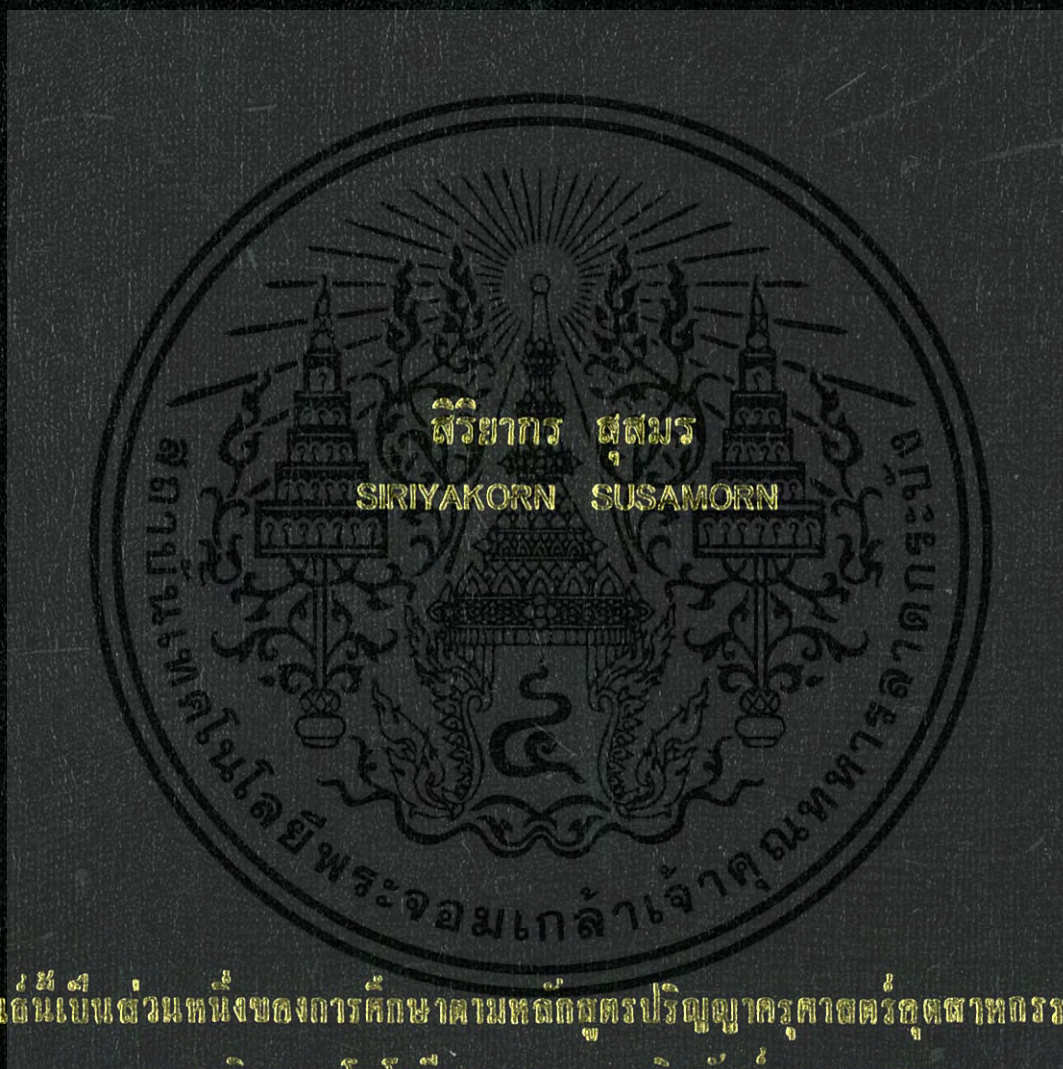


การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษา

DESIGN OF TABLE AND CHAIR SET IN SCIENCE LABORATORIES
FOR ELEMENTARY STUDENTS



วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตรบัณฑิต

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2557

KMITL-2014-ED-M-222-099

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน
ระดับชั้นประถมศึกษา

DESIGN OF TABLE AND CHAIR SET IN SCIENCE LABORATORIES
FOR ELEMENTARY STUDENTS



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตรอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2557

KMITL-2014-ED-M-222-099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN OF TABLE AND CHAIR SET IN SCIENCE LABORATORIES
FOR ELEMENTARY STUDENTS



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN INDUSTRIAL EDUCATION
IN INDUSTRIAL DESIGN TECHNOLOGY
FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2014

KMITL-2014-ED-M-222-099

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2014

FACULTY OF INDUSTRIAL EDUCATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
Design of Science Lab Table and Chair for Elementary
Students

นักศึกษา

นางสาวสิริยากร สุสมร

รหัสประจำตัว

54630712

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา






เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รองศาสตราจารย์อุดมศักดิ์ สาริบุตร

| คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ | ลายมือชื่อ |
|------------------------------|--|
| ผศ.ดร.ทรงวุฒิ เอกวุฒิวงศา |  |
| ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง |  |
| รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร |  |
| รศ.ว่าที่ร้อยโทพิชัย สดภิบาล |  |
| ผศ.ดร.รัฐไท พรเจริญ |  |

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ

29 เมษายน 2557 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ

ณ ห้อง ค. 417 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ พิระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 30 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

นักศึกษา

นางสาวสิริยากร สุสมร

รหัสประจำตัว

54630712

ปริญญา

ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต

สาขาวิชา

เทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

พ.ศ.

2557

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบและออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน และเพื่อประเมินความพึงพอใจของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย ครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 7 คนและนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 15 คน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย คือ แบบสอบถาม แบบสัมภาษณ์และแบบบันทึก วิเคราะห์โดยใช้ค่าความถี่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

จากการวิจัยพบว่า ผู้ใช้งานและผู้สอนในห้องเรียนวิทยาศาสตร์มีความต้องการรูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้เฉพาะเพื่อการปฏิบัติงานในห้องวิทยาศาสตร์ เป็นโต๊ะห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบถอดประกอบได้ มีลิ้นชักและตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เก้าอี้แบบปรับระดับได้ไม่มีพนักพิงไม่มีล้อ ชุดโต๊ะเก้าอี้รูปแบบเรขาคณิต เลือกลงใช้สีตามจิตวิทยาสี ด้านความปลอดภัยแข็งแรงเน้นความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบลเหลี่ยมมุมต่างๆ ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ซ่อมแซมง่ายตามลำดับ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือนผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้

ผลประเมินความพึงพอใจที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาของผู้ใช้งานและครูผู้สอนพบว่า ความพึงพอใจค่าเฉลี่ยในทุกด้านเท่ากับ ($\bar{X} = 4.44$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

| | |
|-------------------|---|
| Thesis Title | Design of table and chair set in science laboratories for elementary students |
| Student | Ms.Siriyakorn Susamorn |
| Student ID. | 54630712 |
| Degree | Master of Science in Industrial Education |
| Program | Industrial Product Design |
| Year | 2014 |
| Thesis Advisor | Asst. Prof. Dr. Chaturong Louhapensang |
| Thesis Co-Advisor | Assoc. Prof. Udomsak Saributr |

ABSTRACT

The purpose of this research was to study the process of designing and table and chair sets in elementary-level students' science laboratories, expert and for test the strong of table and chair sets along the condition of the standard of industry, and to evaluate the satisfaction of the form of the table-and-chair sets in elementary-level students' science laboratories.

The sample used in the research consisted of 7 teachers in the department of science, elementary level, 15 students in Prathom 1 – 6, 3 design experts. The tools used in the research were a questionnaire, an interview form and a record form, analyzed using frequency, percentage, average and standard deviation.

According to the research, it is found that users and teachers in science classrooms have requirements of using table-and-chair sets in a form specifically for practice in science classrooms. The tables are ones which can be assembled, with drawers and science-equipment cabinets. The chairs are ones which are adjustable with no backrest and wheels. Table-and-chair sets have geometry models with colors selected based on color psychology. For safety and strength, the tables and chairs are focused on safety in use.

The result for tested the strong of the table and chair sets passed the standard condition of industry which had specify.

The evaluation results of the satisfaction of users and teachers with table-and-chair sets in elementary-level students' science laboratories show that the satisfaction with the overall average in the level of very satisfied ($\bar{X} = 4.44$).

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ก็ด้วยความอนุเคราะห์จาก ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และช่วยตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ จนวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์ และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ ตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในขั้นตอนสุดท้ายจนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ มีความถูกต้องสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ และดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง ของเครื่องมือวิจัยในครั้งนี้ เพื่อปรับปรุงให้มีคุณภาพและมีความเหมาะสมต่อการวิจัย

ขอขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ ผศ. สุรกานต์ รวยสูงเนิน ผศ.ดร.ธเนศ ภิรมย์การ และ อ. มั่นยา นิมพิศาล ที่ให้ข้อชี้แนะถึงแนวทางการออกแบบและความเหมาะสมของรูปแบบของผลิตภัณฑ์ ขอขอบคุณกรมส่งเสริมอุตสาหกรรม กล้วยน้ำไท ส่วนอุตสาหกรรมเครื่องเรือนและคอมโพสิตที่ให้ความอนุเคราะห์ในการทดสอบความแข็งแรงของชุดโต๊ะเก้าอี้

ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และนักเรียนโรงเรียนสังกัด กรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง ที่ให้ความอนุเคราะห์และให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูล การสัมภาษณ์และสอบถาม เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณอย่างสูงสำหรับ คุณแม่ คุณพ่อ คุณลุง และทุกๆคนในครอบครัวที่คอยให้กำลังใจที่ดีมาตลอด ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาปริญญาโท รุ่น 17 ทุกคนที่คอยช่วยเหลือด้านข้อมูลต่างๆ มาตลอด

คุณค่าและประโยชน์ของงานวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบให้เป็นแนวทางสำหรับผู้ที่ต้องการศึกษาด้านการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานออกแบบประเภทอื่นๆ ให้มีคุณภาพดียิ่งๆ ขึ้นไป

สิริยากร สุขสมร

สารบัญ

| | หน้า |
|--|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | V |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญภาพ..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ..... | 1 |
| 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย..... | 2 |
| 1.3 สมมติฐานการวิจัย..... | 2 |
| 1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย..... | 3 |
| 1.5 ขอบเขตการวิจัยกรอบ..... | 3 |
| 1.6 คำนียามศัพท์ที่ใช้ในการวิจัย..... | 4 |
| บทที่ 2 เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 5 |
| 2.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์..... | 5 |
| 2.2 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา..... | 11 |
| 2.3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร..... | 40 |
| 2.4 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์..... | 45 |
| 2.5 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์..... | 48 |
| 2.6 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานเด็กไทยและขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์..... | 64 |
| 2.7 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตเฟอร์นิเจอร์..... | 72 |
| 2.8 จิตวิทยาของสีที่ใช้ในการออกแบบ..... | 90 |
| 2.9 มาตรฐานการทดสอบเฟอร์นิเจอร์..... | 93 |
| 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง..... | 99 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย..... | 102 |
| 3.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติ การวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 102 |
| 3.2 เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 104 |
| 3.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน..... | 105 |
| 3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ภายในห้อง ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 106 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปยังเว็บไซต์อื่นใด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

| | หน้า |
|--|------|
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล..... | 109 |
| 4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษาชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 109 |
| 4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้อง ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 116 |
| 4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายใน ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน..... | 126 |
| 4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา..... | 127 |
| บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยอภิปรายผลและข้อเสนอแนะ..... | 131 |
| 5.1 สรุปผลการวิจัย..... | 131 |
| 5.2 อภิปรายผลการวิจัย..... | 132 |
| 5.3 ข้อเสนอแนะ..... | 133 |
| บรรณานุกรม..... | 134 |
| ภาคผนวก..... | 135 |
| ภาคผนวก ก หนังสือราชการ..... | 135 |
| ภาคผนวก ข แบบสอบถาม..... | 140 |
| ภาคผนวก ค แบบร่าง..... | 161 |
| ภาคผนวก ง เขียนแบบเพื่อการผลิต..... | 164 |
| ภาคผนวก จ ภาพการผลิต..... | 169 |
| ภาคผนวก ฉ ภาพการลงพื้นที่เก็บข้อมูลเบื้องต้น..... | 172 |
| ภาคผนวก ช ภาพทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้..... | 175 |
| ภาคผนวก ซ ภาพการลงพื้นที่..... | 179 |
| ประวัติผู้เขียน..... | 184 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|----------|--|
| 2.1 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สารและการเคลื่อนที่พลังงาน..11 |
| 2.2 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง โลกและท้องฟ้าของเรา.....14 |
| 2.3 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม.....16 |
| 2.4 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง พืช.....17 |
| 2.5 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง แสง.....18 |
| 2.6 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง เสียง.....20 |
| 2.7 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่.....21 |
| 2.8 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง ไฟฟ้า.....25 |
| 2.9 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สารและสมบัติของสาร.....29 |
| 2.10 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง โลกดาราศาสตร์และอวกาศ..31 |
| 2.11 | อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา.....36 |
| 2.12 | ข้อมูลจำนวนนักเรียน ห้องเรียน สังกัดกรุงเทพมหานคร.....49 |
| 2.13 | ข้อมูลจำนวนนักเรียนโรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง สำนักงานเขตห้วยขวาง49 |
| 2.15 | แสดงน้ำหนักวัตถุที่เป็นน้ำหนักจร (Live loads) ที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์.....61 |
| 2.16 | ขนาดตัวมาตรฐาน 7 ช่วงของเด็กผู้หญิงไทย.....72 |
| 2.17 | ขนาดตัวมาตรฐาน 7 ช่วงของเด็กผู้ชายไทย.....72 |
| 2.18 | แสดงพัฒนาการทางร่างกายของนักเรียนไทยอายุ 3 – 24 ปี.....80 |
| 2.19 | ขนาดเฉลี่ยของร่างกายมนุษย์สำหรับใช้ในการออกแบบเก้าอี้.....81 |
| 2.20 | ความสูงของเก้าอี้สำหรับชายและหญิงไทยขนาดส่วนสัดส่วนตามอายุและเพศ.....83 |
| 2.21 | ขนาดความสูงเฉลี่ยของโต๊ะและเก้าอี้.....87 |
| 2.22 | แสดงความแข็งแรงและความทนทานของไม้ชนิดต่าง ๆ ตามธรรมชาติ.....90 |
| 2.23 | มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของโต๊ะเรียน และโต๊ะรับประทานอาหาร (มอก.663) หน่วยเป็นมิลลิเมตร.....125 |
| 2.24 | มิติและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเก้าอี้เรียนและเก้าอี้รับประทานอาหาร (มอก.663) หน่วยเป็นมิลลิเมตร.....127 |
| 4.1 | ตารางวิเคราะห์ปัญหาของโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....134 |
| 4.2 | แสดงค่าร้อยละของระดับความต้องการความต้องการเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์.....136 |
| 4.3 | สรุปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ.....150 |
| 4.4 | แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม.....153 |
| 4.5 | ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้.....155 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.1 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ในอาคารชั้นเดียวกัน..... | 6 |
| 2.2 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคาร2หลังติดกัน..... | 6 |
| 2.3 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคารที่มีหลายชั้น..... | 6 |
| 2.4 ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดพื้นที่ระหว่างโต๊ะปฏิบัติการ..... | 7 |
| 2.5 ตัวอย่างการติดตั้งตู้ดูดควันแบบถาวร..... | 8 |
| 2.6 ตัวอย่างส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้..... | 9 |
| 2.7 ตัวอย่างการจัดเรือนเพาะชำหรือห้องเพาะเลี้ยงพืช..... | 12 |
| 2.8 โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง สำนักงานเขตห้วยขวาง..... | 40 |
| 2.9 โต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์..... | 41 |
| 2.10 เก้าอี้ประกอบโต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์..... | 41 |
| 2.11 โต๊ะสาธิตพร้อมแท่นยกพื้นสำหรับครู..... | 42 |
| 2.12 ตู้ระดับหน้าต่างพร้อมอ่างน้ำ..... | 42 |
| 2.13 ตู้เก็บอุปกรณ์และสารเคมี..... | 43 |
| 2.14 ชั้นวางของอื่นๆ..... | 43 |
| 2.15 ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโซฟา..... | 57 |
| 2.16 ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโต๊ะทำงาน..... | 58 |
| 2.17 แสดงตำแหน่งของจุดศูนย์กลาง (CG) เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนอกฐานของวัตถุ..... | 59 |
| 2.18 แสดงน้ำหนักที่กระทำที่ทำให้เฟอร์นิเจอร์เกิดการโค้งงอ (Bending stresses)..... | 61 |
| 2.19 แสดงการค้ำยันของโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์..... | 62 |
| 2.20 แสดงส่วนค้ำยันเพื่อเสริมความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์..... | 64 |
| 2.21 แสดงถึงลักษณะความแข็งแรงของวัสดุแผ่น..... | 65 |
| 2.22 การวัดสัดส่วนขนาดตัวมาตรฐานเด็กไทย..... | 66 |
| 2.23 การถ่ายน้ำหนักลงบนพื้นที่นั่ง..... | 73 |
| 2.24 แสดงถึงแรงโน้มถ่วงที่ร่างกายมนุษย์ปล่อยลงบนที่นั่ง..... | 73 |
| 2.25 เก้าอี้ทำงานหรือเก้าอี้ของเลขานุการ..... | 74 |
| 2.26 เก้าอี้ทั่วไป..... | 75 |
| 2.27 เก้าอี้ผู้บริหารธุรกิจ..... | 75 |
| 2.28 เก้าอี้เขียนแบบ/มานั่งคนเดียว..... | 76 |
| 2.29 เก้าอี้รับประทานอาหารติดผนัง..... | 76 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญภาพ(ต่อ)

