็นเด็กอ่อน
2. แบบล้อหน้าติดตาย ล้อหลังหมุนได้รอบตัว - เช่น รถเข็นในรูปเปอร์มาร์เก็ต
3. แบบล้อหมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง - เช่น รถเข็นหนังสือ รถเข็นอาหาร

สรุป เลือกการบังคับเคลื่อนแบบล้อหมุนได้รอบตัวทั้งล้อหน้าและล้อหลัง

3.12.19 การศึกษาขนาดของรถเข็น

1. ความสูงของรถเข็น - ได้จากขนาดสัดส่วนของมนุษย์ความสูงจากพื้นถึง

ส่วนเก็บหนังสือบนสุด 125 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ความกว้างของรถเข็น

1. ได้จากระยะห่างของช่องทางเดิน
2. ได้จากขนาดสัดส่วนของมนุษย์
3. ได้จากขนาดของหนังสือ

พิจารณาจาก 3 ข้อนี้จะกว้าง 47 ซม.

3. ความยาวของรถเข็น

1. ปริมาณหนังสือ
2. ขนาดสัดส่วนมนุษย์

พิจารณาจาก 2 ข้อนี้จะยาว 68 ซม.

4. ระยะตัวรถถึงมือจับขนาด 10 ซม.

5. ขนาดของล้อ - เส้นผ่าศูนย์กลาง 100 มม. กว้าง 22 มม.

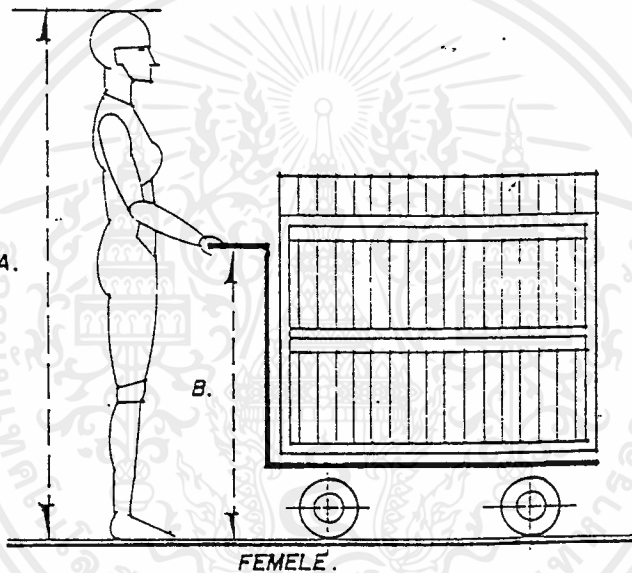
6. โครงสร้างเหล็กเหล็กลมกลวงขนาด 1 นิ้ว

7. เหล็กลมกลวงส่วนมือจับขนาด 6 หุน

8. เหล็กลมกลวงเสริมขนาด 6 หุน

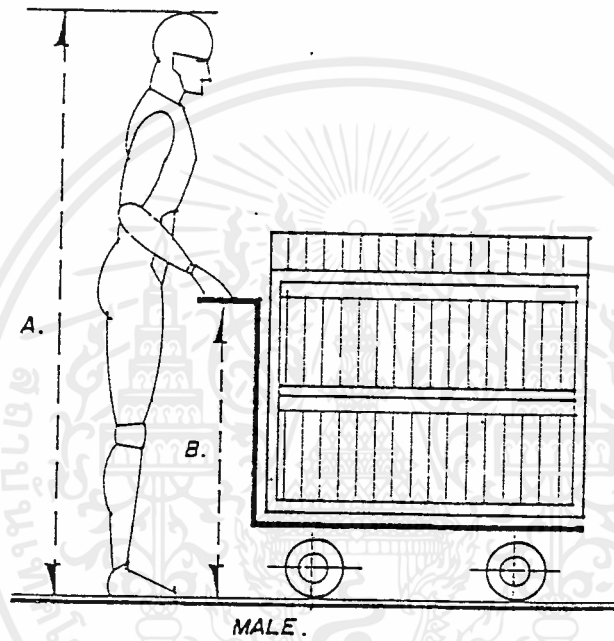
9. พลาสติกส่วนรองรับหนังสือกว้าง 21 ซม. ยาว 42 ซม. สูง 30 ซม.

3.12.20 การศึกษาทฤษฎีภาคมนุษย์ที่เหมาะสมกับการใช้รถเข็นหนังสือ ลักษณะสัดส่วน
ความสูง และระยะห่างในการจับรถเข็น



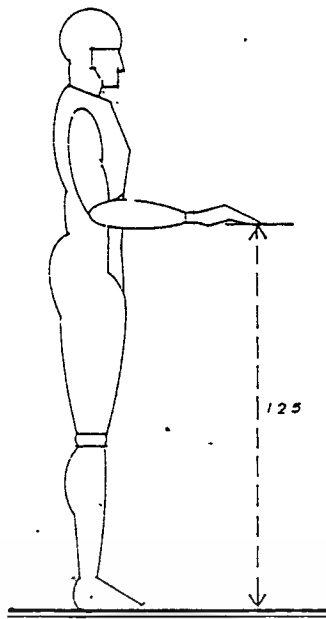
ภาพที่ 54 แสดงความสูงเฉลี่ยของหญิงไทยประมาณ 155 ซม. และความสูงของมือจับควรวอยู่
ระหว่าง 80-110 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

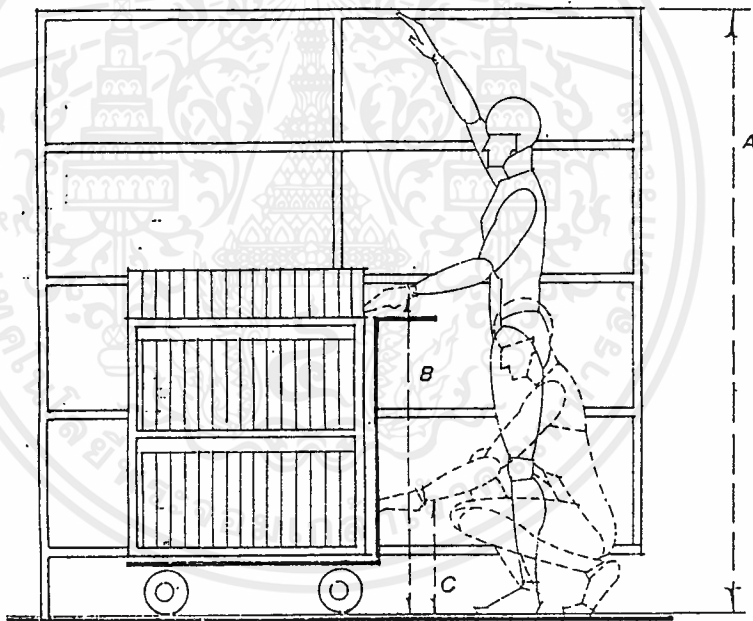


ภาพที่ 55 แสดงความสูงเฉลี่ยของชายไทยประมาณ 160 ซม. และความสูงของมือ
จับควรอยู่ระหว่าง 90 - 125 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 56 แสดงความสูงในการปฏิบัติงานของการใช้รถเข็นหนังสือ ชั้นหนังสือ ภายในห้องสมุดซึ่งมีความสูงขนาด 125 ซม.



ภาพที่ 57 แสดงภาพขนาดสัดส่วนที่สัมพันธ์กันในการปฏิบัติงานของผู้ใช้รถเข็นในขณะนำหนังสือออกจากตัวรถ เพื่อนำไปเก็บบนชั้นวางหนังสือซึ่งจะมีระยะความสูงในการปฏิบัติงาน ดังนี้

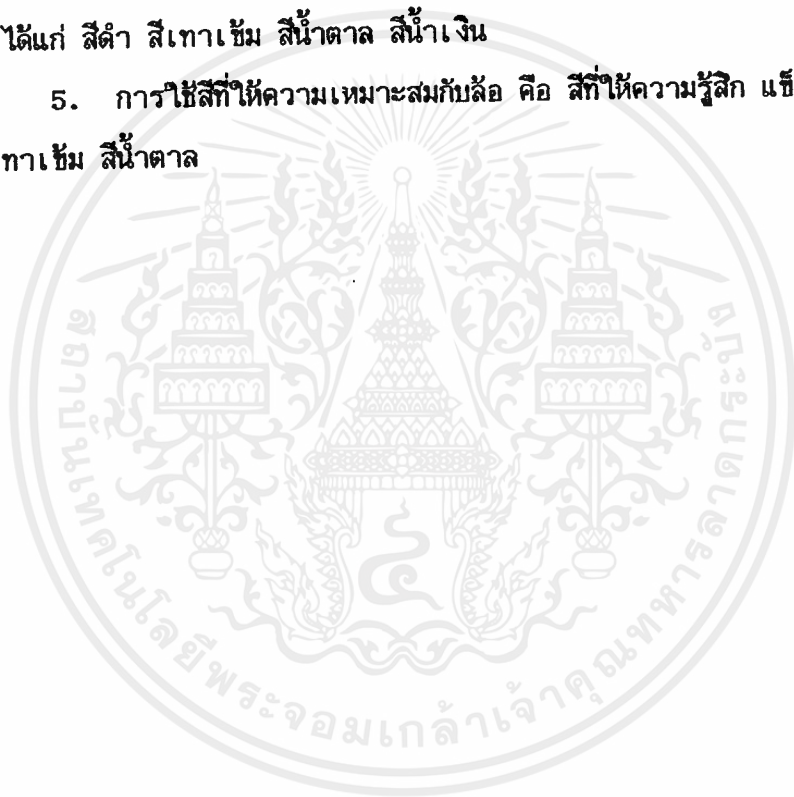
A	ระยะสูงสุด	200 ซม.
B	ระยะกลาง	90-125 ซม.
C	ระยะต่ำสุด	30-50 ซม.