| ภาพที่ | หน้า |
|---|------|
| 2.30 แก้วอ้อรับประทานอาหาร..... | 77 |
| 2.31 ลำดับของการใช้เครื่องจักรในโรงงานทำเฟอร์นิเจอร์..... | 92 |
| 2.32 แสดงขั้นตอนการทำสี..... | 107 |
| 2.33 โต๊ะเรียน โต๊ะรับประทานอาหาร แก้วอ้อเรียน และแก้วอ้อรับประทานอาหาร..... | 125 |
| 3.1 แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย..... | 132 |
| 4.1 ภาพร่าง 1..... | 142 |
| 4.2 ภาพร่าง 1..... | 143 |
| 4.3 ภาพร่าง 1..... | 144 |
| 4.4 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ A..... | 145 |
| 4.5 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ B..... | 146 |
| 4.6 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ C..... | 147 |
| 4.7 แบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ A..... | 147 |
| 4.8 แบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ B..... | 148 |
| 4.9 แบบร่างชุดโต๊ะแก้วอ้อภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ C..... | 149 |
| 4.10 ตัวต้นแบบชุดโต๊ะแก้วอ้อในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนา..... | 154 |
| 4.11 ทดสอบการใช้งานชุดโต๊ะแก้วอ้อห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับ ชั้นประถมศึกษาเพื่อการประเมินความพึงพอใจ..... | 157 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

วิทยาศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งในสังคมโลกปัจจุบันและอนาคต เพราะวิทยาศาสตร์เกี่ยวข้องกับทุกคนทั้งในชีวิตประจำวันและการทำงานอาชีพต่าง ๆ ตลอดจนเทคโนโลยี เครื่องมือเครื่องใช้และผลผลิตต่าง ๆ ที่มนุษย์ได้ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตและการทำงาน เหล่านี้ล้วนเป็นผลของความรู้วิทยาศาสตร์ ผสมผสานกับความคิดสร้างสรรค์และศาสตร์อื่น ๆ วิทยาศาสตร์ช่วยให้มนุษย์ได้พัฒนาวิธีคิด ทั้งความคิดเป็นเหตุเป็นผล คิดสร้างสรรค์ คิดวิเคราะห์ วิจัย มีทักษะสำคัญในการค้นคว้าหาความรู้ มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบ สามารถตัดสินใจโดยใช้ข้อมูลที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพที่ตรวจสอบได้ วิทยาศาสตร์เป็นวัฒนธรรมของโลกสมัยใหม่ซึ่งเป็นสังคมแห่งการเรียนรู้ (K knowledge-based society) ดังนั้นทุกคนจึงจำเป็นต้องได้รับการพัฒนาให้รู้วิทยาศาสตร์ เพื่อที่จะมีความรู้ความเข้าใจในธรรมชาติและเทคโนโลยีที่มนุษย์สร้างสรรค์ขึ้น สามารถนำความรู้ไปใช้อย่างมีเหตุผล สร้างสรรค์ และมีคุณธรรม (กรมวิชาการ. 2546 : 1-2)

ในการพัฒนาวิชาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มีความก้าวหน้า จะต้องเริ่มต้นพัฒนาการเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนเป็นอันดับแรก จุดมุ่งหมายที่สำคัญของการเรียนวิทยาศาสตร์มีได้มุ่งเน้นให้นักเรียนจดจำเฉพาะข้อเท็จจริงตามเนื้อหาอย่างเดียวนั้นแต่ต้องเข้าใจปัญหาและมองเห็นความสำคัญของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ในการดำรงชีวิตตลอดจนการพัฒนาสังคมและสิ่งแวดล้อม (กระทรวงศึกษาธิการ. 2542 : 53) การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์โดยทั่วไปโรงเรียนจะจัดให้นักเรียนได้มีการทดลองทางวิทยาศาสตร์ภาคปฏิบัติควบคู่กับการเรียนภาคทฤษฎีเพื่อนักเรียนจะได้ลงมือทดลองปฏิบัติจริงตามที่ได้เรียนรู้จากการศึกษาภาคทฤษฎี และเชื่อกันว่าวิธีนี้จะทำให้การเรียนการสอนวิชาวิทยาศาสตร์เกิดประสิทธิภาพสูงสุด (เสถียร อูสาหะ. 2544 : 1)

ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ เพราะเป็นปัจจัยสำคัญในการส่งเสริมเรียนรู้ด้านการทดลองภาคปฏิบัติ เป็นการเรียนรู้ร่วมกันในการวิเคราะห์ปัญหาผ่านกระบวนการของการเรียนรู้และการสะท้อนกลับอย่างต่อเนื่อง โดยการทำงานบนปัญหาจริง และสะท้อนกลับบนประสบการณ์ของตนเอง เสนอแนวทางการแก้ปัญหา และนำแนวทางการแก้ปัญหาที่ผ่านการพิจารณาแล้วไปปฏิบัติ (อำนาจ วัดจินดา. 2553 : 1) ครุภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาเป็นถือเป็นช่วงชั้นเริ่มต้นในการเรียนวิทยาศาสตร์ เด็กจะได้เรียนการทดลองปฏิบัติตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-6 จากการศึกษาเบื้องต้นพบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาใช้ห้องปฏิบัติการร่วมกันตั้งแต่ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 จนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 เนื่องจากห้องปฏิบัติการในโรงเรียนจะมีโรงเรียนละ 1ห้อง มีอัตราการเข้าใช้ห้องที่แตกต่างกัน อาทิ เช่น นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1 ใช้ห้องสัปดาห์ละครั้ง นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 4 ใช้ห้องสัปดาห์ละ 2 ครั้ง และจากการสำรวจลงพื้นที่เบื้องต้นพบว่า ครุภัณฑ์ด้านเฟอร์นิเจอร์ เฟอร์นิเจอร์มีขนาดสัดส่วนที่ไม่เหมาะสมสำหรับนักเรียนบางคน เนื่องจากเด็กวัย 6-12 ปี มีขนาดสัดส่วนตัวที่แตกต่างกัน และนักเรียนประถมศึกษาปีที่ 1-6 มีกิจกรรมการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน นอกจากนี้ยังพบว่า โต๊ะ เก้าอี้ มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การชำรุดเสียหายมากกว่า โต๊ะ เก้าอี้ ในห้องเรียนทั่วไป เนื่องด้วยต้องใช้อุปกรณ์และสารเคมีในการเรียน โต๊ะเก้าอี้ จึงควรมีความทนทานต่ออุปกรณ์สารเคมีเหล่านี้ด้วย อีกทั้งยังมีรูปแบบที่ล้าหลังซึ่งใช้รูปแบบเดิมที่มีมาหลายสิบปี ยังขาดการพัฒนาอยู่มาก เนื่องด้วยการศึกษายุคปัจจุบันได้มีการเปลี่ยนแปลงไปมากทั้งทางด้านแนวคิด หลักสูตร ดังนั้นสิ่งต่างๆ ก็ควรพัฒนาเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีลักษณะตามที่หลักสูตรเป้าหมายได้กำหนดไว้

สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานครมีภารกิจในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานในระบบโรงเรียนให้แก่เด็กและเยาวชนของกรุงเทพมหานคร โดยมีโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 437 โรงเรียน กระจายในพื้นที่ 50 สำนักงานเขต มีนักเรียน 3,138,873 คน โดยกำหนดวิสัยทัศน์ในการบริหารจัดการ การศึกษา เพื่อให้โรงเรียนมีคุณภาพมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานครได้วาง ยุทธศาสตร์การพัฒนาให้โรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานครเป็นมหานครแห่งการเรียนรู้ ด้านโครงการ กิจกรรมได้จัดทำโครงการพัฒนาในหลายด้าน รวมถึงด้านวิทยาศาสตร์ได้จัด โครงการการพัฒนา จัดการเรียนรู้สายวิทยาศาสตร์ เน้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้นักเรียน มีนโยบายด้านการสอน ให้ทดลองนำรูปแบบการจัดการเรียนการสอนแบบโครงงานและกิจกรรม มาใช้กับการจัดการเรียน การสอนมากขึ้น เน้นการลงมือปฏิบัติมากขึ้น ครูภัณฑ์ด้านปฏิบัติการจึงมีความสำคัญต่อการเรียน การสอนดังนั้นควรมีการพัฒนาให้เป็นไปตามหลักสูตรการเรียนการสอนและก้าวทันยุคปัจจุบัน

จากความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาดังกล่าว ผู้วิจัยจึงมีความสนใจที่จะนำชุดโต๊ะเก้าอี้ ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มาออกแบบสำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ตามหลักสูตร การเรียนรู้ยุคปัจจุบัน เพื่อตอบสนองการใช้งาน ประโยชน์ในการเรียนการสอนและเพื่อการพัฒนา ผู้เรียนให้เป็นบุคคลที่มีคุณภาพของประเทศชาติต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับ นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

1.2.2 เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น ประถมศึกษา

1.2.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์ มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

1.2.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

1.3 สมมติฐานการวิจัย

1.3.1 ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผ่านมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1494-2541และ ISO 7173)

1.3.2 ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ อยู่ในระดับพึงพอใจมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 กรอบแนวคิดด้านการออกแบบและด้านประเมินความพึงพอใจรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ผู้วิจัยได้ใช้กรอบแนวคิดหลักการออกแบบ ของนวนลน้อย บุญวงศ์ ดังนี้

1.4.1.1 หน้าที่ใช้สอย (FUNCTION)

1.4.1.2 ความสะดวกสบายในการใช้งาน (ERGONOMICS)

1.4.1.3 ความปลอดภัยและความแข็งแรง (SAFETY AND CONSTRUCTION)

1.4.1.4 ความสวยงาม (AESTHETICS)

1.4.1.5 วัสดุและการผลิต (MATERIALS AND PRODUCTION)

1.4.2 กรอบแนวคิดด้านการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน ผู้วิจัยได้ใช้แนวคิดของการทดสอบเครื่องเรือน (มอก.1015) ของสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม ดังนี้

1.4.2.1 มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของโต๊ะเรียน (มอก.1494-2541)

1.4.2.2 มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของเก้าอี้ (ISO 7173)

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.5.1.1 กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการเบื้องต้นในใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จำนวน 7 คน (เลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากปริมาณบุคคลากรที่มีของแต่ละโรงเรียน)

1.5.1.2 ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- (1) ผศ.สุรกันต์ รวยสูงเนิน สาขาออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- (2) ผศ.ธเนศ ภิรมย์การ สาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (3) อ.มนันยา นิมพิศาล สาขาวิชาสีอนฤมิต คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

1.5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการประเมินความพึงพอใจของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ในโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม ดังนี้

1.5.1.3.1 ครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 7 คน (เลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากปริมาณบุคคลากรที่มีของแต่ละโรงเรียน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1.3.2 นักเรียนระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานการศึกษา กรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตห้วยขวาง จำนวน 15 คน โดยเลือกนักเรียนที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน

1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ รูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ตัวแปรตาม ได้แก่

ผลการทดสอบประสิทธิภาพมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.1494-2541และ ISO 7173)

ความพึงพอใจของผู้บริโภคที่มีต่อของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านรูปแบบและการใช้งาน

1.6 นิยามศัพท์ของการวิจัย

ครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง ครุภัณฑ์ประเภทเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการ ได้แก่ โต๊ะสาธิต เก้าอี้ และโต๊ะปฏิบัติการ ตู้และชั้นสำหรับเก็บวัสดุอุปกรณ์หรือสารเคมีอ่างน้ำปายนิเทศและตู้ดูดควัน (วาสนา กิรติจำเริญ, 2554 : 1)

ชุดโต๊ะเก้าอี้สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง โต๊ะและเก้าอี้ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาที่ใช้ในการเรียนภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยคัดเลือกจากครุภัณฑ์ประเภทเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการทั้งหมด ที่มีปัญหาการใช้งานมากที่สุดมาใช้ในการวิจัย

กระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ หมายถึง การวิเคราะห์ปัญหาชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา การวิเคราะห์ข้อมูลชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากการค้นคว้าและศึกษาความต้องการเบื้องต้นของอาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ การสร้างแนวคิดหลักในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ทดสอบความแข็งแรงตามเกณฑ์มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หมายถึง การประเมินด้านการทดสอบความแข็งแรงของชุดโต๊ะเก้าอี้สำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยเครื่องมืออุปกรณ์เฉพาะทาง เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (LAB) อาศัยตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ดังนี้

(1) มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของโต๊ะเรียน (มอก. 1494 - 2541)

(2) มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของเก้าอี้ (ISO 7173)