สรุป สำหรับระยะความสูงของที่จับสำหรับการใช้รถเข็นที่เหมาะสมกับคนไทย คือ 90-125 ซม.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

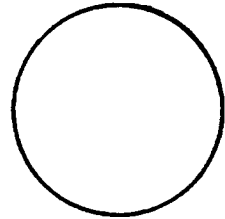
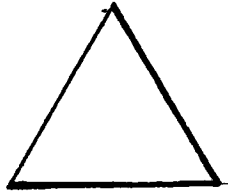
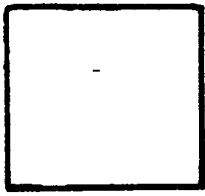
3.12.21 การศึกษาคติวิทยาการใช้สี

1. การใช้สีที่เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด (โครงสร้างผลิตภัณฑ์) คือ มีความกลมกลืนกับบรรยากาศของห้องสมุดแห่งชาติ ได้แก่ สีดำ สีน้ำตาล สีเทาเข้ม
2. การใช้สีที่เหมาะสมกับส่วนเปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์ คือ มีความกลมกลืนแข็งแรง มั่นคง ได้แก่ สีดำ สีน้ำตาล สีเทาเข้ม
3. การใช้สีที่เหมาะสมกับส่วนมือจับ คือ สีที่ให้ความรู้สึก แข็งแรง มั่นคง ได้แก่ สีดำ สีเทาเข้ม สีน้ำตาล
4. การใช้สีที่เหมาะสมกับส่วนรองรับหนังสือ คือ สีที่ให้ความรู้สึก แข็งแรง มั่นคง ได้แก่ สีดำ สีเทาเข้ม สีน้ำตาล สีน้ำเงิน
5. การใช้สีที่เหมาะสมกับล้อ คือ สีที่ให้ความรู้สึก แข็งแรง มั่นคง ได้แก่ สีดำ สีเทาเข้ม สีน้ำตาล



3.12.21 การวิเคราะห์ข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ รูปทรงของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด ดังนี้



1. รูปทรงสี่เหลี่ยม 2. รูปทรงสามเหลี่ยม 3. รูปทรงวงกลม

ตารางที่ 14 การวิเคราะห์รูปทรงของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุด

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ	5	3	4
2	มีฐานที่มั่นคง	5	5	2
3	มีกรรมวิธีผลิตที่ง่าย	5	4	3
4	สามารถบรรจุหนังสือได้มาก	5	3	4
5	สามารถรับน้ำหนักได้ดี	4	3	2
รวม		24	16	15

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกรูปทรงของรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดคือ รูปทรงสี่เหลี่ยม เพราะมีคุณสมบัติ
เป็นไปตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.22 การวิเคราะห์ชนิดของโครงสร้างรถ ขึ้นหนังสือ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของโครงสร้างรถ ขึ้นหนังสือ ดังนี้

1. แบบถอดประกอบได้
2. แบบติดตายตัว

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์เลือกชนิดของโครงสร้างรถ ขึ้นหนังสือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	5	4
2	การรับน้ำหนักได้มาก	5	4
3	กรรมวิธีผลิตที่ง่าย	4	3
4	อายุการใช้งานนาน	4	3
5	ราคาถูก	4	3
6	การบำรุงรักษาง่าย	4	3
รวม		26	20

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของโครงสร้างรถ ขึ้นหนังสือแบบติดตายตัว เพราะมีคุณสมบัติตามข้อพิจารณา

3.12.23 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก ดังนี้

1. ไม้
2. เหล็ก
3. อลูมิเนียม

ตารางที่ 16 การวิเคราะห์วัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลัก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	5	5	4
2	การรับน้ำหนักได้มาก	4	5	3
3	อายุการใช้งานนาน	5	5	4
4	ทนต่อแรงกระแทกสูง	4	5	3
5	กรรมวิธีการผลิตง่าย	3	5	4
6	ราคาถูก	2	4	3
รวม		23	29	21

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้างหลักคือ เหล็ก เพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.24 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้าง ร่องรับหนังสือ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างร่องรับหนังสือ ดังนี้

1. เหล็กท่อกกลมกลวง
2. เหล็กท่อกลวงสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. เหล็กท่อกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตารางที่ 17 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างร่องรับหนังสือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	3	3	4
2	กรรมวิธีการผลิตง่าย	2	3	4
3	น้ำหนักเบา	2	3	4
4	ราคาถูก	3	3	4
5	การเชื่อมต่อได้ดี	3	2	3
รวม		13	14	19

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างหลักคือ เหล็กท่อกลวงสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพราะมีคุณสมบัติตามข้อพิจารณา

3.12.25 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างด้านข้าง

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างด้านข้าง
ดังนี้

1. เหล็กทอกลมกลวง
2. เหล็กทอกลมสี่เหลี่ยมผืนผ้า
3. เหล็กทอกลมสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ตารางที่ 18 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างด้านข้าง

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	4	3	4
2	กรรมวิธีการผลิตง่าย	2	4	4
3	น้ำหนักเบา	3	3	5
4	ราคาถูก	5	2	5
5	การเชื่อมต่อได้ดี	3	3	4
รวม		17	15	22

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของเหล็กที่นำมาใช้ทำโครงสร้างด้านข้าง คือ เหล็กสี่เหลี่ยมจัตุรัสเพราะมีคุณสมบัติตามข้อพิจารณา

3.12.26 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบเหล็ก
สี่เหลี่ยมจัตุรัส

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบ
เหล็กดังนี้

1. เหล็กเส้นตัน
2. เหล็กกลมกลวง
3. เหล็กแผ่น

ตารางที่ 19 การวิเคราะห์ชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบเหล็ก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	3	4	3
2	การรับน้ำหนักดี	3	3	2
3	อายุการใช้งาน	3	4	3
4	กรรมวิธีการผลิตง่าย	3	3	2
5	ราคาถูก	3	3	2
รวม		15	17	12

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของเหล็กที่จะนำมาใช้ทำโครงสร้างส่วนประกอบคือ เหล็กกลมกลวง เพราะมี
คุณสมบัติตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.27 การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเข็น

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเข็น ดังนี้

1. แบบถอดประกอบได้
2. แบบติดตาย

ตารางที่ 20 การวิเคราะห์การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเข็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ความแข็งแรง	2	3
2	ความสะดวกในการติดตั้ง	3	2
3	การทำความสะอาด	3	2
4	การบำรุงรักษา	3	2
รวม		11	9

คำที่แรง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกใช้การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือ บนตัวรถเข็น แบบถอดประกอบได้ เพราะมีคุณสมบัติตามข้อพิจารณา

3.12.28 การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติก

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ประเภทของพลาสติก ดังนี้

1. เทอร์โมเซตติ้ง (THERMOSETTING)
2. เทอร์โมพลาสติก (THERMOPLASTIC)

ตารางที่ 21 การวิเคราะห์ประเภทของพลาสติก

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรม	3	3
2	ความแข็งแรง	2	3
3	ราคาถูก	2	3
4	มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้	2	3
รวม		9	12

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกประเภทของพลาสติกที่นำมาใช้ คือ เทอร์โมพลาสติก เพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

3.12.29 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวเขียนหนังสือ

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเขียนหนังสือ ดังนี้

1. ไม้อัดแผ่นเรียบ
2. พาร์ติเคิลบอร์ด
3. เหล็กแผ่น
4. ไฟเบอร์กลาส
5. พลาสติก

ตารางที่ 22 ชนิดของวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเขียนหนังสือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา				
		1	2	3	4	5
1	ความแข็งแรง	3	2	3	4	5
2	การรับน้ำหนักดี	2	2	3	3	4
3	น้ำหนักเบา	3	3	2	3	4
4	การบำรุงรักษา	2	3	3	4	4
5	ราคาถูก	4	3	4	2	4
	รวม	13	13	15	16	20

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของวัสดุทำส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถเขียนหนังสือ คือ พลาสติกเพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

3.12.30 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ ขึ้น
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ ขึ้น
ดังนี้

1. โพลีโพรพิลีน
2. โพลีเอทิลีน
3. โพลีสไตรีน
4. เอซีเอส

ตารางที่ 23 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนรองรับหนังสือบน

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ทนแรงกระแทก	4	3	3	3
2	สามารถรับน้ำหนักได้ดี	3	2	2	2
3	ทนความร้อนได้ดี	3	3	2	4
4	ความแข็งแรง	4	3	2	3
รวม		14	11	9	12

ค่าชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนรองรับหนังสือบนตัวรถ คือ พลาสติกโพลีโพรพิลีน
เพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.12.31 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนเม็ดด้านข้างของส่วนวางหนังสือ หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนเม็ดด้านข้าง ดังนี้
1. โพลีโพรพิลีน
 2. โพลีสไตรีน
 3. โพลีเอทิลีน
 4. เอซีเอส

ตารางที่ 24 การวิเคราะห์ชนิดของพลาสติกที่ใช้เป็นส่วนเม็ดด้านข้างของส่วนวางหนังสือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา			
		1	2	3	4
1	ทนแรงกระแทก	5	3	2	3
2	สามารถรับน้ำหนักได้ดี	4	2	3	2
3	มีความแข็งแรง	4	3	2	4
4	ทนแรงดึง	5	3	3	3
	รวม	18	11	10	12

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกส่วนเม็ดด้านข้างของรถเข็น คือ พลาสติก โพลีโพรพิลีน เพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

3.12.32 การวิเคราะห์วัสดุที่ปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์

หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ วัสดุที่ปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์ ดังนี้

1. ไม้อัดแผ่นเรียบ
2. เหล็กแผ่น
3. พลาสติก

ตารางที่ 25 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์

ลำดับที่	ชื่อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา		
		1	2	3
1	ความแข็งแรง	5	4	2
2	น้ำหนักเบา	4	3	2
3	การรับน้ำหนักดี	4	3	3
4	การบำรุงรักษาง่าย	4	3	3
5	ราคาถูก	5	2	3
รวม		22	15	13

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกวัสดุที่ปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์คือไม้ อัดแผ่นเรียบ เพราะมีคุณสมบัติเป็นไปตามชื่อพิจารณา

- 3.12.33 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุที่ใช้หุ้มมือจับรถเข็น
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ชนิดของวัสดุที่ใช้หุ้มมือจับรถเข็น
1. พลาสติก
 2. ยางสังเคราะห์

ตารางที่ 26 การวิเคราะห์ชนิดของวัสดุสำหรับมือจับรถเข็น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	ราคาถูก	4	2
2	หาซื้อได้ง่าย	4	2
3	สะดวกต่อการผลิต	4	3
4	ทำความสะอาดง่าย	3	3
5	รับแรงกดได้ดี	3	3
6	มีความยืดหยุ่นดี	4	3
รวม		22	16

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกชนิดของวัสดุสำหรับมือจับรถเข็นคือใช้ ยางสังเคราะห์ เพราะมีคุณสมบัติเป็น

ไปตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 3.12.34 การวิเคราะห์ส่วนยึดด้านข้างของรถ ขึ้น
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ ส่วนยึดด้านข้างของรถ ขึ้น
1. บานพับ
 2. จุดหมุน

ตารางที่ 27 การวิเคราะห์ส่วนยึดด้านข้างของรถ ขึ้น

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	มีความแข็งแรง	4	3
2	ทนทาน	4	2
3	รับแรงเหวี่ยงได้ดี	3	3
4	อายุการใช้งานนาน	4	2
5	การยึดต่อดี	4	3
6	รับแรงดึงได้ดี	4	3
รวม		23	16

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกส่วนยึดด้านข้างของรถ ขึ้นแบบเป็นบานพับ เพราะมีคุณสมบัติ ตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.35 การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของโครงสร้างหลักของรถเข็นหนังสือ
หัวข้อที่นำมาวิเคราะห์ การเคลื่อนไหวของโครงสร้างหลักของรถเข็นหนังสือ
ดังนี้

1. พ่นสี
2. ทับสี

ตารางที่ 28 การวิเคราะห์การเคลื่อนไหวของโครงสร้างหลักของรถเข็นหนังสือ

ลำดับที่	ข้อพิจารณา	หัวข้อที่นำมาพิจารณา	
		1	2
1	อายุการใช้งานนาน	3	3
2	ราคาถูก	2	3
3	ความสวยงาม	4	4
4	ทนต่อการเกิดสนิม	1	3
5	กรรมวิธีการผลิตง่าย	4	3
6	ทำสีได้มาก	4	2
รวม		21	18

คำชี้แจง	5	หมายถึง	มากที่สุด
	4	"	มาก
	3	"	ปานกลาง
	2	"	น้อย
	1	"	น้อยมาก

สรุป เลือกการเคลื่อนไหวของโครงสร้างหลักของรถเข็นหนังสือแบบการพ่นสี เพราะมี

คุณสมบัติเป็นไปตามข้อพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.36 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับโครงสร้างหลักผลิตภัณฑ์

สีที่นำมาพิจารณาคือต้องให้ความรู้สึก กลมกลืน แข็งแรง เชื่อมมัน
สีที่ได้นำมาพิจารณา มีดังนี้คือ

1. สีดำ
2. สีน้ำตาล
3. สีเทาเข้ม

สรุป เลือกสีดำใช้กับโครงสร้างผลิตภัณฑ์

3.12.37 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับส่วนเปิด ด้านข้างผลิตภัณฑ์

สีที่นำมาพิจารณาคือต้องให้ความรู้สึก กลมกลืน สถานที่
สีที่ได้นำมาพิจารณา มีดังนี้คือ

1. สีน้ำตาล
2. สีดำ
3. สีเทาเข้ม

สรุป เลือกสีน้ำตาลใช้กับส่วนเปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์

3.12.38 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับส่วนมือจับ

สีที่นำมาพิจารณาคือต้องให้ความรู้สึก มั่นคง แข็งแรง สง่างาม
สีที่ได้นำมาพิจารณา มีดังนี้คือ

1. สีดำ
2. สีเทาเข้ม
3. สีน้ำตาล
4. สีน้ำเงิน

สรุป เลือกสีน้ำตาลใช้กับส่วนรองรับหนังสือ

3.12.39 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับส่วนรองรับหนังสือ

สีที่นำมาพิจารณาคือต้องให้ความรู้สึก กลมกลืนกับสถานที่
สีที่ได้นำมาพิจารณา มีดังนี้คือ

1. สีดำ
2. สีเทาเข้ม
3. สีน้ำตาล
4. สีน้ำเงิน

สรุป เลือกสีน้ำตาลใช้กับส่วนรองรับหนังสือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.12.40 การวิเคราะห์สีที่ใช้กับลัทธิเซ็น

สีที่นำมาพิจารณาคือต้องให้ความรู้สึก มั่นคง แข็งแรง สง่างาม
สีที่ได้นำมาพิจารณา มีดังนี้คือ

1. สีดำ
2. สีเทาเข้ม
3. สีน้ำตาล

สรุป เลือกสีดำใช้กับลัทธิเซ็น



บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

รถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ จากการศึกษาข้อมูล การรวบรวมข้อมูล การวิเคราะห์ข้อมูลแล้ว ก็จะเป็นการสรุปผลการวิเคราะห์ เพื่อนำไปสู่การออกแบบได้ ดังนี้