บทที่ 2

เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง “การออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา” ผู้วิจัยทำการทบทวนวรรณกรรม ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษาในการออกแบบครั้งนี้เพื่อเป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยมีแนวคิด เนื้อหา ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา ดังนี้

- 2.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 2.2 ครุภัณฑ์อุปกรณ์ประจำห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
- 2.3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร
- 2.4 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์
- 2.5 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์
- 2.6 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานเด็กไทยและขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์
- 2.7 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตเฟอร์นิเจอร์
- 2.8 จิตวิทยาของสีที่ใช้ในการออกแบบ
- 2.9 มาตรฐานการทดสอบเฟอร์นิเจอร์
- 2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

2.1.1 มาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

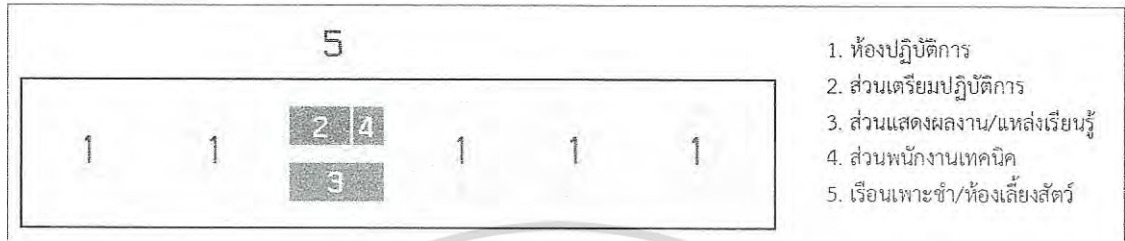
ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เป็นปัจจัยสำคัญอย่างยิ่งของการจัดการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์สถาบัน ส่ง เสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) โดยสาขาประเมินมาตรฐานได้จัดทำมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เพื่อให้สถานศึกษาและผู้ที่เกี่ยวข้องใช้เป็นแนวทางพัฒนาห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ที่มีอยู่แล้วให้มีมาตรฐานสูงขึ้นหรือใช้เป็นแนวทางสร้างห้องปฏิบัติการ รวมทั้งใช้เป็นเครื่องมือประเมินประสิทธิภาพของการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สาระสำคัญของมาตรฐานห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ มี 9 ด้าน ดังนี้

- มาตรฐานที่ 1 ด้านขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ
- มาตรฐานที่ 2 ด้านครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ
- มาตรฐานที่ 3 ด้านการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ
- มาตรฐานที่ 4 ด้านความสว่างของห้องปฏิบัติการ
- มาตรฐานที่ 5 ด้านระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า)
- มาตรฐานที่ 6 ด้านระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ)
- มาตรฐานที่ 7 ด้านระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ(เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส)
- มาตรฐานที่ 8 ด้านการจัดห้องเสริมปฏิบัติการ
- มาตรฐานที่ 9 ด้านการบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

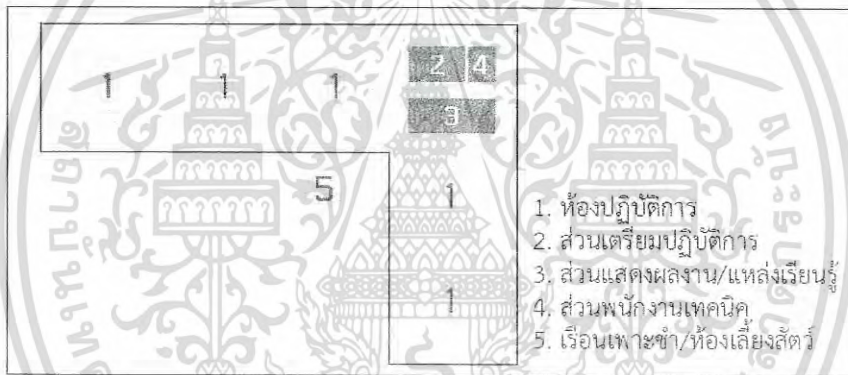
มาตรฐานที่ 1 ด้านขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และเผยแพร่โดยไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

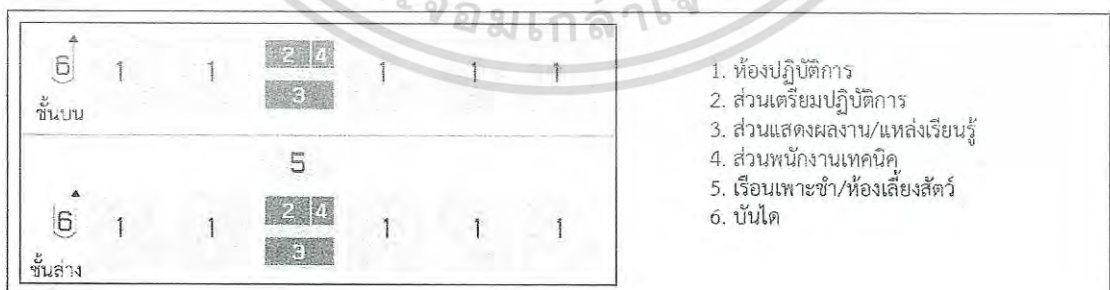
การกำหนดขนาดและลักษณะของห้องปฏิบัติการจะต้องคำนึงถึงอายุและจำนวนผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนปฏิบัติการได้สะดวกและปลอดภัยเป็นสำคัญซึ่งมีมาตรฐานด้านขนาดและลักษณะของห้องที่มีองค์ ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ รูปร่างของห้องปฏิบัติการ พื้นของห้องปฏิบัติการ พื้นที่ปฏิบัติการ ขนาดของ ห้องปฏิบัติการและการจัดครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ การจัดแผนผังห้องปฏิบัติการทำได้หลายรูปแบบ ดังรูป ที่ 2.1-2.3



ภาพที่ 2.1 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ในอาคารชั้นเดียวกัน
ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 1)



ภาพที่ 2.2 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคาร2หลังติดกัน
ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 1)

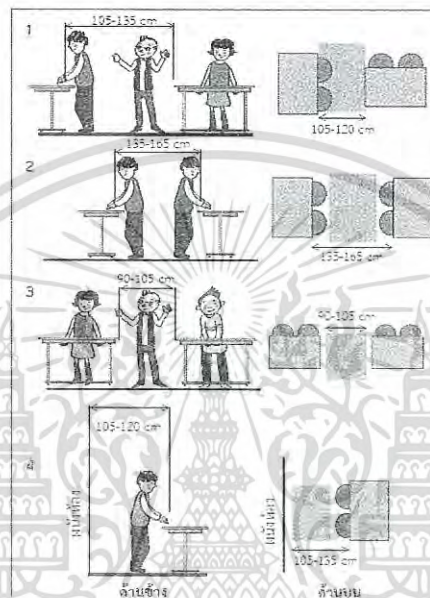


ภาพที่ 2.3 ตัวอย่างแผนผังแสดงตำแหน่งของห้องปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคารที่มีหลายชั้น
ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐานที่ 2 ด้านครุภัณฑ์ในห้องปฏิบัติการ

ครุภัณฑ์ต่างๆ ที่ใช้ในห้องปฏิบัติการเป็นส่วนสำคัญที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถทำกิจกรรมการเรียนรู้ได้ดียิ่ง ขึ้นครุภัณฑ์ที่จำเป็น ได้แก่ โต๊ะสาธิต เก้าอี้ และโต๊ะปฏิบัติการ ตู้และชั้นสำหรับเก็บวัสดุ อุปกรณ์หรือสาร เคมีอ่างน้ำปายนิเทศและตู้ดูดควันบริเวณที่ใช้ทำปฏิบัติการจะเป็นพื้นที่ส่วนที่มากที่สุดในห้องโต๊ะปฏิบัติ การควรอยู่ในตำแหน่งที่ผู้เรียนมองเห็นโต๊ะสาธิตได้ชัดเจนที่สุดการจัดโต๊ะปฏิบัติการสำหรับทำกิจกรรมกลุ่มจัดได้หลายรูปแบบและต้องมีพื้นที่ว่างรอบโต๊ะเพื่อให้ผู้เรียนเคลื่อนไหวได้สะดวก



ภาพที่ 2.4 ตัวอย่างแผนผังแสดงการจัดพื้นที่ระหว่างโต๊ะปฏิบัติการ

ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 2)

มาตรฐานที่ 3 ด้านการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการ

สภาพแวดล้อมและการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการมีความสำคัญต่อความปลอดภัยและสุขภาพของผู้เรียนมาตรฐานด้านการระบายอากาศของห้องปฏิบัติการมีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ ลักษณะทั่วไปของการระบายอากาศการระบายอากาศด้วยพัดลมและการระบายอากาศด้วยเครื่องดูดอากาศตู้ดูดควัน เป็นเครื่องมือพื้นฐานเพื่อความปลอดภัยขณะปฏิบัติการที่ต้องใช้สารเคมีที่มีไอระเหยเป็นพิษหรือมีสิ่งเจือปนที่เป็นพิษจึงจัดเป็นครุภัณฑ์ที่จำเป็นสำหรับห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะห้องปฏิบัติ การเคมีที่มีไอระเหยของสารเคมีหรือควันเกิดขึ้นหรือเพื่อใช้เตรียมสารเคมีที่เป็นอันตรายหรือระเหยง่าย บางชนิดการออกแบบและติดตั้งตู้ดูดควันต้องพิจารณาถึงปัจจัยต่างๆ เช่น พิษของสารเคมีที่ใช้ตำแหน่งที่วางสถานที่ติดตั้งระบบระบายอากาศภายในห้องและชนิดของตู้ดูดควัน ตู้ดูดควันที่ใช้ทั่วไปมี 2 แบบ คือ แบบเคลื่อนที่ได้และแบบติดตั้งถาวร ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.5 ตัวอย่างการติดตั้งตู้ดูดควันแบบถาวร
ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 3)

มาตรฐานที่ 4 ด้านความสว่างของห้องปฏิบัติการ

ความสว่างมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่อการทำการทดลองและสังเกตผลการทดลองสำหรับสถานศึกษาที่ไม่มีระบบไฟฟ้าอาจปรับเกณฑ์การประเมินให้เหมาะสมกับสภาพและลักษณะของแต่ละโรงเรียน โดยไม่ประเมินในด้านที่เกี่ยวข้องกับไฟฟ้ามาตรฐานด้านความสว่างของห้องปฏิบัติการมีองค์ประกอบที่ จำเป็น ได้แก่ แสงสว่าง จากภายนอกแสงสว่างที่เป็นผลจากวัสดุหรือครุภัณฑ์แสงสว่างจากไฟฟ้าและแสง สว่างจากการใช้อุปกรณ์ปรับ แสง

มาตรฐานที่ 5 ด้านระบบไฟฟ้าของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้า)

มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นเฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบไฟฟ้าเท่านั้นมีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ ระดับการใช้กระแสไฟฟ้า การใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า ระบบควบคุมไฟฟ้ารวมและระบบควบคุมไฟฟ้าเฉพาะส่วน

สำหรับสถานศึกษาที่ไม่มีระบบไฟฟ้าไม่ต้องประเมินมาตรฐานที่ 5

มาตรฐานที่ 6 ด้านระบบน้ำของห้องปฏิบัติการ (เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำ)

มาตรฐานนี้กำหนดขึ้นเฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบน้ำประปาในกรณีโรงเรียนที่ยังไม่มีระบบน้ำ ประปาอาจติดตั้งระบบน้ำประปาอย่างง่ายขึ้นใช้เองได้ มาตรฐานด้านระบบน้ำ ประปาของห้องปฏิบัติการ มีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ การวางระบบน้ำการควบคุมการใช้น้ำท่อน้ำอ่างน้ำและก๊อกน้ำ สำหรับ สถานศึกษาที่ไม่มีระบบน้ำประปาไม่ต้องประเมินมาตรฐานที่ 6

มาตรฐานที่ 7 ด้านระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการ(เฉพาะสถานศึกษาที่มีระบบแก๊ส)

การจัดระบบแก๊สต้องคำนึงถึงความปลอดภัยเป็นอย่างมากมาตรฐานนี้กำหนดขึ้นเฉพาะสถาน ศึกษาที่มีระบบแก๊สมาตรฐาน ด้านระบบแก๊สของห้องปฏิบัติการมีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ การวางระบบท่อแก๊สจุดจ่ายแก๊สและอุปกรณ์ต่างๆ ที่เป็นส่วนประกอบในระบบแก๊ส สำหรับสถานศึกษาที่ไม่มีระบบแก๊สไม่ต้องประเมิน มาตรฐาน ที่ 7

มาตรฐานที่ 8 ด้านการจัดห้องเสริมปฏิบัติการ

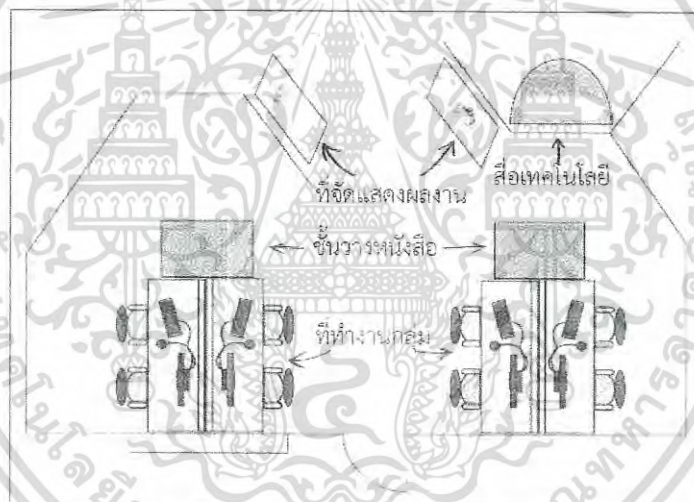
การจัดห้องเสริมปฏิบัติการมีเป้าหมายเพื่อช่วยในการจัดการเรียนการสอนด้านปฏิบัติการ ดำเนินไปอย่างราบรื่นโดยเฉพาะห้องเลี้ยงสัตว์จัดเป็นห้องเสริมปฏิบัติการที่มีเป้าหมายเพื่อป้องกัน เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันตรายจากการติดเชื้อและอันตรายจากสัตว์ที่ใช้ในการทดลอง ในกรณีที่ใช้สัตว์ทดลองที่ไม่เป็นอันตราย อาจไม่ต้องจัดห้องเสริมปฏิบัติการแยกไว้ก็ได้ มาตรฐานด้านการจัดห้องเสริมปฏิบัติการมีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ ส่วนจัดเก็บวัสดุอุปกรณ์และสารเคมี ส่วนเตรียมปฏิบัติการ ส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ ส่วนพนักงานเทคนิคเรือนเพาะชำและห้องเลี้ยงสัตว์

การจัดห้องเสริมปฏิบัติการควรคำนึงถึงความพอเพียงต่อการใช้งานจำนวนผู้เรียนและจำนวนห้องปฏิบัติการการจัดห้องเสริมปฏิบัติการมีเป้าหมายสำคัญเพื่อช่วยสนับสนุน การปฏิบัติการให้ดำเนินไป อย่างมีประสิทธิภาพและเพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้สอนในการเตรียมปฏิบัติการ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

1. ห้องเสริมปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคารเรียน

การจัดห้องเสริมปฏิบัติการที่อยู่ภายในอาคารเรียนทำได้หลายลักษณะในกรณีที่มีห้องเป็นจำนวนมากควรจัดแยกแต่ละส่วนของห้องเสริมปฏิบัติการเป็นห้องเดี่ยว กรณีที่มีห้องไม่เพียงพอควรจัดรวมอยู่ในห้องเดียวกันและแบ่งพื้นที่ใช้สอยออกเป็นส่วนต่างๆ เช่น ส่วนจัดเก็บสารเคมีและวัสดุอุปกรณ์ส่วนเตรียมปฏิบัติการส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้และส่วนพนักงาน เทคนิคในพื้นที่นี้ได้แสดง ตัวอย่างของส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้ ดังรูป ที่ 2.6



ภาพที่ 2.6 ตัวอย่างส่วนแสดงผลงานและแหล่งเรียนรู้

ที่มา : นิตยสารสถาบันส่งเสริมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553 : 3)

มาตรฐานที่ 9 ด้านการบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ

การบริหารจัดการที่ดีจะก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้ใช้ห้องปฏิบัติการและเกิดความปลอดภัย ขณะปฏิบัติการมาตรฐานด้านการบริหารจัดการและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการ มีองค์ประกอบที่จำเป็น ได้แก่ ข้อกำหนดการใช้ห้องลักษณะห้องการจัดเก็บสารเคมี การจัดเก็บอุปกรณ์การติดตั้ง อุปกรณ์ ดับเพลิงการซ่อมบำรุง การสื่อสารและระบบการจัดเก็บข้อมูล

2.1.2 แพลนห้องเรียนมาตรฐานกระทรวงศึกษาธิการ

ระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการกำหนดมาตรฐานโรงเรียน หอสมุดสถานที่และอาคารได้กำหนดไว้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.1 โรงเรียนต้องจัดให้มีห้องเรียนและห้องปฏิบัติการต่าง ๆ ห้องเรียนระดับประถมศึกษาต้องมีขนาดห้องไม่ต่ำกว่า 6 เมตร x 8 เมตร

2.1.2.1.2 ห้องเรียนที่มีทางเข้าออก 2 ทาง แต่ละทางต้องกว้างไม่น้อยกว่า 80 เซนติเมตร ในกรณีที่มีทางเข้าออกเพียงทางเดียว ต้องกว้างไม่น้อยกว่า 1.60 เมตร

2.1.2.1.3 ระดับประถมศึกษา ห้องเรียนที่มีพื้นที่ 48 ตารางเมตร ให้ความจุนักเรียน ได้ไม่เกิน 45 คน ถ้ามีพื้นที่เพิ่มขึ้นจาก 48 ตารางเมตร ให้ความจุเพิ่มได้อีกโดยถือเกณฑ์ 1 ตารางเมตร ต่อนักเรียน 1 คน ทั้งนี้ในห้องหนึ่ง ๆ ต้องไม่เกินห้องละ 55 คน



ภาพที่ 2.7 แพลนห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

2.2 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา

อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบ่งเป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ประเภททั่วไป เช่น บีกเกอร์ หลอดทดสอบ ไฟเพท บิวเรต กระบอกตวง หลอดหยดสาร แท่งแก้วคนสาร ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ผลิตขึ้นจากวัสดุที่เป็น นแล้วเนื่องจากปี องค์กรการทา ปฏิกริยากับ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารเคมี นอกจากนี้ยังมี เครื่องชั่งแบบต่างๆ กล้องจุลทรรศน์ ตะเกียงแอลกอฮอล์ เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้วิธีใช้งานที่แตกต่างกันออกไป ตามลักษณะของงาน

2. ประเภทเครื่องมือช่าง เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ได้ทั้งภายในห้องปฏิบัติการ และภายนอกห้องปฏิบัติการ เช่น เวอร์เนีย คีม และแปรง เป็นต้น

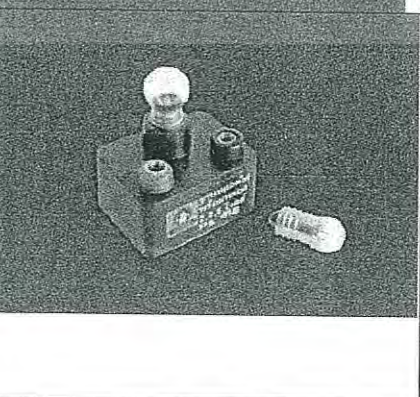
3. ประเภทสิ้นเปลือง และสารเคมี เป็นอุปกรณ์ทางวิทยาศาสตร์ที่ใช้แล้วหมดไปไม่สามารถนำกลับมาใช้ได้อีก เช่น กระดาษกรอง กระดาษลิทมัส และสารเคมี

ตารางที่ 2.1 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สารและการเคลื่อนที่
พลังงาน

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-------------|---|--|
| 1. | วงล้อปริศนา |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้สามารถอธิบายความหมายของ สารแม่เหล็ก และสามารถบอกได้ว่าวัตถุใดเป็นสารแม่เหล็ก - ฐานและแป้นหมุนทำด้วยไม้ ที่แป้นหมุนฝังวัตถุชนิดต่างๆ ที่เป็นสารแม่เหล็กและไม้เป็นสารแม่เหล็ก พร้อมแท่งตรวจสอบ ซึ่งมีแม่เหล็กประกอบอยู่ |
| 2. | แม่เหล็กลอย |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง ฝึกการสังเกต และเสริมความเข้าใจ เรื่องแม่เหล็ก - ประกอบด้วยแกนตั้งสำหรับใส่แม่เหล็กวงแหวน |
| 3. | นกชูซ่า |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้เพื่อฝึกความช่างคิด ช่างสังเกต พยายามหาเหตุผลและ อธิบายความแตกต่างของอำนาจการดูดสารแม่เหล็ก - เมื่อพันลวดทองแดงจำนวนรอบต่างกัน - ประกอบด้วย ตัวนกทำด้วยพลาสติกมีด้ามจับ ที่ปากนก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|----------------------|---|--|
| 4. | ชุดทดลองไฟฟ้า |  | <ul style="list-style-type: none"> - กระแสไฟฟ้าจากมะนาว - ไม้ บรรทัดพิเศษ - การเกิดประจุไฟฟ้า - การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย - วัตถุใดเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า - มาทำสวิตช์อย่างง่ายกันเถอะ - มารู้จักเต้าเสียบและเต้ารับกันเถอะ - ชุดแผงสาธิตวงจรไฟฟ้า (สำหรับครู) |
| 5. | ชุดการต่อเซลล์ไฟฟ้า |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่างๆ และเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับการทดลองอื่นๆ ที่ต้องการใช้ไฟฟ้ากระแสตรงตั้งแต่ 1.5 – 6 โวลต์ |
| 6. | แอมมิเตอร์ 1 แอมป์ |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง |
| 7. | ฐานหลอดไฟพร้อมหลอดไฟ |  | <ul style="list-style-type: none"> - ฐานทำด้วยพลาสติก ติดขั้วเสียบไฟ 2 ตัว และติดขั้วหลอด - หลอดไฟ 2.5 และ 6 โวลต์ อย่างละ 1 ดวง - ใช้ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟ้ากระแสตรงต่างๆ ไป |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------|---|--|
| 8. | ฐานหลอดไฟ พร้อมหลอดไฟ |  | <ul style="list-style-type: none"> - ฐานทำด้วยพลาสติก ติดขั้วเสียบไฟ 2 ตัว และติดขั้วหลอด - หลอดไฟ 2.5 และ 6 โวลต์ อย่างละ 1 ดวง - ใช้ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟ้ากระแสตรงต่างๆ ไปและใช้ทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงาน |
| 9. | มอเตอร์ติด ใบพัด |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล |
| 10. | ชุดไฟฟ้าสถิต |  | <p>ใช้ในการทดลอง เพื่อการศึกษาเรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> - ชนิดของแรงระหว่างประจุ - การตรวจสอบประจุไฟฟ้า - การให้ประจุไฟฟ้าโดยการเหนี่ยวนำ - พร้อมกับการต่อสายดิน - การถ่ายเทประจุไฟฟ้าผ่านลวดโลหะ |
| 11. | ออกไฟฟ้าพร้อม ฐาน |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานเสียง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง โลกและท้องฟ้าของเรา

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|--|
| 1. | ชุดการพาความร้อน (ชุดการถ่ายโอนความร้อนของแก๊ส) |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การเคลื่อนที่ของอากาศ โดยที่อากาศจะเคลื่อนที่ จากบริเวณที่มีอุณหภูมิต่ำไปยังบริเวณที่มีอุณหภูมิสูงกว่ามีผลทำให้เกิดลม |
| 2. | แผนที่ดาวสำหรับประเทศไทย |  | - ใช้ประกอบการเรียนการสอน เพื่อศึกษา เรื่อง ตำแหน่งทางการเคลื่อนที่ของดาวหรือกลุ่มดาว อันดับความสว่างของดาว หรือกลุ่มดาว และสุริยวิถี |
| 3. | กระป๋องเก็บตัวอย่างดิน |  | - เพื่อใช้เก็บตัวอย่างดินจากจุดศึกษาน้ำมาวิเคราะห์ โดยไม่ให้ความชื้นระเหยออก ซึ่งจะทำให้ค่าน้ำหนักของตัวอย่างดินไม่เปลี่ยนแปลง |
| 4. | ตะแกรงร่อนดิน (Globe) |  | - เป็นอุปกรณ์เพื่อใช้แยกตัวอย่างดินและวัสดุอื่นๆ ที่ไม่ต้องการออก |
| 5. | เครื่องวัดปริมาณน้ำฝน |  | - เป็นอุปกรณ์ใช้สาธิตการวัดปริมาณน้ำฝน |

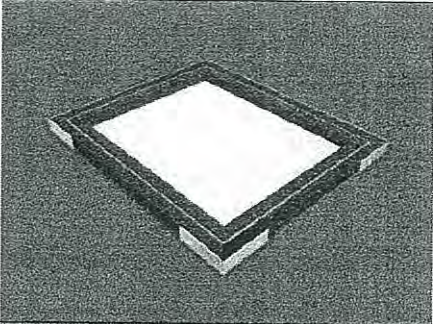

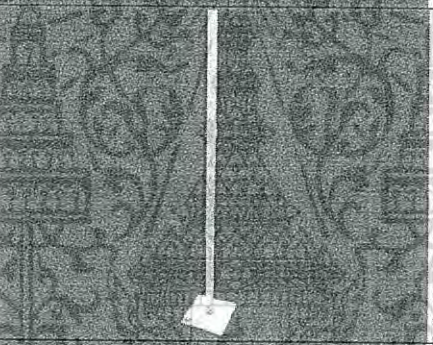
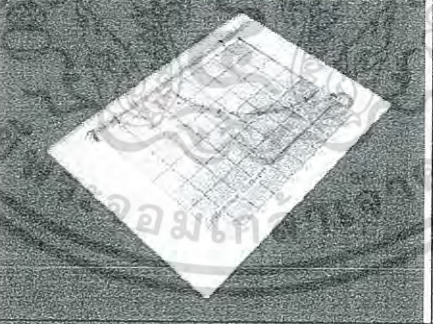
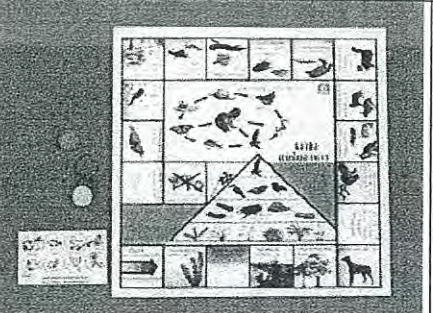
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|--|
| 6. | ชุดทดลองการ อุ้มน้ำของดิน |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การหาปริมาณการอุ้มน้ำของดินจากตัวอย่างดินตามท้องถื่นต่างๆ เพื่อจำแนกลักษณะและคุณสมบัติของดินแต่ละชนิด |
| 7. | ไฮโกรมิเตอร์ แบบเส้นผม (อค.) |  | - เป็นเครื่องมือวัดความชื้นของอากาศอย่างง่าย เพื่อใช้บันทึกความชื้นของอากาศบริเวณใดบริเวณหนึ่ง |
| 8. | ไซโครมิเตอร์ (Psychrometer) กระเปาะเปียก- แห้ง |  | - ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์ และจุดน้ำค้างของอากาศ |
| 9. | เครื่องตรวจ ทิศทางลม |  | - เป็นอุปกรณ์ใช้สาธิตการวัดทิศทางลมอย่างง่าย |
| 10. | ชุดทดลอง วิทยาศาสตร์ สำเร็จรูป เรื่องสิ่งแวดล้อม ทางธรรมชาติ |  | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-----------------|---|---|
| 1. | ตะแกรงตาถี่ |  | - ใช้ในการทดลองทำกระดาษเบื้องต้น |
| 2. | เดนซิโอมิเตอร์ |  | - เป็นอุปกรณ์วัดการปกคลุมเรือนยอดของต้นไม้ และพืชที่ปกคลุมดินในเชิงปริมาณ |
| 3. | หลอดวัดความชื้น |  | - เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้นของน้ำ เหมาะสำหรับการตรวจวัดน้ำดิน หรือบริเวณที่น้ำไหว |
| 4. | ไคลโนมิเตอร์ |  | - เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดมุมเงยเพื่อคำนวณหาความสูงของวัตถุแทนการวัดโดยตรง เช่น ความสูงของต้นไม้ ความสูงของหน้าผา เป็นต้น |
| 5. | เกมสายใยอาหาร |  | - ใช้ในการเล่น เพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต และความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตด้วยกันในระบบนิเวศได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 (ต่อ)


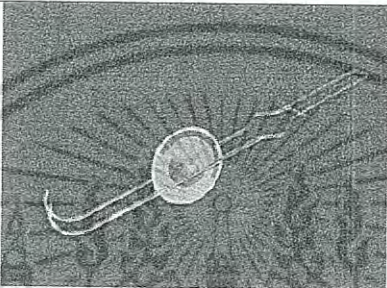
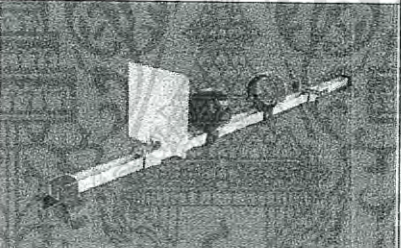
| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|------------------------|--|--|
| 1. | เกมรู้จักพืชและสัตว์ |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นเกมที่ใช้เล่น เพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับพืชและสัตว์ต่างๆ ที่อาศัย - ในบึง วิธีการจับเหยื่อและกินอาหาร - ประกอบด้วย แผ่นเกมชีวิตในบึง ตัวหมากสำหรับเดิน จำนวน 6 อัน พร้อมสติ๊กเกอร์สำหรับติดบนตัวหมาก - บรรจุเป็นชุดในซองพลาสติก เพื่อสะดวกต่อการเก็บรักษา |
| 2. | ชุดพับกระดาษได้ความรู้ |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นอุปกรณ์ที่เสริมความเข้าใจในเรื่อง วิวัฒนาการของอาหาร และ วิถีชีวิตของผีเสื้อ - ประกอบด้วย แผ่นกระดาษสำหรับพับ 3 แบบ พร้อมคู่มือการพับ 1 ชุด บรรจุในถุงพลาสติก |