4.1 การออกแบบ

- 4.1.1 รูปทรงของตัวรถเข็นหนังสือเป็นทรงสี่เหลี่ยม
เพราะ ประหยัดเนื้อที่ในการจัดเก็บ
สามารถบรรจุหนังสือได้จำนวนมาก
มีกรรมวิธีการผลิตที่ง่าย
สามารถรับน้ำหนักได้ดี
- 4.1.2 โครงสร้างหลักเป็นแบบ เชื่อมติดตายตัว
เพราะ มีความแข็งแรงสูง
การรับน้ำหนักได้ดี
กรรมวิธีการผลิตง่าย
อายุในการใช้งานนาน
- 4.1.3 โครงสร้างหลักให้เหล็กเป็นวัสดุ
เพราะ มีความแข็งแรง
ทนต่อแรงกระแทกได้สูง
กรรมวิธีการผลิตง่าย
รับน้ำหนักได้มาก
- 4.1.4 ชนิดเหล็กที่ใช้ทำโครงสร้างของรถเข็นส่วนรองรับหนังสือ คือ เหล็กท่อกลวงกลม
เพราะ ประกอบได้ง่าย
การเชื่อมต่อได้ดี
มีน้ำหนักที่เบา
สะดวกต่อกรรมวิธีการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 4.1.5 ชนิดของเหล็กที่นำมาทำโครงสร้างประกอบ คือ เหล็กกลมกลาง
 เพราะ ประกอบได้ง่าย
 มีน้ำหนักที่เบา
 การเชื่อมต่อได้ดี
 สะดวกต่อกรรมวิธีในการผลิต
- 4.1.6 ชนิดของเหล็กที่นำมาทำโครงสร้างด้านข้าง คือ เหล็กกลมกลาง
 เพราะ ประกอบได้ง่าย
 มีน้ำหนักที่เบา
 การเชื่อมต่อได้ดี
 สะดวกต่อกรรมวิธีในการผลิต
- 4.1.7 วัสดุที่นำมาทำส่วนรองรับหนังสือ คือ พลาสติก
 เพราะ สามารถรับน้ำหนักได้ดี
 บำรุงรักษาง่าย
 มีน้ำหนักเบา
- 4.1.8 รูปแบบส่วนวางหนังสือเป็นแบบใส่หนังสือได้ 2 ด้าน
 เพราะ หยิบใช้งานได้สะดวก
 มองเห็นหนังสือได้ง่าย
 การจัดเรียงเป็นระเบียบ
 เรียงหมวดได้ง่าย
- 4.1.9 ประเภทของพลาสติกที่นำมาใช้คือ เทอร์โมพลาสติก
 เพราะ สามารถผลิตในระบบอุตสาหกรรมได้
 มีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้
 มีความแข็งแรงในการรับน้ำหนัก
- 4.1.10 ชนิดของพลาสติก คือ โพลีโปรพิลีน
 เพราะ สามารถทนแรงกระแทก
 สามารถรับน้ำหนักได้ดี
 ทนความร้อนได้สูง

- 4.1.11 การติดตั้งส่วนรองรับหนังสือเป็นแบบถอดประกอบได้
 เพราะ สะดวกต่อการทำความสะอาด
 กรรมวิธีการผลิตที่ง่าย
 รับน้ำหนักได้ดี
- 4.1.12 ล้อที่นำมาใช้เป็นประเภท ล้อยางตัน
 เพราะ บังคับเข็นได้ง่าย
 เกิดความเหมาะสมในการรับน้ำหนัก
 เคลื่อนไหวบนพื้นเรียบได้ดี
- 4.1.13 ชนิดของวัสดุที่ใช้ทำล้อ คือ ยางธรรมชาติ
 เพราะ มีราคาถูก
 รับน้ำหนักได้ดี
 มีความนุ่มนวลในการทำงาน
 เกิดความคล่องตัวในการเข็น
- 4.1.14 ล้อของรถเข็นมีจำนวน 8 ล้อ
 เพราะ การรับน้ำหนักในการเข็นได้ดี
 ความสะดวกในการเข็น
- 4.1.15 การวางตำแหน่งของล้อ คือ ล้อหมุนได้รอบตัวทั้ง 8 ล้อ
 เพราะ สะดวกต่อการเลี้ยวและการเข็นตรง
 รับน้ำหนักได้ดี
 ติดตั้งง่าย
- 4.1.16 ความสูงของมือจับเข็นจากพื้นโดยประมาณ 110 เซนติเมตร
 เพราะ มีความสัมพันธ์ต่อสัดส่วนของมนุษย์ในการทำงาน
- 4.1.17 ลักษณะการจับของมือจับเข็น คือ จับในแนวตั้ง
 เพราะ สามารถเคลื่อนไหวได้ดีในการเข็นรถ
- 4.1.18 ลักษณะการจัดวางหนังสือ คือ จัดวางหนังสือทางตั้งด้านหน้าของผู้ปฏิบัติงาน
 เพราะ สะดวกต่อการจัดเรียงหนังสือ
- 4.1.19 ชนิดของวัสดุสำหรับมือจับที่ช่วยให้กระชับมือ คือ ยางสังเคราะห์
 เพราะ ช่วยดูดซับ เหงื่อจากมือ
 ไม่ให้ลื่นได้

4.1.20 การเคลือบผิวของโครงสร้างหลัก คือ กาวพัน
เพราะ ประหยัดเวลา

มีราคาถูก

4.1.21 สีของตัวผลิตภัณฑ์ (โครงสร้างผลิตภัณฑ์) คือ สีดำ

4.1.22 สีของตัวผลิตภัณฑ์ (ส่วนรองรับหนังสือ) คือ สีครีม

4.1.23 สีส่วนเปิดด้านข้างผลิตภัณฑ์คือ สีน้ำตาล

4.1.24 สีส่วนเมื่อจับผลิตภัณฑ์คือ สีดำ

4.1.25 สีส่วนล้อคือ สีดำ

4.2 แนวทางการออกแบบ

การศึกษาถึงลักษณะการใช้งานของรถเข็นหนังสือภายในหอสมุดแห่งชาตินั้นได้จากแนวทางการแก้ปัญหาดังนี้

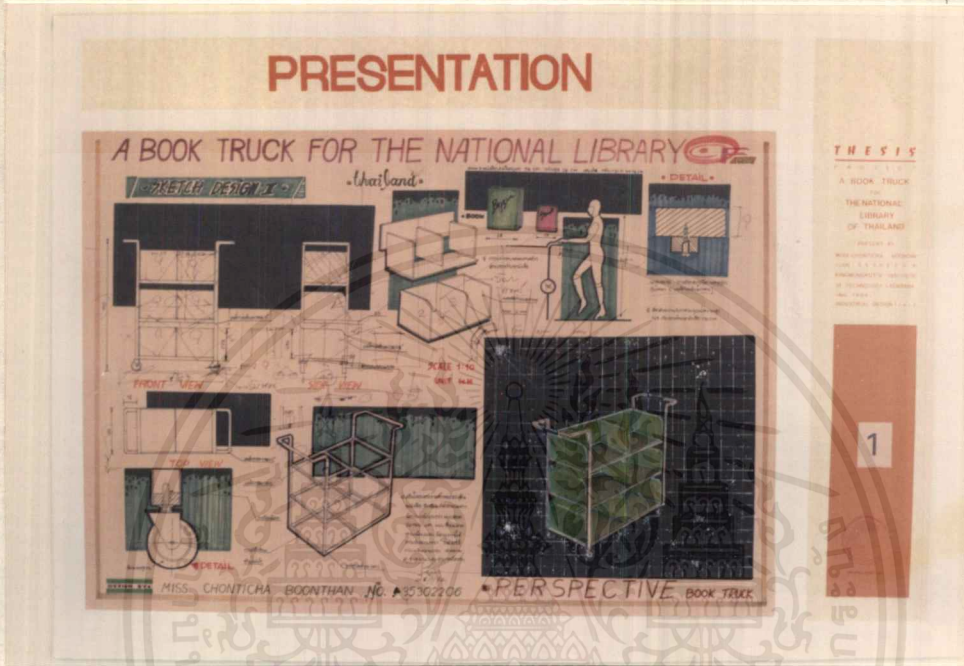
1. ได้จัดทำหนังสือให้อยู่ในแนวเดียวกัน และจัดวางบนรถเข็นได้อย่างเป็นระเบียบ
2. ได้จัดทำรถเข็นหนังสือให้ใช้พื้นที่ได้อย่างสะดวก และหยิบหนังสือได้ง่าย
3. ได้จัดโครงสร้างและส่วนประกอบต่าง ๆ โดยเลือกกรรมวิธีการผลิต และวัสดุที่

เหมาะสมแก่รถเข็น

4. ได้จัดทำ การเคลือบผิวที่เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือ
5. ได้จัดเลือกล้อที่เหมาะสมกับรถเข็นหนังสือ
6. ได้จัดทำมือจับที่มีวัสดุหุ้มกันการลื่น
7. ได้จัดทำรถเข็นที่มีขนาดเหมาะสมกับผู้ใช้งาน

4.3 แบบสายล่อ

เป็นการนำเสนอการออกแบบ เพื่อให้สามารถแสดงเป็นรูปธรรมโดยมีขั้นตอนการนำเสนอแบบและต้นแบบ ดังนี้

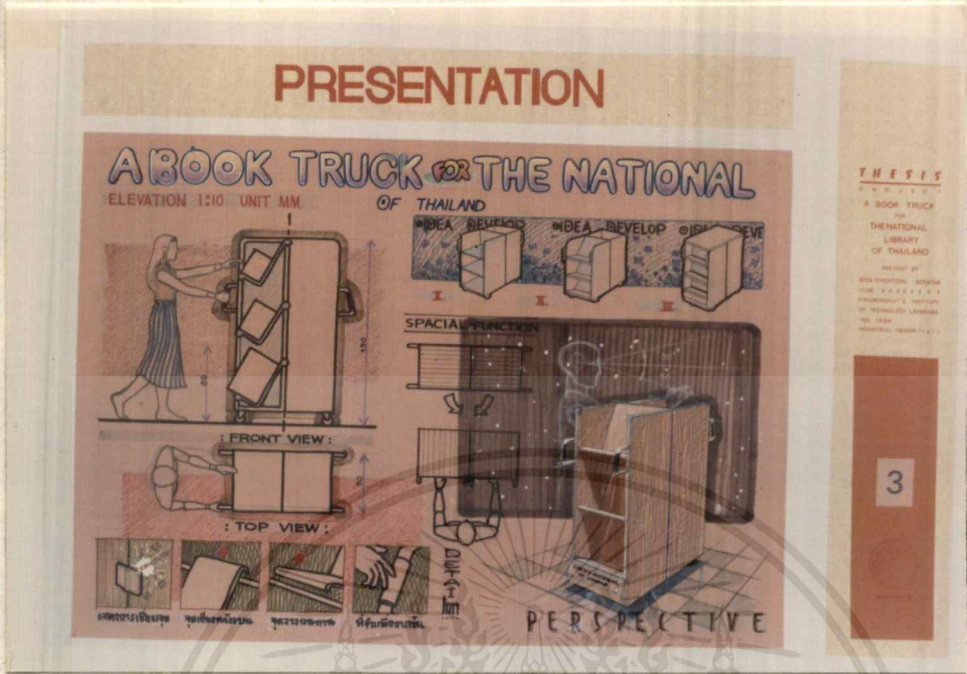


ภาพที่ 58 แสดงแบบร่างที่ 1

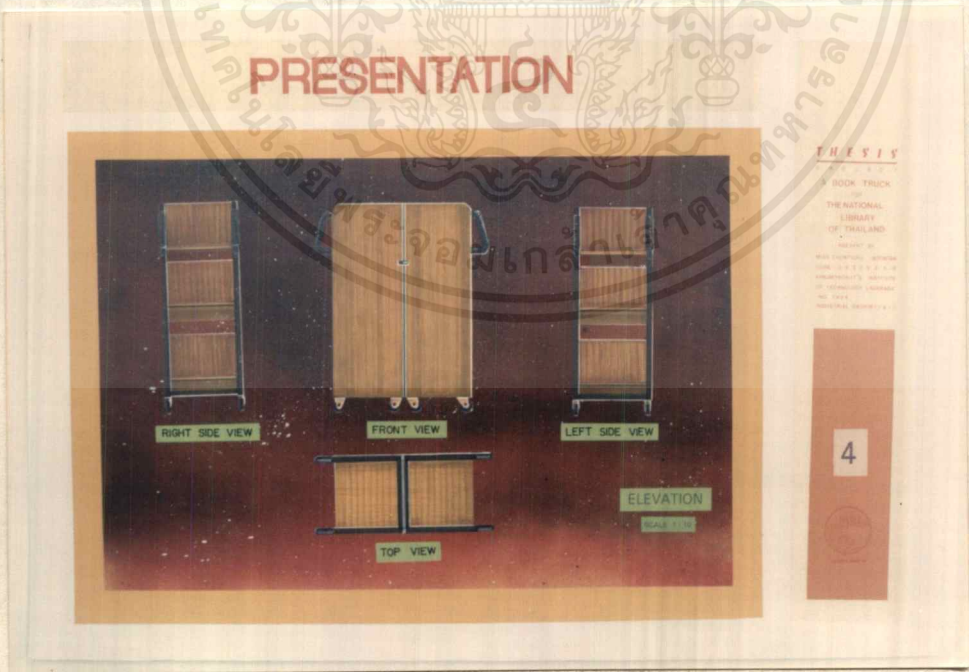


ภาพที่ 59 แสดงแบบร่างที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

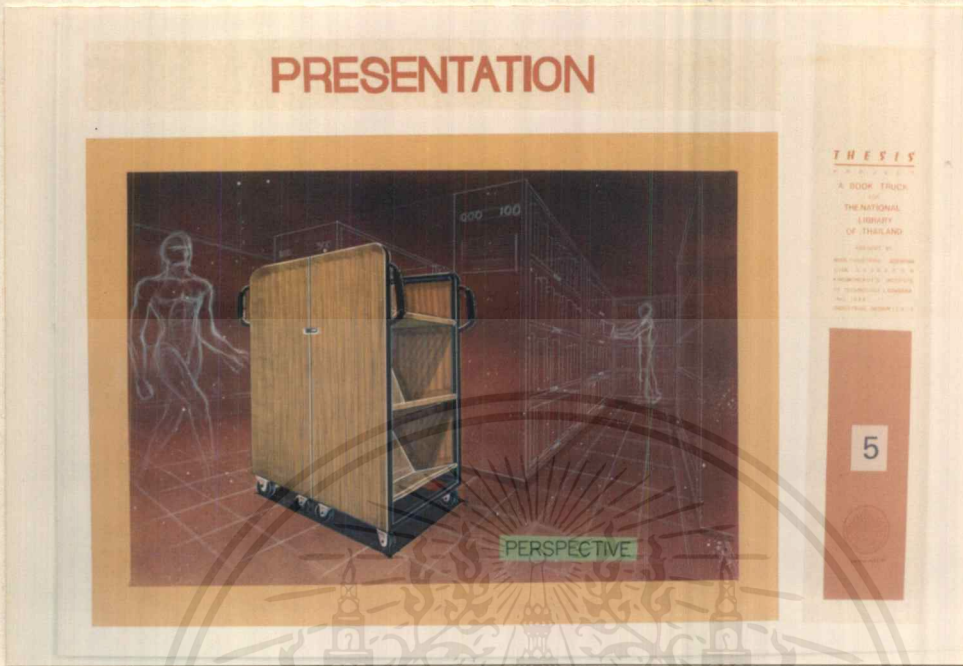


ภาพที่ 60 แสดงแบบร่างที่ 3

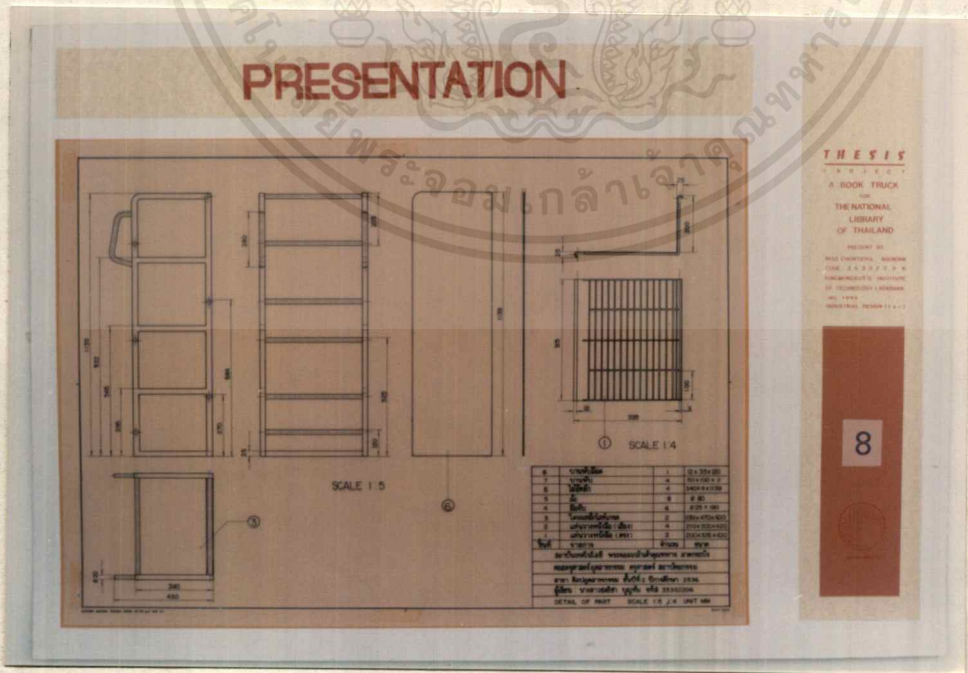


ภาพที่ 61 แสดงภาพด้าน

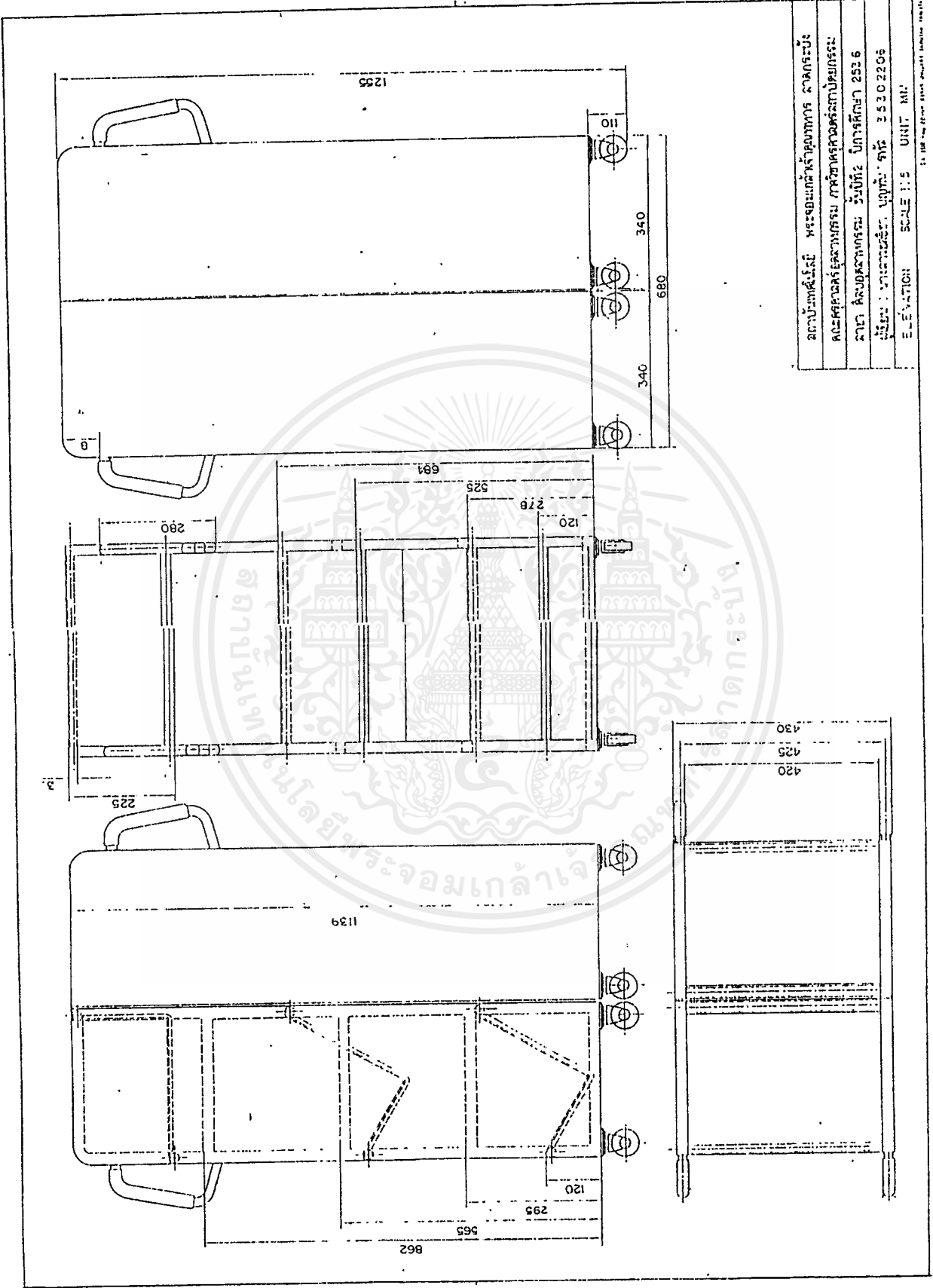
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 62 แสดงทัศนียภาพ

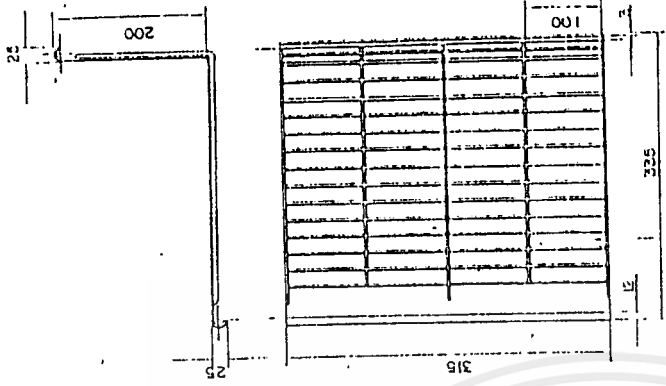


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับภาพที่ 63 แสดงภาพ DETAIL OF PART ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



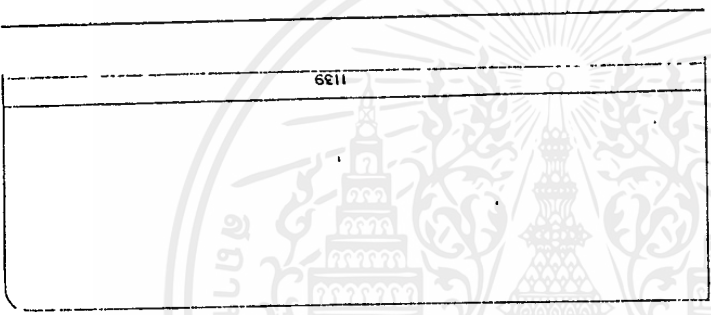
สถาปนิกชั้นตรี พระจอมเกล้าธนบุรี ภาควิชาสถาปัตย์
 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