ตารางที่ 2.4 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง พืช

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-------------------------|---|--|
| 1. | อุปกรณ์ตัดเนื้อเยื่อพืช |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นอุปกรณ์ใช้ตัดเนื้อเยื่อพืชเพื่อจัดทำสไลด์ สำหรับใช้ในการศึกษาตัวอย่างสิ่งที่มีชีวิตด้วยกล้องจุลทรรศน์ - ชิ้นส่วนทั้งหมด ทำด้วยทองเหลือง |

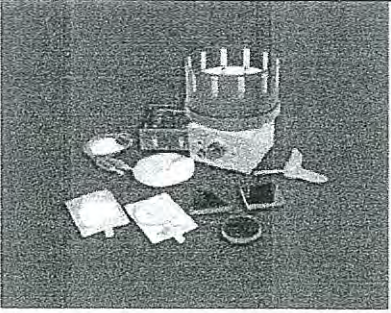
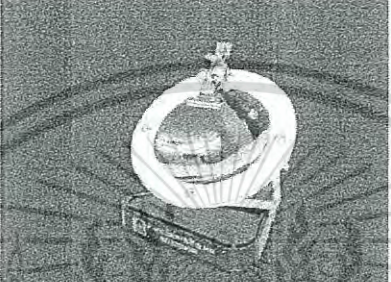

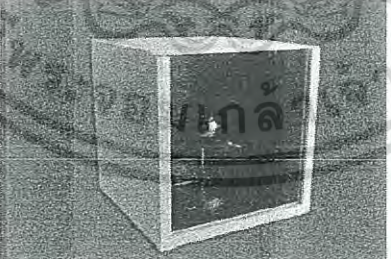
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง แสง

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|--|---|
| 1. | ชุดทดลองวิทยาศาสตร์สำเร็จรูปเรื่องแสงและการมองเห็น |  | <ul style="list-style-type: none"> - ประกอบด้วยชุดทดลองวิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่องดังต่อไปนี้ - สเปกตรัมของแสง - การผสมแสงสี - การเกิดภาพติดตา - ตาบอดสี - การสะท้อนของแสง - การหักเหของแสง |
| 2. | สนุกกับวงล้อสี |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกความช่างคิดช่างสังเกต จากการทดลองหาข้อมูล ความพยายามที่จะอธิบายสิ่งที่พบเห็นและเสริมความรู้เรื่องการผสมสี - ประกอบด้วย รางลวด และวงล้อสีมีแกนเป็นแม่เหล็ก |
| 3. | ชุดการหาความยาวโฟกัสและภาพที่เกิดจากเลนส์นูน |  | <ul style="list-style-type: none"> - ประกอบด้วย รางเลื่อน เลนส์นูนขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มม. และ 25 มม. พร้อมกรอบ ฉากรับแสง แผ่นกั้นแสง รูปลูกศรและแป้นวางอุปกรณ์ชุดกันแสง - เลนส์นูน ฉากรับแสง และแป้นวางอุปกรณ์กันแสง - สามารถประกอบและเลื่อนเข้าออกบนรางได้สะดวก - รางเลื่อนทำด้วยอะลูมิเนียมมีความทนทาน สเกลมีความละเอียด เป็นหน่วยมิลลิเมตร ทำให้แสดงให้เห็นระยะทางได้ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------|---|---|
| 4. | ชุดภาพติดตา 3 มิติ |  | ใช้ในการทดลอง เรื่อง - ภาพติดตา - ภาพเคลื่อนไหว - การเห็นภาพวัตถุ 3 มิติ จากแผ่นวัตถุที่เป็นเสมือน 2 มิติ - การผสมสี และสีจากสีขาว - ความเร็วของพัลลม |
| 5. | ชุดเตาแสงอาทิตย์ขนาดเล็ก |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การนำพลังงานแสงอาทิตย์มาใช้ประโยชน์ โดยเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน |
| 6. | ชุดทดลอง เรื่อง แสงประณม |  | ใช้ในการทดลอง เรื่อง - แสงเดินทางอย่างไร - ทำให้จึมมองเห็น - ตัวกลางของแสง - เงา - การหักเหของแสง - การสะท้อนแสง - กล้องปริทรรศน์ - สเปกตรัมของแสง - การผสมแสงสี |
| 7. | ชุดสาริตการเดินทางของแสง |  | - ใช้สาริต เพื่อให้ทราบถึงลักษณะและทิศทางของลำแสงที่ออกมาจากแหล่งกำเนิดแสง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 (ต่อ)


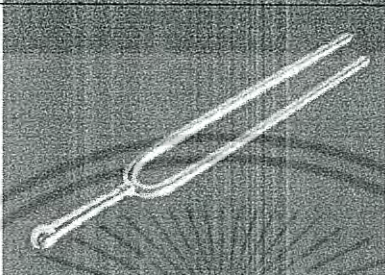
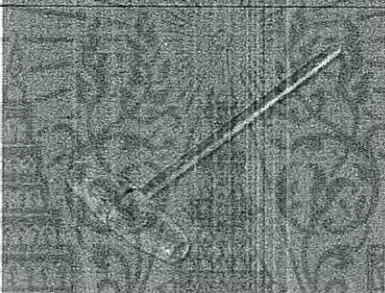
| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|----------------|--|---|
| 8. | กล่องสลัปลาย |  | <ul style="list-style-type: none"> - เพื่อให้มีความรู้และประสบการณ์ เรื่อง คาไลโดสโคป ซึ่งเกิดจากการสะท้อนแสงบนกระจกเงา 3 แผ่น ทำมุมระหว่างกันเท่ากับ 60 องศา จะทำให้เกิดการสะท้อนของแสงกลับไปกลับมาให้ภาพปรากฏที่สวยงามมาก - ใช้เรียนรู้ เรื่อง แสงกับการมองเห็น |
| 9. | กล่องปริทรรศน์ |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้เรียนรู้ เรื่อง การหักเหแสง |

ตารางที่ 2.6 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง เสียง

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|------------------------------|---|---|
| 1. | ชุดเสียงไขปัญหา |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นอุปกรณ์สำหรับฝึกการสังเกตการณ์ คิด และการลงความเห็นจากข้อมูล - ประกอบด้วย กล่องกลมซึ่งมีสิ่งกีดขวางภายในต่างกัน 3 แบบ ภายในกล่องแต่ละกล่องบรรจุลูกกลมโลหะกล่องละ 1 ลูก |
| 2. | แผ่นไม้ทดลองเรื่องเสียงประถม |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษา เรื่อง - เสียงเกิดขึ้นได้อย่างไร - ความถี่เสียง - เสียงสูงเสียงต่ำขึ้นอยู่กับอะไร - พลังงานกับความดังของเสียง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-----------------------|--|---|
| 3. | ชุดเสียงใน ตัวกลาง |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษา เรื่อง เสียงใช้อากาศเป็นตัวกลาง ในการเคลื่อนที่เพื่อส่งพลังงาน การสั่นไปยังหู |
| 4. | ส้อมเสียง |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง เสียง เช่น การเกิดเสียง แหล่งกำเนิดเสียง |
| 5. | ไม้เคาะส้อม เสียง |  | - ใช้เคาะส้อมเสียง เพื่อให้เกิด การสั่นและเกิดเสียงดังได้ อย่างพอเหมาะ |

ตารางที่ 2.7 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง แรงและการเคลื่อนที่

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|--|
| 1. | ชุดทดลอง วิทยาศาสตร์ สำเร็จรูป ลูกโป่ง มหัศจรรย์ |  | ประกอบด้วยชุดทดลอง วิทยาศาสตร์ ที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง แรงดันอากาศ และไฟฟ้าสถิต เช่น - สมบัติของอากาศ - อากาศดันให้ วัตถุเคลื่อนที่ได้หรือไม่ - ลูกโป่งมีหู - ลูกโป่งโรมท - ลูกโป่งลงขวด - การถ่ายโอน ความร้อน - บารอมิเตอร์ลูกโป่ง |
| 2. | รถทดลอง อลูมิเนียม |  | - เป็นรถที่ใช้ในการทดลอง เพื่อ ศึกษา เรื่อง แรงกิริยาและ แรงปฏิกิริยา - ประกอบด้วย ตัวรถทำด้วย อลูมิเนียมปลายด้านหนึ่งพับสูง |

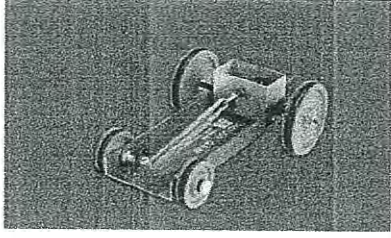
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในงานวิชาการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์นอกเหนือจากนี้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-------------------------|---|--|
| 3. | หมุ่นน้อยนัก กายกรรม |  | - เป็นอุปกรณ์สำหรับฝึกการสังเกต และเสริมความเข้าใจ ในเรื่อง การทรงตัวในภาวะสมดุล - ประกอบด้วย ตัวหุ่นทำด้วย พลาสติกใส พิมพ์ลวดลาย พร้อมน้ำหนักรถ่วงประกอบกับตัว หุ่น |
| 4. | ตุ้ดตุ้ลงบันได |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกการ สังเกต การคิด ตลอดจน ตั้งสมมติฐาน - ประกอบด้วย บันไดปรับเอียงได้ และตัวตุ้กตาพลาสติก |
| 5. | ไม้กายสิทธิ์ |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกการคิด การสังเกต การใช้ความคิด ริเริ่มและสามารถสื่อความหมายได้ ด้วยการบรรยาย และสาธิต ตลอดจนความเข้าใจความสัมพันธ์ ระหว่างสเปสกับสเปส - ประกอบด้วย แท่งไม้กลึงเกลียว ใบพัดพลาสติกและแท่งไม้ |
| 6. | กลิ้งหกคะเมน |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกการ สังเกต การคิดและการตั้ง สมมติฐาน - อุปกรณ์ประกอบด้วยราง พลาสติก 3 ชั้น พร้อมลูกกลิ้ง 4 ลูก ซึ่งภายในมีวัตถุต่างกัน 3 ลูก และอีก 1 ลูกไม่ได้บรรจุ อะไร |
| 7. | นกไต่ลวด |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกทักษะ การสังเกต การพยากรณ์ และ การตั้งสมมติฐาน - เสาลวดพร้อมฐาน และนกไม้ติด สปริง |

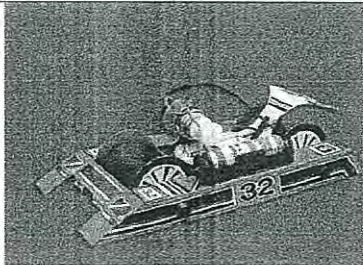
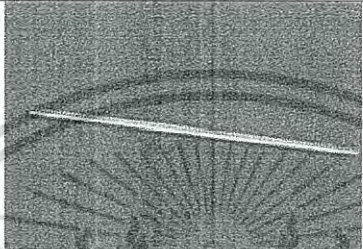
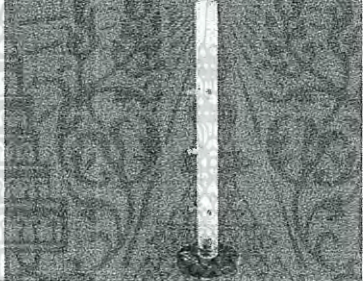
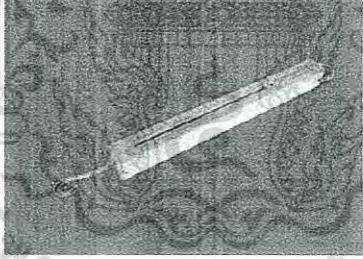
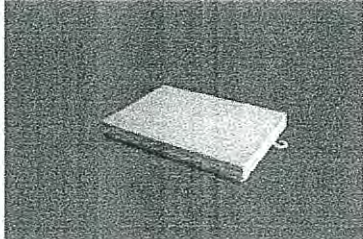
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------|---|--|
| 8. | รถยางรัด |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกให้มีความช่างสังเกต และพยายามหาเหตุผล เสริมความรู้เบื้องต้น เรื่องการทำงานของเฟือง ในการขับเคลื่อน - ตัวถังรถทำด้วยโลหะเคลือบสี สดใส ล้อทำด้วยพลาสติก พร้อมชุดเฟืองและขอเกี่ยววางวาง สามารถมองเห็นการทำงานของเฟืองได้ชัดเจน |
| 9. | สนุกกับเฟือง |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษา เรื่องเกี่ยวกับเฟือง และความสัมพันธ์ของเฟืองขนาดต่างๆ - ประกอบด้วย ชุดเฟืองเดี่ยวขนาดต่างๆ ประกอบบนฐาน 1 ชุด และชุดมอเตอร์พร้อมกล่อง ถ่านไฟฉายและเฟืองหนอน ประกอบบนฐาน 1 ชุด ชุดเฟืองทำงานได้คล่อง |
| 10. | รถกิ้งหรีด |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกให้มีความช่างคิด และพยายามหาเหตุผล สามารถนำหลักการไปประดิษฐ์ของเล่นแบบอื่นๆ ได้ - ตัวรถทำด้วยพลาสติกใส ติดตั้งมอเตอร์และกล่องถ่าน พร้อมใบพัดพลาสติก |
| 11. | หุ่นกายกรรม |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อฝึกความช่างคิด ช่างสังเกต ผลของการเปลี่ยนแปลงตัวแปรต่างๆ และการตั้งสมมติฐาน - ประกอบด้วยฐานไม้ แผ่นทางเดิน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

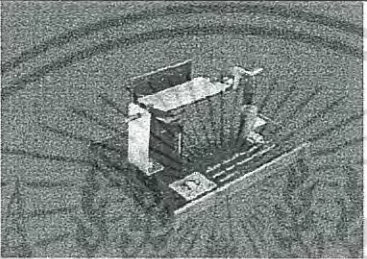
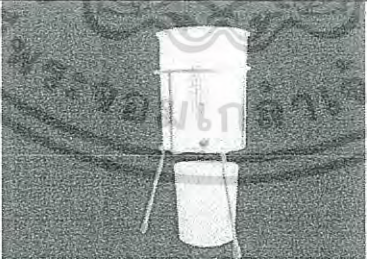