 ภาควิชาสถาปัตยกรรม วิทยาลัย ภาควิชาสถาปัตย์
 ชั้นตรี : ภาควิชาสถาปัตย์, กรุงเทพฯ รหัส 35302206
 ELEVATION SCALE 1:5 UNIT MM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

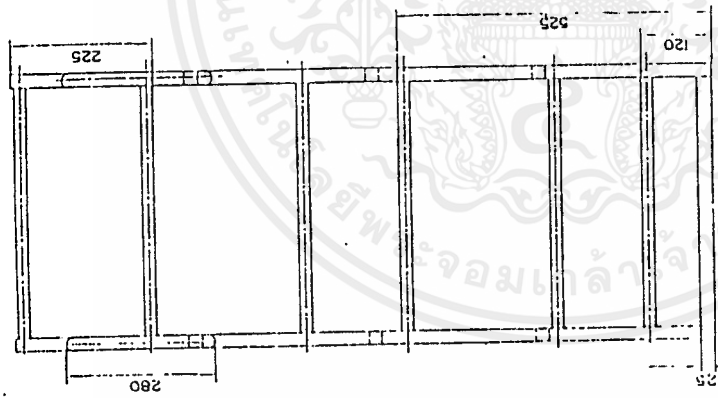


① SCALE 1:4

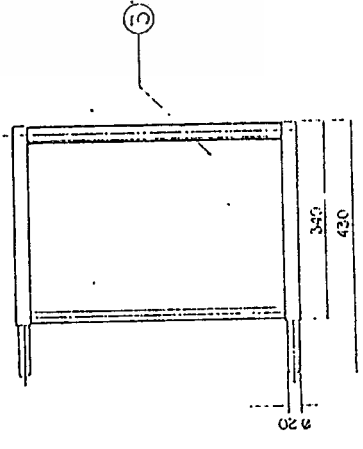
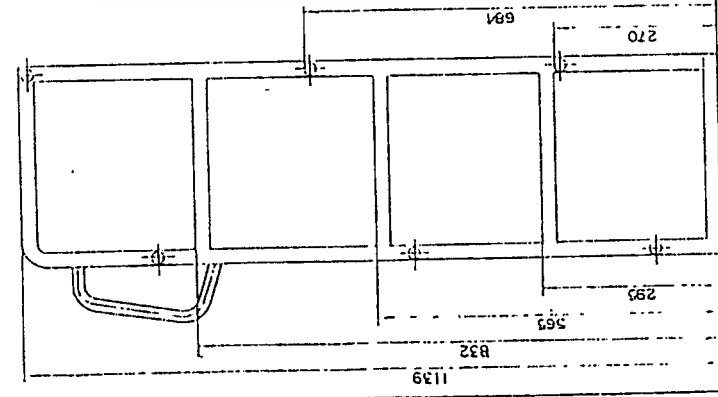
6	บานพับลด	1	12 x 35 x 120
7	บานพับ	4	50 x 100 x 2
8	ไม้ยึดล	4	340 x 4 x 1135
9	25	8	Ø 80
4	ยึดจับ	2	Ø 25 x 190
3	โครงเหล็กโหวก	2	1159 x 470 x 450
2	บานกระจกใส (ใบใน)	4	210 x 300 x 420
1	บานกระจกใส (ใบร)	2	1200 x 335 x 420
ชิ้นที่	รายการ	จำนวน	ขนาด
ลงบันทึกในเล่ม หรือมอบเจ้าพนักงาน สาครบุรี			
PC=รศดร.วิมลดาพรณ ศุภลาภรณ์ สถาปนิก			
สาขา สถาปนิก			
สาขา: สถาปนิก			
ชิ้นที่: 1			
DETAIL OF PART SCALE 1:5 UNIT MM.			



②

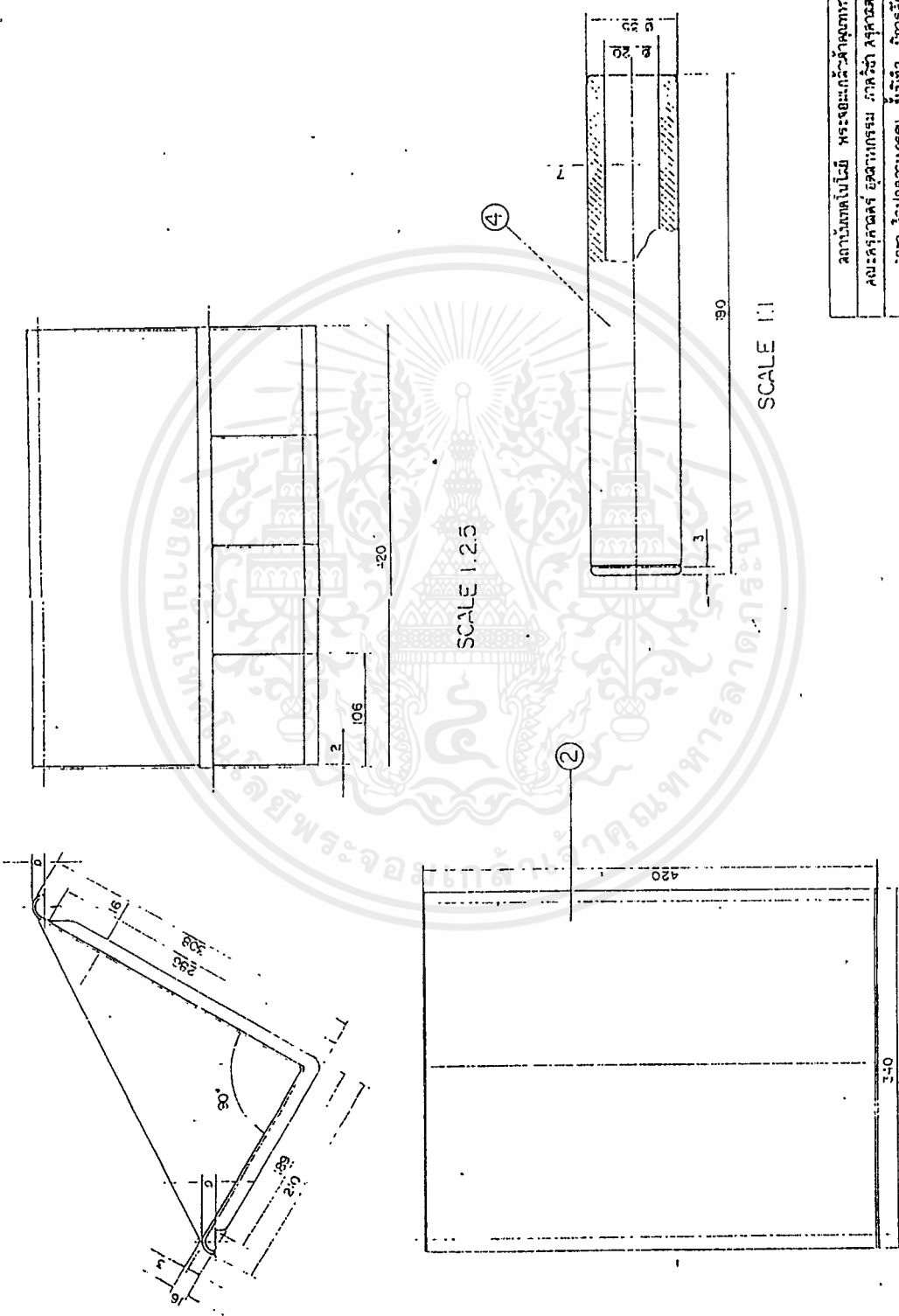


SCALE 1:5



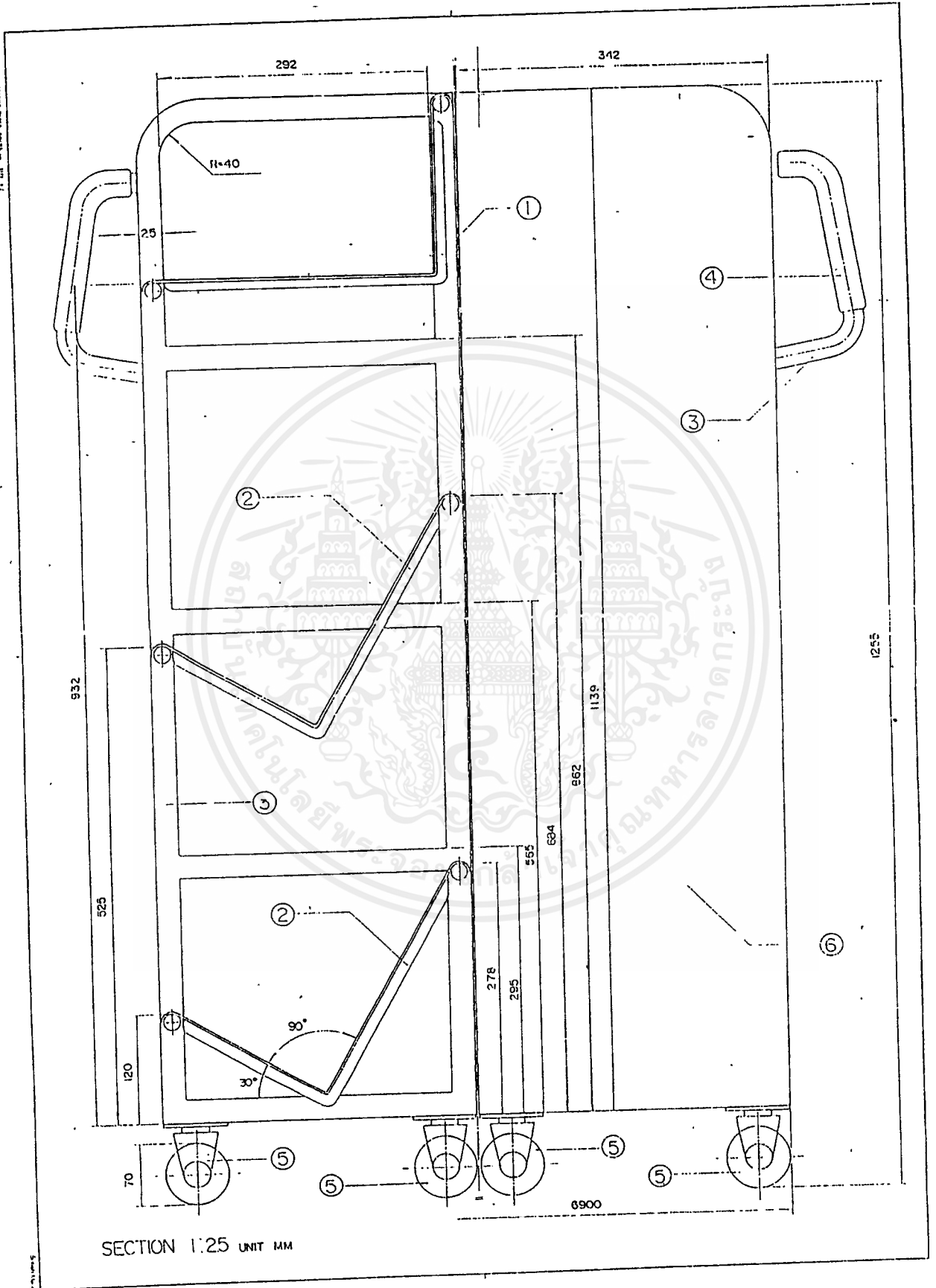
③

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

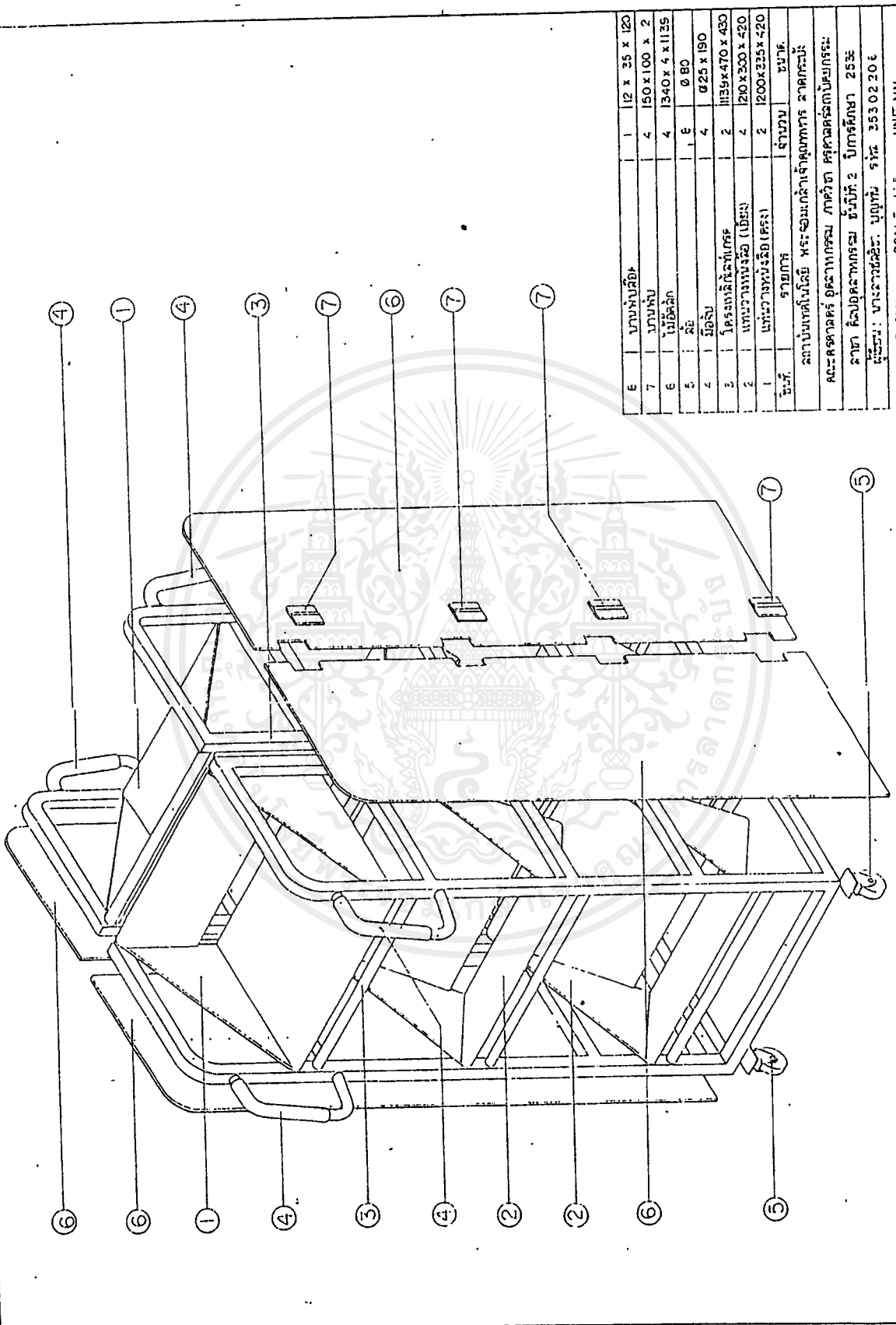


สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล
 สาขา วิศวกรรมเครื่องกล วิชา วิชาการศึกษา 2536
 ผู้เขียน: ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล รหัส 33302206
 DETAIL OF PART V SCALE 1:1.1:25 UNIT MM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



๕	บานพับยึด*	1	12 x 35 x 120	
๗	บานพับ	๔	150 x 100 x 2	
๖	ไม้ยึดหลัก	๔	1340 x ๕ x 1135	
๕	ล้อ	๑	๕	๑ 80
๔	มือจับ	๔	๑25 x 190	
๓	โครงเหล็กยึดโต๊ะ	๒	1139 x 470 x 420	
๒	แท่นวางหนังสือ (โต๊ะ)	๒	120 x 300 x ๔20	
๑	แท่นวางหนังสือ (โครง)	๒	1200 x 335 x ๔20	
ชิ้นที่	รายการ	จำนวน	ขนาด	
สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง คณะอุตสาหกรรม ภาควิชา วิศวกรรมโลหการ สาขา วิศวกรรม ชีววิถี ๒ ปีการศึกษา ๒5๖๕ ผู้เขียน: พล.จ.ว.ช.ช. บุญชู รหัส ๒530220๕				
ASSEMBLY		SCALE 1:5	UNIT MM.	

* ๕. ๒๕. ๕๐. ๕๕๐. ๕๕๐๐. ๕๕๐๐๐. ๕๕๐๐๐๐.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปการวิจัย

การออกแบบนั้นได้ดำเนินการจนถึงขั้นสุดท้ายแล้วก็ตาม แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าผลงานนั้นจะมีความสมบูรณ์แบบร้อยเปอร์เซ็นต์ เพราะยังมีปัญหาและจุดบกพร่องต่าง ๆ อีกมากที่จำเป็นต้องกลับมาคิด และจากการวิจัยงานชิ้นนี้ ผู้วิจัยมีความรู้สึกท้อแท้ มีแรงกดดัน จากหลายด้าน แต่อย่างไรก็ตาม ผลงานที่ได้ออกมานั้นมีความสมบูรณ์ตามขอบเขตที่กำหนดของการออกแบบ ซึ่งก็ได้รับคำชี้แจง และการแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษาและได้ดำเนินงานตามขั้นตอนการออกแบบจนเสร็จ

5.2 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบงานผลิตภัณฑ์นั้นก็มีความถูกต้องและตรงตามปัญหาที่เกิดขึ้นในบางส่วน แต่งานผลิตภัณฑ์นั้นก็มีส่วนที่มีความบกพร่องอยู่บ้างซึ่งยังไม่สมบูรณ์มากนัก

จากการออกแบบผู้วิจัยได้รับข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะจากคณะกรรมการดังนี้คือ

1. ในการออกแบบผลิตภัณฑ์ชิ้นมานั้นจะต้องคำนึงถึงในเรื่อง โครงสร้างและส่วนประกอบของวัสดุให้เหมาะสมกับสถานที่ในการนำไปใช้งาน
2. การออกแบบจะต้องคำนึงถึงการเคลื่อน เช่น ผลักให้นำหนังสือไปเก็บเข้าชั้นวางหนังสือได้ง่ายขึ้น
3. การออกแบบควรคำนึงถึงสัดส่วนของชายหรือหญิงเป็นหลักในการออกแบบ

บรรณานุกรม

- บรรณ เลง ศรีนิล,รศ. เทคโนโลยีพลาสติก. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือกรุงเทพฯจำกัด 2533.
- สมบูรณ์ ไทรนัจมจันทร์, การใช้ห้องสมุด. ภาควิชาบรรณารักษศาสตร์ คณะมนุษยศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.
- ลมูล รัตตากร,ดร. การใช้ห้องสมุด . สมาคมห้องสมุดแห่งประเทศไทย, 2529.