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|--|
| 12. | รถทดลองด้วย |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นอุปกรณ์สำหรับทดลอง เพื่อช่วยให้มีความช่างสังเกต และมีความคิดสร้างสรรค์ - ประกอบด้วย แผ่นกระดาษแข็ง แบบตัวถังรถ มอเตอร์ หลอดด้ายและอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ |
| 13. | ไม้เมตร |  | <ul style="list-style-type: none"> - ทำด้วยไม้เนื้ออ่อน ขัดเรียบและทาแล็กเกอร์ - มีสเกล 0-100 ซม. ความละเอียดของช่องสเกล มีมิลลิเมตร |
| 14. | ชุดทดลองความสัมพันธ์ความดันของเหลวกับความลึก |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เพื่อเปรียบเทียบความดันของของเหลวที่ระดับความลึกเดียวกัน และระดับความลึกต่างกัน |
| 15. | ตาชั่งสปริงมีสเกล |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลองเกี่ยวกับ เรื่อง แรงต่างๆ ได้แก่ การทดลองเรื่อง สมดุลต่อการเคลื่อนที่ แรงเสียดทาน ฯลฯ ซึ่งละเอียด 10 กรัม ต่อ 1 ซีดสเกล และ 0.1 นิวตัน ต่อ 1 ช่องสเกล ซึ่งได้สูงสุด 1,000 กรัม และ 10 นิวตัน - ตัวตาชั่ง ทำด้วยพลาสติก และอลูมิเนียมพิมพ์สเกลเป็นกรัมและนิวตัน ห่วงถือและขอ |
| 16. | ตาชั่งสปริงมีสเกล |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เรื่อง แรงเสียดทาน และสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|----------------|---|--|
| 17. | ถุงทราย 500 G. |  | - ประกอบด้วยทรายละเอียดแห้งสนิท บรรจุอยู่ในถุงพลาสติก อย่างหนาปิดปากถุงสนิท มีผ้าติด อย่างหนาเย็บสวมภายนอก มีหูสำหรับเกี่ยวกับห่วง |

ตารางที่ 2.8 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง ไฟฟ้า

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-----------------------------|---|---|
| 1. | เครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย |  | ใช้ศึกษาหลักการของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าอย่างง่าย ประกอบด้วย <ul style="list-style-type: none"> - ฐานทำด้วยพลาสติก - แม่เหล็กถาวรแบบขั้วข้างขนาด 19 × 50 × 6 มม. 1 คู่ ประกอบบนโครง - ยึดแม่เหล็กทำด้วยเหล็กพับเป็นรูปตัว U สามารถถอดเพื่อสลับขั้วได้ - ชุดอาร์มาเจอร์พร้อมคอมมิวเตเตอร์ โครงพันลวดทำด้วยพลาสติก แกนเป็นโลหะคอยล์ใช้ลวดทองแดง อาน้ำยา เบอร์ 28 พันประมาณ 60 รอบ คอมมิวเตเตอร์ทำด้วยโลหะตัวนำพร้อมขาตั้งรับแกน |
| 1. | เครื่องกรองน้ำ |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การกรองน้ำด้วยวัสดุต่างๆ ชนิด ขนาด และการเรียงลำดับชั้นของวัสดุกรอง |
| 2. | แผ่นหลุมพลาสติก |  | - ใช้ทดสอบสารต่างๆ เช่น แป้ง น้ำตาล ไขมันโดยการเปรียบเทียบกับสี หรือการตกตะกอนที่เกิดจากน้ำยาต่างๆ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|--|
| 3. | สวิตช์โยก |  | <ul style="list-style-type: none"> - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเรื่อง วงจรไฟฟ้า - ประกอบด้วย คันโยกและแป้นยึดคันโยก แป้นปรับคันโยกและแผ่นยึด ทำด้วยทองเหลืองชุบนิเกิลประกอบบนฐาน |
| 4. | ชุดทดลองไฟฟ้า |  | <p>ใช้ในการทดลอง เรื่อง</p> <ul style="list-style-type: none"> - กระแสไฟฟ้าจากมะนาว - ไม้บรรทัดพิเศษ - การเกิดประจุไฟฟ้า - การต่อวงจรไฟฟ้าอย่างง่าย - วัตถุใดเป็นตัวนำไฟฟ้าและฉนวนไฟฟ้า - มาทำสวิตช์อย่างง่ายกันเถอะ - มารู้จักเต้าเสียบและเต้ารับกันเถอะ - ชุดแผงสาธิตวงจรไฟฟ้า (สำหรับครู) |
| 5. | ชุดสาธิตเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากไดนาโมจักรยาน |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้สาธิต เพื่อให้เข้าใจถึงการเกิดกระแสไฟฟ้าจากไดนาโมจักรยาน |
| 6. | แอมมิเตอร์ 1 แอมป์ |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง |
| 7. | ชุดการต่อเซลล์ไฟฟ้า |  | <ul style="list-style-type: none"> - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่างๆ และเป็นพลังงานไฟฟ้า สำหรับการทดลองอื่นๆ ที่ต้องการใช้ไฟฟ้า กระแสตรงตั้งแต่ 1.5 - 6 โวลต์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)


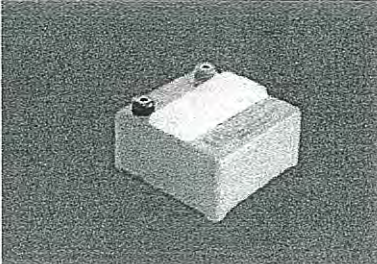
| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------|---|---|
| 8. | ฐานหลอดไฟ พร้อมหลอดไฟ |  | - ฐานทำด้วยพลาสติก ติดขั้วเสียบไฟ 2 ตัว และติดขั้วหลอด - หลอดไฟ 2.5 และ 6 โวลต์ อย่างละ 1 ดวง - ใช้ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟ้าทั่วไป และใช้ทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานแสงสว่าง |
| 9. | มอเตอร์ติด ใบพัด |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล |
| 10. | สวิตช์ทางเดียว |  | - ใช้ต่อในวงจร เพื่อเปิด-ปิดวงจรตามต้องการ |
| 11. | ปั้นจั่น |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล |
| 12. | ถ้วยยูริก้า |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อศึกษาหาปริมาณของแข็งที่ไม่มีรูปทรงแบบเรขาคณิต ตัวถ้วยทำด้วยเหล็กสเตนเลส |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--|---|---|
| 13. | เครื่องมือชุด การนำความร้อน (ชุดการถ่ายโอน ความร้อน2) |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การถ่ายโอนความร้อนเพื่อแสดงว่า วัสดุใดให้ความร้อนผ่านได้ดี มีสมบัติเป็นตัวนำความร้อน และวัสดุที่มีความร้อน ผ่านไม่ตีมีสมบัติเป็นฉนวนความร้อน |
| 14. | ชุดการต่อ เซลล์ไฟฟ้า |  | - ใช้ในการทดลอง เรื่อง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบต่างๆ และเป็นพลังงานไฟฟ้าสำหรับการทดลองอื่นๆ ที่ต้องการใช้ไฟฟ้า กระแสตรงตั้งแต่ 1.5 – 6 โวลต์ |

ตารางที่ 2.9 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง สารและสมบัติ

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------|---|--|
| 1. | ถุงทราย 500 G. |  | - ประกอบด้วยทรายละเอียดแห้งสนิท บรรจุอยู่ในถุงพลาสติก อย่างหนาปิดปากถุงสนิท มีผ้าดิบ อย่างหนาเย็บสวมภายนอก มีหูสำหรับเกี่ยวกับห่วง |
| 2. | ฐานหลอดไฟ พร้อมหลอดไฟ |  | - ฐานทำด้วยพลาสติก ติดขั้วเสียบไฟ 2 ตัว และติดขั้วหลอด - หลอดไฟ 2.5 และ 6 โวลต์ อย่างละ 1 ดวง - ใช้ในการทดลองที่เกี่ยวข้องกับงานไฟฟ้ากระแสตรงต่างๆ ไปและใช้ทดลอง เพื่อให้เห็นการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง |
| 3. | สวิตช์ทางเดียว |  | - ใช้ต่อในวงจรไฟฟ้า เพื่อเปิด-ปิดวงจรตามต้องการ |


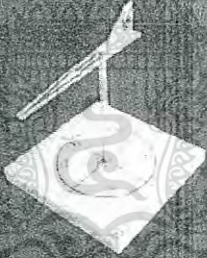


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาเรื่อง โลก ดาราศาสตร์

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|----------------------------------|---|--|
| 1. | ชุดตัวอย่างหินพร้อมกล่อง |  | - ตัวอย่างหินประกอบด้วยหิน 12 ชนิด จากแหล่งธรรมชาติในเมืองไทย ใช้ศึกษาคุณสมบัติ-ลักษณะสถานะแหล่งกำเนิดของหินต่างๆ |
| 2. | ตัวอย่างหิน 12 ชนิด |  | - ตัวอย่างหินชุดใหญ่ ประกอบด้วยหิน 12 ชนิด จากแหล่งธรรมชาติในเมืองไทย ใช้ศึกษาคุณสมบัติ ลักษณะ สถานะแหล่งกำเนิดของหินต่างๆ |
| 3. | แผ่นใสสาธิตน้ำขึ้นน้ำลง |  | ใช้กับเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะเพื่ออธิบาย เรื่อง - ลักษณะของการเกิดน้ำขึ้น-น้ำลง - อิทธิพลของดวงจันทร์และดวงอาทิตย์ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงระดับน้ำขึ้น-น้ำลง บนผิวโลก - อธิบายการเกิดน้ำขึ้น น้ำลงใน 1 วัน และเวลาที่เกิดน้ำขึ้นสูงสุด น้ำลงต่ำสุด |
| 4. | ชุดระนาบวงโคจรของโลกและดวงจันทร์ |  | ใช้สาธิต เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับ ความสัมพันธ์ระหว่างระนาบวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ และระนาบวงโคจรของดวงจันทร์รอบโลก |
| 5. | ชุดสัมพันธ์การโคจร |  | - ใช้ในการทดลอง เพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจเกี่ยวกับความสมดุลระหว่างแรงที่ทำให้เกิดการโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์ กับการโคจรของดวงจันทร์รอบโลก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|---------------------------------------|---|---|
| 6. | แผนที่ดาวสำหรับประเทศไทย |  | - ใช้ประกอบการเรียนการสอนเพื่อศึกษา เรื่อง ตำแหน่งทางการเคลื่อนที่ของดาวหรือกลุ่มดาว อันดับความสว่างของดาวหรือกลุ่มดาว และสุริยวิถี |
| 7. | แผนที่ดาวสำหรับประเทศไทย (แผ่นใหญ่) |  | - ใช้ประกอบการเรียนการสอนเรื่อง ตำแหน่งทางการเคลื่อนที่ของดาวหรือกลุ่มดาว อันดับความสว่างของดาวหรือกลุ่มดาวและสุริยวิถี |
| 8. | เครื่องวัดตำแหน่งดาว (แอสโตรแลบ) |  | - เป็นเครื่องมือใช้วัดมุมเงยและมุมอาซิมุต เพื่อหาตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า |
| 9. | เครื่องตรวจทิศทางลม |  | - เป็นอุปกรณ์ใช้สาธิตการวัดทิศทางลมอย่างง่าย |
| 10. | ไฮโกรมิเตอร์แบบเส้นผม (อค.) |  | - เป็นเครื่องมือวัดความชื้นของอากาศอย่างง่าย เพื่อใช้บันทึกความชื้นของอากาศบริเวณใดบริเวณหนึ่ง |
| 11. | แบบจำลองการเปลี่ยนตำแหน่งดาวบนท้องฟ้า |  | ใช้ในการสาธิต เพื่อให้รู้ว่า - ตำแหน่งดาวฤกษ์จะเปลี่ยนไปเมื่อเวลาเปลี่ยนไป ส่วนดาวเหนือจะคงที่ - ดาวจะเปลี่ยนตำแหน่งจากทิศตะวันออกไปทางทิศตะวันตก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------------|---|--|
| 12 | ไซโครมิเตอร์ (Psychrometer) |  | - ใช้วัดความชื้นสัมพัทธ์ และจุดน้ำค้างของอากาศ |

ตารางที่ 2.11 อุปกรณ์ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษา

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------------|---|--|
| 1. | กระดาษลิตมัส ชนิดบรรจุกล่อง |  | - ใช้วัดค่าความเป็นกรด-เบส ของสารต่างๆ |
| 2. | กระดาษลิตมัส |  | - ใช้วัดค่าความเป็นกรด-เบส ของสารต่างๆ |
| 3. | กระดาษวัดค่า pH ชนิดต่าง ๆ |  | - ใช้วัดค่าความเป็นกรด-เบส ของสารต่างๆ |
| 4. | ปากคีบสแตน เลส |  | - เป็นอุปกรณ์ประกอบชุดผ้าตัดมีหลายขนาด หลายแบบตามลักษณะการใช้งาน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|--------------------------------|---|--|
| 5. | สีผสมอาหาร |  | - ใช้ในการทดลองทางเคมี |
| 6. | ปืนจั่นจำลอง |  | - เป็นอุปกรณ์ใช้ฝึกทักษะในการสังเกต และใช้ความคิดสร้างสรรค์ และศึกษาหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้า |
| 7. | แจ๊ค, คลิปปากจระเข้ และสายไฟ |  | - เป็นอุปกรณ์เสริม เพื่อให้ผู้เรียนเลือกและนำไปฝึกทักษะในการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยตนเอง มีหลายแบบ หลายขนาด |
| 8. | สไลด์ถาวร ของสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ |  | - เป็นสื่อประกอบการเรียนการสอน วิชาชีววิทยา เพื่อใช้ศึกษาสิ่งมีชีวิตชนิดต่าง ๆ ทั้งพืช และสัตว์ โดยผ่านกล้องจุลทรรศน์ |
| 9. | กล่องถ่านไฟฉายขนาดต่าง ๆ |  | - เป็นอุปกรณ์เสริมสำหรับใส่ถ่านไฟฉาย และต่อพ่วงกับอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ ตามความเหมาะสมของเครื่องใช้พลังงานไฟฟ้า |
| 10. | สวิตช์แบบต่าง ๆ |  | - สวิตช์แบบต่าง ๆ เช่น สวิตช์ทางเดียว สวิตช์สองทาง สวิตช์ 2 จังหวะ ใช้ต่อพ่วงกับวงจรไฟฟ้าตามความเหมาะสม |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-------------------------|---|---|
| 11. | หลอดไฟขนาดต่าง ๆ |  | - หลอดไฟขนาดต่าง ๆ ใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง(DC) ต่อกับอุปกรณ์ไฟฟ้า มีความต้านทานหลายขนาด |
| 12. | แม่เหล็กต่าง ๆ |  | - แม่เหล็กต่าง ๆ (รูปเกือกม้า) แต่งสี่เหลี่ยม ทดลองเกี่ยวกับการเหนี่ยวนำไฟฟ้าของแม่เหล็กและอื่น ๆ |
| 13. | สายไฟพร้อมแจ๊ค |  | - ใช้ต่อเชื่อมอุปกรณ์ไฟฟ้าในการทดลองต่าง ๆ |
| 14. | ขั้วถ่านไฟ 9v. พร้อมสาย |  | - เป็นชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ เชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้สามารถใช้ถ่านไฟฉายชนิด 9v. ได้สะดวกยิ่งขึ้น |
| 15. | สายไฟดำ-แดง |  | - เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อให้โรงเรียนและสถานศึกษา ซื้อหาในจำนวนมาก เพื่อแบ่งใช้ได้หลายขนาด ความยาวตามต้องการ |
| 16. | หัวแร้งชนิดแช่ |  | - เป็นเครื่องมือไฟฟ้าที่ให้ความร้อน ใช้หลอมละลายตะกั่วบัดกรี ในการสร้างสรรค์ชิ้นงานไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ |



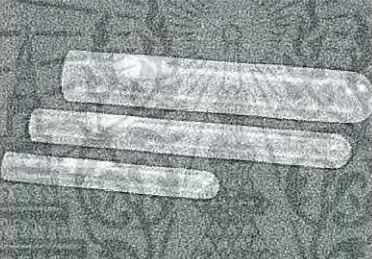
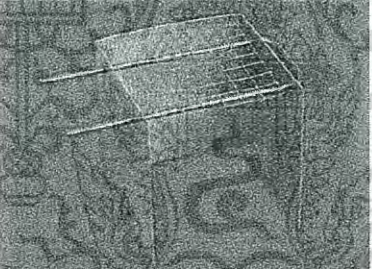
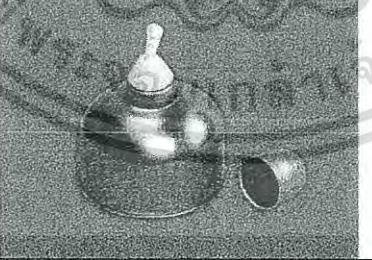
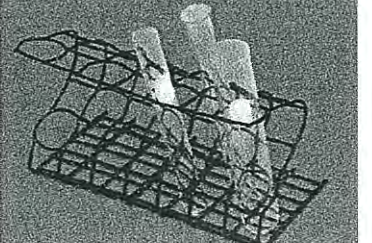
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|-----------------------------------|---|--|
| 17. | ใบพัดพลาสติก ขนาดต่าง ๆ |  | - เป็นวัสดุอุปกรณ์เสริม เพื่อให้ ผู้เรียนเลือกใช้ให้เหมาะกับ ชิ้นงาน หรือโครงการต่าง ๆ ตาม ความเหมาะสม |
| 18. | ตะกั่วบัดกรี |  | - เป็นวัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาด ชิ้นส่วนโลหะ และเชื่อม ประสานชิ้นงานประเภทโลหะ ทองแดง เหล็ก ในการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน โครงการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเกี่ยวกับไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ |
| 19. | ขี้ผึ้งบัดกรี |  | - เป็นวัสดุอุปกรณ์ทำความสะอาด ชิ้นส่วนโลหะ และเชื่อม ประสานชิ้นงานประเภทโลหะ ทองแดง เหล็ก ในการสร้างสรรค์ ชิ้นงาน โครงการทางวิทยาศาสตร์ โดยเฉพาะเกี่ยวกับไฟฟ้า อิเล็กทรอนิกส์ |
| 20. | เครื่องชั่ง Triple Beam จูน |  | - อ่านค่าในตัวได้จาก 0-610 กรัม - มีตุ้มน้ำหนักให้ชั่งได้ถึง 2,610 กรัม - ชั่งได้ละเอียด 0.1 กรัม - มีแม่เหล็กช่วยหน่วงการแกว่งของ คานชั่ง - มีเกลียวสำหรับปรับศูนย์ - ฐานทำด้วยโลหะพ่นสี |
| 21. | ที่จับหลอด ทดลองแบบไม้ หนีบ |  | - เป็นอุปกรณ์ที่จำเป็นในการ ทดลองวิทยาศาสตร์ ใช้สำหรับ จับหลอดทดลองขนาดต่าง ๆ ระหว่างทำการทดลอง หรือ ต่อกับอุปกรณ์การทดลองอื่น ๆ เช่น ขาดัง ข้อต่อ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|---------------------------|---|--|
| 22. | จานหลุมโลหะ |  | - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองเกี่ยวกับสารเคมี หรือเกี่ยวกับการใช้ความร้อน ซึ่งมีความจำเป็นที่ห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ |
| 23. | จานหลุมพลาสติก |  | เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับทดลองเกี่ยวกับสารเคมี หรือสารต่าง ๆ ที่เป็นการทดลองโดยไม่ใช้ความร้อน |
| 24. | หลอดทดลองขนาดต่าง ๆ |  | - หลอดทดลองชนิดทนความร้อน มีหลายขนาด |
| 25. | ที่กั้นลม, ตะแกรงลวด |  | - เป็นอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ประกอบกับตะเกียงแอลกอฮอล์ และภาชนะอื่น ๆ เช่น บีกเกอร์ |
| 26. | ตะเกียงแอลกอฮอล์ |  | - เป็นอุปกรณ์สำคัญพื้นฐานของการทดลอง เป็นแหล่งความรู้ และการเผาไหม้ขณะทดลอง ซึ่งใช้เชื้อเพลิง คือ แอลกอฮอล์ ในการเผาไหม้ |
| 27. | ที่ตั้งหลอดทดลองแบบลวดพับ |  | - ใช้สำหรับคว้า และเก็บหลอดทดลองหลังการทดลอง หรือเตรียมการทดลองได้สะดวก ง่ายต่อการจัดเก็บ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|------------------|---|--|
| 28. | จุกยางขนาดต่าง ๆ |  | เป็นอุปกรณ์ประกอบในการทดลอง เช่น ใช้ปิดหลอดทดลอง ปิดขวดปากแคบ และประกอบกับอุปกรณ์ทดลองอื่น ๆ ได้หลายรูปแบบตามความเหมาะสม |
| 29. | เตาสूरริยะ |  | - เป็นอุปกรณ์การสอนที่ใช้ในการทดลอง เรื่อง พลังงาน ความร้อนตามธรรมชาติ โดยอาศัยหลักการรวมแสง |
| 30. | ตัวอย่างแร่ |  | - ประกอบด้วยแร่ 12 ชนิด จากแหล่งแร่ธรรมชาติของไทย ใช้ศึกษาคุณสมบัติ ลักษณะ สถานะ แหล่งกำเนิดของแร่ต่าง ๆ |
| 31. | ชาตั้ง+ข้อต่อ |  | - ใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป |
| 32. | บอสเฮด |  | - ใช้เป็นอุปกรณ์ทดลองในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ทั่วไป |
| 33. | ถ้วยกระเบื้อง |  | - เป็นอุปกรณ์ทดลองที่จำเป็นในการทดลอง ที่ต้องใช้ความร้อน และสารเคมี ที่มีความเป็นกรด-เบส |

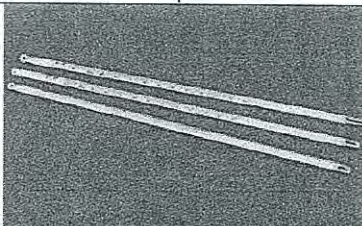
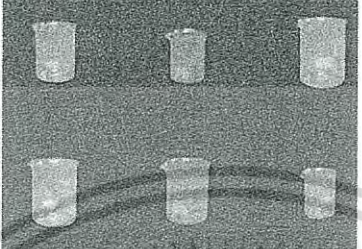
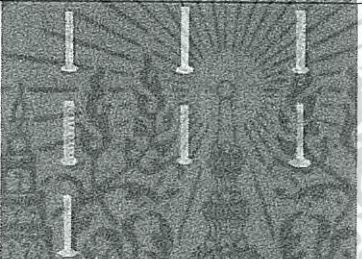
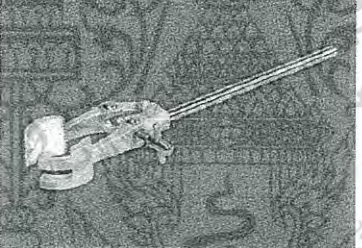
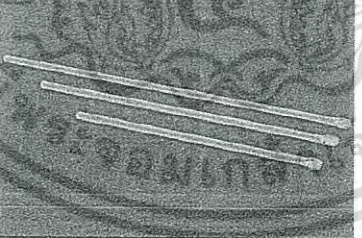
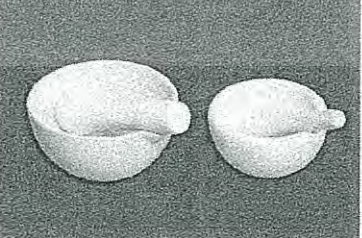
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|------------------------------------|---|---|
| 34. | หลอดฉีดยา ชนิดแก้ว |  | - เป็นอุปกรณ์ และเครื่องมือทดลอง ในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับสารเคมี สารละลายต่าง ๆ ซึ่งสามารถวัด หรือตวงได้ด้วยขีด บอกปริมาตร |
| 35. | หลอดฉีดยา พลาสติก |  | - เป็นอุปกรณ์ และเครื่องมือทดลอง ในห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับสารเคมี สารละลายต่าง ๆ ที่มีการ กักต้อนน้อย พร้อมวัดปริมาตรด้วย |
| 36. | หลอดหยด พร้อมจุกยาง |  | - เป็นอุปกรณ์ทดลองที่ใช้ดูดและ หยดสารเคมี สารละลาย ซึ่งจำเป็นที่ห้องปฏิบัติการทาง วิทยาศาสตร์ต่าง ๆ ต้องมี |
| 37. | หลอดเซนติ ฟิวก์ มีขีด 10 ml. |  | - วัสดุทำจากแก้ว |
| 38. | ที่ตั้งหลอด ทดลอง พลาสติก |  | - เป็นอุปกรณ์เสริม ใช้สำหรับเก็บ หลอดทดลองขนาดต่าง ๆ |
| 39. | หลอดหยด พลาสติก |  | ที่ตั้งหลอดทดลองพลาสติก |

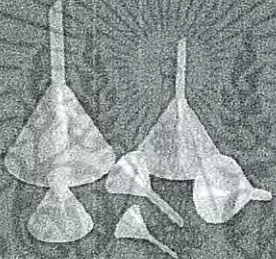

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|---------------------|---|--|
| 40. | เทอร์โมมิเตอร์ |  | - เทอร์โมมิเตอร์ขนาดต่าง ๆ เช่น 0-100 องศา |
| 41. | บีกเกอร์ขนาดต่าง ๆ |  | - บีกเกอร์ผลิตจากแก้วทนความร้อน มีหลายขนาด |
| 42. | กระบอกตวงขนาดต่าง ๆ |  | - กระบอกตวงแก้วขีด และตัวเลขบอกความจุ |
| 43. | ที่จับปิวิเรต |  | - ใช้ต่อพ่วงกับขาตั้งข้อต่อในการทดลอง ในห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์ |
| 44. | แท่งแก้วคนสาร |  | - ใช้สำหรับคนสารเคมีทั่วไป |
| 45. | โกร่งบดยา |  | - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับบดสารเคมี หรือวัสดุต่าง ๆ ที่มีขนาดไม่เหมาะสม ให้มีขนาดเล็ก และเหมาะกับการทดลอง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.11 (ต่อ)

| ลำดับ | ชื่ออุปกรณ์ | ภาพอุปกรณ์ | รายละเอียด |
|-------|---------------------------------|---|---|
| 46. | ช้อนสแตนเลส |  | - อุปกรณ์ใช้สำหรับตัดสารละลายหรือสารเคมีต่าง ๆ ที่มีฤทธิ์กัดกร่อนกับภาชนะชนิดอื่น ๆ ในขณะทดลอง |
| 47. | เทอร์โมมิเตอร์ สูงสุด-ต่ำสุด |  | - ใช้วัดอุณหภูมิ สูงสุดและต่ำสุด |
| 48. | กรวยแบบต่าง ๆ |  | - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดสารเคมี และ ดวงสารเคมี และวัสดุ ทดลองอื่น ที่เป็นผง หรือเกล็ด มี 2 ขนาด คือ เบอร์ 1 และ เบอร์ 2 |
| 49. | แว่นขยายขนาด ต่าง ๆ |  | - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยในการศึกษา ทดลองได้หลากหลาย เนื้อหาสาระ เช่น การขยายภาพ วัตถุ การรวมแสง และอื่น ๆ มีกำลังขยายหลายระดับ |
| 50. | ช้อนตัดสาร |  | - เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ตัดสารเคมี และ ดวงสารเคมี และวัสดุ ทดลองอื่น ที่เป็นผง หรือเกล็ด มี 2 ขนาด คือ เบอร์ 1 และ เบอร์ 2 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 โรงเรียนสังกัดสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร

2.3.1 สภาพทั่วไป

2.3.1.1 ภาพรวมของกรุงเทพมหานครในส่วนที่สำนักงานการศึกษามีภารกิจเกี่ยวข้องสำนักงานการศึกษากรุงเทพมหานคร มีภารกิจในการจัดการศึกษาขั้นพื้นฐานในระบบโรงเรียนให้แก่เด็กและเยาวชนของกรุงเทพมหานคร โดยมีโรงเรียนในสังกัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 437 โรงเรียน กระจายในพื้นที่ 50สำนักงานเขต มีนักเรียน 313,873 คน แบ่งเป็นระดับอนุบาลศึกษา จำนวน 56,009 คน ระดับประถมศึกษา จำนวน 221,190 คน มัธยมศึกษา จำนวน 36,674 คน ครูจำนวน 15,244 คน โรงเรียนที่เปิดสอนตั้งแต่ระดับอนุบาลจนถึงชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีจำนวน 429 โรงเรียน ระดับมัธยมศึกษาตอนต้น มีจำนวน 93 โรงเรียน และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จำนวน 5 โรงเรียน ส่วนโรงเรียนที่จัดการเรียนร่วมให้แก่ผู้ด้อยโอกาส พิการ และบกพร่องทางสติปัญญา จำนวน 74 โรงเรียน

ในด้านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่นักเรียน สำนักงานการศึกษาได้ดำเนินการตามพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 แก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ. 2545 และหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ตลอดจนนโยบายของรัฐในด้านการศึกษาดำเนินการตามกรอบทิศทางการพัฒนาการศึกษาในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติฉบับที่ 10 (พ.ศ. 2550-2554) ที่สอดคล้องกับแผนการศึกษาแห่งชาติ (พ.ศ. 2545-2559) และนโยบายของคณะผู้บริหารกรุงเทพมหานคร โดยกำหนดวิสัยทัศน์ยุทธศาสตร์ในการบริหารจัดการศึกษา เพื่อให้โรงเรียนมีคุณภาพมาตรฐานอย่างต่อเนื่อง ส่งเสริมการใช้นวัตกรรมและเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารในการบริหารการเรียนการสอน ส่งเสริมให้มีการสอนภาษาต่างประเทศ โดยครูชาวต่างประเทศ พัฒนาโรงเรียนด้วยระบบเครือข่ายโรงเรียน โดยนำชุมชนเข้ามามีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาในรูปแบบคณะกรรมการสถานศึกษาและภูมิปัญญาท้องถิ่น รวมทั้งความร่วมมือจากหน่วยงานอื่น ๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน

2.3.3 ภารกิจหลัก

2.3.3.1 จัดการศึกษาในระบบอย่างมีคุณภาพ ส่งเสริมการจัดการศึกษานอกระบบและตามอัธยาศัยให้สอดคล้องกับความต้องการและความคาดหวังของประชาชน โดยความร่วมมือจากทุกภาคส่วนของสังคม

2.3.3.2 จัดการศึกษาขั้นพื้นฐานไม่น้อยกว่าสิบสองปีอย่างทั่วถึงและมีคุณภาพให้บริการเพื่อเพิ่มโอกาสแก่เด็กด้อยโอกาส เด็กพิเศษ และเด็กผู้มีความสามารถพิเศษเฉพาะด้าน