- วิลาวัลย์ ทวีพันธ์นันทเสน, เอกสารประวัติหอสมุดแห่งชาติ . หอสมุดแห่งชาติ กรมศิลปากร, 2536
- นิสิต เลี่ยมนิพนธ์, พลาสติก . กรุงเทพฯ : มิตรนภาการพิมพ์ 2521.
- นุกูล นาคะโยธินสกุล, วิทยานิพนธ์ เรื่องการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ของ บริษัทหมีง จำกัดในส่วน
ของห้องรับแขกภายในคอนโดมิเนียม . สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าลาดกระบัง
2535
- วิฑูรย์ สิปปสวัสดิ์, วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ห้องนอนเตี้ยวเอนกประสงค์
สำหรับบ้านพักอาศัยทั่วไป. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง 2535
- เอกราช นามลือ, วิทยานิพนธ์ เรื่อง การออกแบบปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายใน ห้องสมุด
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง 2534



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ทม 1504/ 2734



คณะกรรมการคุรุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ถนนฉลองกรุง
เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

29 ตุลาคม 2536

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ให้นักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการหอสมุดกลาง มหาวิทยาลัยรามคำแหง

ด้วย นางสาวชลธิชา บุญทัน นักศึกษาชั้นปีที่ 2 ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม
สาขาวิชา ศิลปอุตสาหกรรม มีความประสงค์จะทำการศึกษาค้นคว้าประกอบการทำวิทยานิพนธ์
เรื่อง โครงการปรับปรุงรถเข็นหนังสือภายในห้องสมุดของหอสมุดแห่งชาติ ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของหลักสูตร
ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม

จึงเรียนมาเพื่อขออนุญาตถ่ายภาพห้องสมุดและรถเข็นในห้องสมุด เพื่อนำมาประกอบการ
ศึกษาคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมหวังว่าคงจะได้รับความอนุเคราะห์ และความร่วมมือนด้วยดีขอขอบคุณมา
ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ว่าที่ ร.ท. นิชัย สดภิบาล)
รองคณบดีฝ่ายกิจการนักศึกษา
ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

ภาควิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรม

โทร. 3266052-6101 ต่อ 635

โทรสาร 3269040 ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



- 1 : นางสาวชลธิชา บุญทัน
- การศึกษา : อนุบาล-ประถมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนดาราวิทยาลัย อ. เมือง จ. เชียงใหม่
มัธยมศึกษาตอนต้น โรงเรียนดาราวิทยาลัย อ.เมือง จ. เชียงใหม่
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง แผนกออกแบบผลิตภัณฑ์ คณะออกแบบ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล (เชียงใหม่)
ปริญญาตรี ภาควิชาครุศาสตร์ศิลปอุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