2.3.3.3 ส่งเสริมมาตรฐานวิชาชีพครูและบุคลากรทางการศึกษา โดยการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง

2.3.3.4 ดำเนินการให้มีการวิจัยและพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน หลักสูตรการศึกษาสำหรับคนพิการ ผู้ด้อยโอกาส/ความสามารถพิเศษ/กระบวนการเรียนการสอนและกระบวนการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างต่อเนื่อง

2.3.3.5 ส่งเสริมการนำเทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารมาใช้ในการบริหารการจัดการเรียนรู้เป็นศูนย์กลางเครือข่ายสารสนเทศด้านการศึกษา การให้บริการและพัฒนา ระบบข้อมูล

2.3.3.6 กระจายอำนาจสู่เขตพื้นที่/โรงเรียน/ชุมชน ให้จัดการศึกษาได้ตามนโยบายมาตรฐานสถานศึกษาได้รับการส่งเสริมระบบการบริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐาน (School Based Management)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3.7 ส่งเสริมให้โรงเรียนมีระบบการประกันคุณภาพภายใน เพื่อนำไปสู่การพัฒนาคุณภาพและมาตรฐานการศึกษาอย่างต่อเนื่อง

2.3.4 ข้อมูลสถิตินักเรียนโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร

2.3.5.1 ข้อมูลจำนวนนักเรียน ห้องเรียน สังกัดกรุงเทพมหานคร

ตารางที่ 2.12 ข้อมูลจำนวนนักเรียน ห้องเรียน สังกัดกรุงเทพมหานคร

| ระดับชั้น | จำนวนนักเรียน | | | ห้องเรียน |
|-----------------------|----------------|----------------|----------------|--------------|
| | เพศชาย(คน) | เพศหญิง(คน) | รวม(คน) | |
| ก่อนประถมศึกษา | 28,667 | 27,345 | 56,009 | 2,005 |
| อ.1 | 13,924 | 13,515 | 27,439 | 999 |
| อ.2 | 14,743 | 13,827 | 28,570 | 1,006 |
| ประถมศึกษา | 114,725 | 106,465 | 221,190 | 6,767 |
| ป.1 | 19,307 | 17,313 | 36,620 | 1,151 |
| ป.2 | 19,124 | 17,757 | 36,881 | 1,138 |
| ป.3 | 18,639 | 17,221 | 35,860 | 1,110 |
| ป.4 | 19,600 | 18,235 | 37,835 | 1,137 |
| ป.5 | 18,750 | 17,764 | 36,496 | 1,103 |
| ป.6 | 19,305 | 18,193 | 37,498 | 1,128 |
| มัธยมศึกษา | 19,799 | 16,875 | 36,674 | 1,026 |
| ม.1 | 6,794 | 5,304 | 12,098 | 316 |
| ม.2 | 6,145 | 5,156 | 11,302 | 309 |
| ม.3 | 5,563 | 5,063 | 10,626 | 310 |
| ม.4 | 561 | 549 | 1,110 | 36 |
| ม.5 | 448 | 451 | 890 | 31 |
| ม.6 | 287 | 352 | 639 | 24 |
| รวมทั้งสิ้น | 163,191 | 150,682 | 313,873 | 9,789 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนในเขตห้วยขวางสังกัดกรุงเทพมหานคร



ภาพที่ 2.8 โรงเรียนกลุ่มตัวอย่าง สำนักงานเขตห้วยขวาง

2.3.5.1 เฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ในโรงเรียนวัดใหม่ช่องลม

(1) โต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์

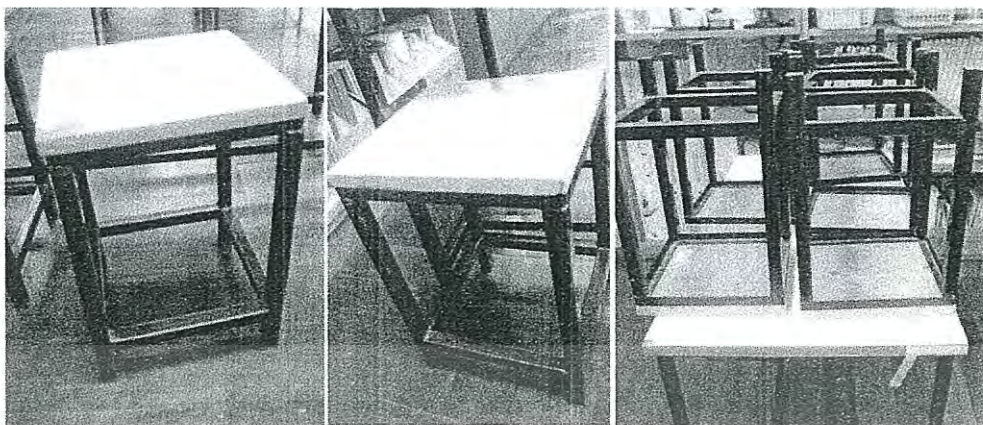


ภาพที่ 2.9 โต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์

ที่มา : สิริยากร สุธสมร (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

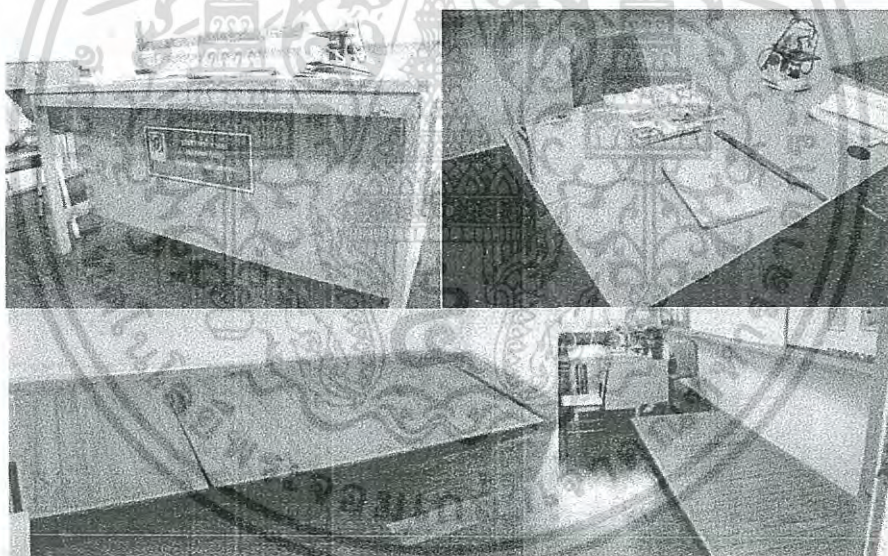
(2) เก้าอี้ประกอบโต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์



ภาพที่ 2.10 เก้าอี้ประกอบโต๊ะเรียนวิทยาศาสตร์

ที่มา : สิริยากร สุธสมร (2556)

3) โต๊ะสาธิตพร้อมแท่นยกพื้นสำหรับครู

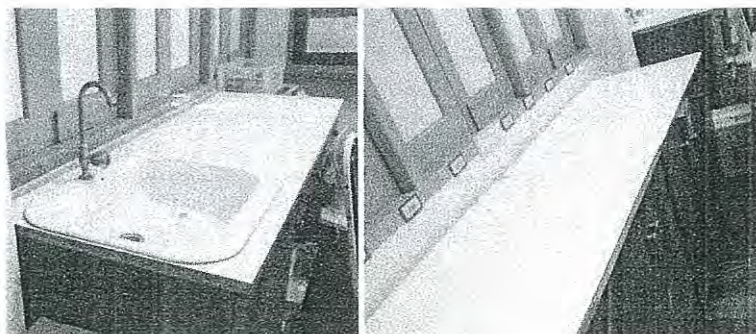


ภาพที่ 2.11 โต๊ะสาธิตพร้อมแท่นยกพื้นสำหรับครู

ที่มา : สิริยากร สุธสมร (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

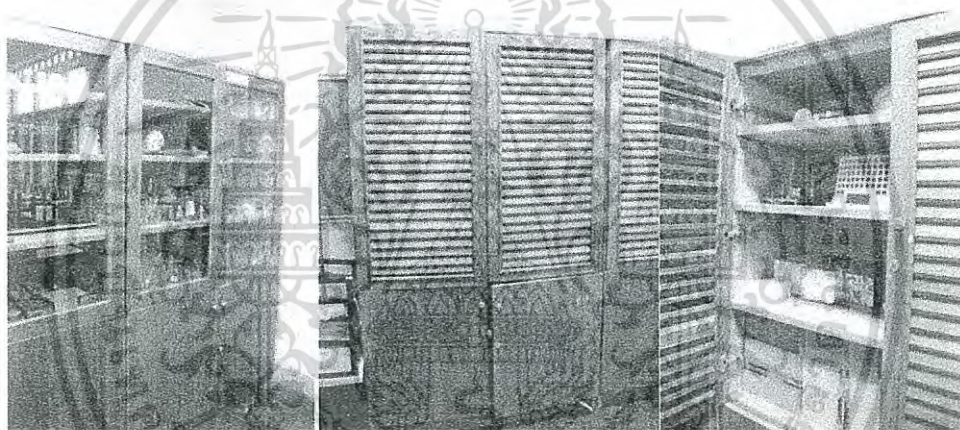
4) ตู้ระดับหน้าต่างพร้อมอ่างน้ำ



ภาพที่ 2.12 ตู้ระดับหน้าต่างพร้อมอ่างน้ำ

ที่มา : สิริยากร สุธสมร (2556)

5) ตู้เก็บอุปกรณ์และสารเคมี

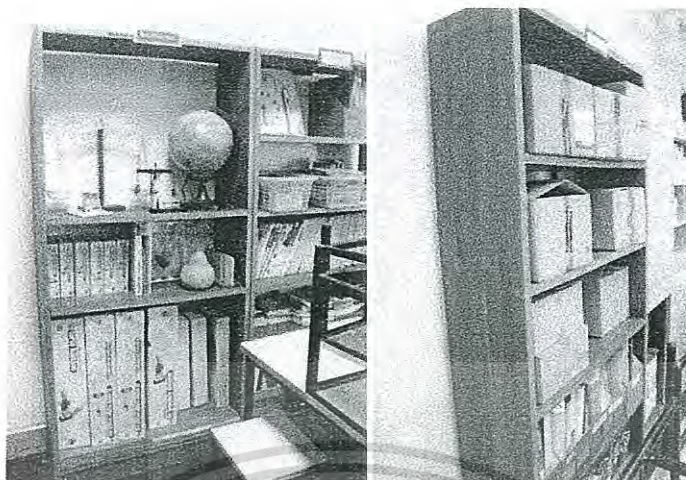


ภาพที่ 2.13 ตู้เก็บอุปกรณ์และสารเคมี

ที่มา : สิริยากร สุธสมร (2556)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) ชั้นวางของอื่นๆ



ภาพที่ 2.14 ชั้นวางของอื่นๆ

ที่มา : สิริยากร สุสมร (2556)

2.4 หลักสูตรแกนกลางสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

2.4.1 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐาน กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา

2.4.1.1 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 1 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

ศึกษา วิเคราะห์ ความแตกต่างระหว่างสิ่งมีชีวิตกับสิ่งไม่มีชีวิต ลักษณะและหน้าที่ของโครงสร้างภายนอกของพืชและสัตว์ การจัดจำแนกสิ่งมีชีวิตในท้องถิ่นโดยใช้ลักษณะภายนอกเป็นเกณฑ์ ลักษณะหน้าที่ของอวัยวะภายนอกของมนุษย์ตลอดจนการดูแลรักษา ลักษณะที่ปรากฏหรือสมบัติของวัสดุ การจำแนกวัสดุที่ใช้ทำของเล่นของใช้ตามลักษณะที่ปรากฏหรือสมบัติ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่หรือรูปร่างของวัตถุเมื่อมีแรงกระทำ องค์ประกอบและสมบัติทางกายภาพของดินในท้องถิ่น และท้องฟ้า ดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์ และดวงดาว ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.1.1.2 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 2 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

ศึกษา วิเคราะห์ ประโยชน์ของพืชและสัตว์ในท้องถิ่น ชนิดและสมบัติของวัสดุที่ใช้ทำของเล่นของใช้ การเลือกใช้วัสดุ แม่เหล็กและประโยชน์ของแม่เหล็ก แรงไฟฟ้าที่เกิดจากการขจัดวัสดุบางชนิด พลังงานไฟฟ้า เครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้าน การจำแนกประเภทของดินจากสมบัติทางกายภาพ การใช้ประโยชน์จากดิน และความสำคัญของดวงอาทิตย์ ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิดความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันมีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.1.1.3 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 3 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับนักเรียน เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษา วิเคราะห์ ลักษณะของสิ่งมีชีวิตที่คล้ายคลึงกันของพ่อ แม่และลูก การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม ความสัมพันธ์ของสิ่งมีชีวิตกับสิ่งแวดล้อม การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในท้องถิ่นสมบัติของวัสดุ การจำแนกวัสดุ ประโยชน์ของวัสดุ การเปลี่ยนแปลงของวัสดุ การเปลี่ยนแปลงการเคลื่อนที่ของวัตถุ แรงที่โลกดึงดูดวัตถุ แหล่งพลังงานที่ใช้ผลิตไฟฟ้า การใช้ไฟฟ้าอย่างประหยัดและปลอดภัย สมบัติทางกายภาพของน้ำจากแหล่งน้ำในท้องถิ่น การใช้ประโยชน์จากน้ำและแหล่งน้ำส่วนประกอบและความสำคัญของอากาศ การเคลื่อนที่ของอากาศ การขึ้น-ตกของดวงอาทิตย์ ดวงจันทร์การเกิดกลางวัน กลางคืน และการกำหนดทิศ ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจสามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.1.1.4 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 4 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ศึกษา วิเคราะห์ ระบบสุริยะ ส่วนประกอบของระบบสุริยะ การเคลื่อนที่ของแสงจากแหล่งกำเนิด การมองเห็น ตัวกลางของแสง การสะท้อนและหักเหของแสง การกระจายแสงและการเกิดรุ้ง การเกิดดิน สมบัติของดินที่ใช้ปลูกพืชในท้องถิ่น หน้าที่ของท่อลำเลียงและปากใบของพืช ปัจจัยที่จำเป็นต่อการเจริญเติบโตของพืช การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช การตอบสนองต่อสิ่งเร้าของพืช และการตอบสนองต่อสิ่งเร้าของสัตว์ ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.1.1.5 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 5 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ศึกษา วิเคราะห์ การจำแนกพืชออกเป็นพืชดอกและพืชไม่มีดอก ลักษณะภายนอกของพืชดอกที่เป็นพืชใบเลี้ยงเดี่ยวและพืชใบเลี้ยงคู่ การจำแนกสัตว์เป็นสัตว์มีกระดูกสันหลังและสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง การถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของสิ่งมีชีวิต สมบัติของวัสดุเกี่ยวกับ ความแข็ง ความเหนียว สภาพยืดหยุ่น การนำความร้อน การนำไฟฟ้า และความหนาแน่น การนำวัสดุไปใช้ในชีวิตประจำวัน ความดันอากาศ ความดันของของเหลว แรงพยุงของของเหลว แรงเสียดทานและการนำความรู้ไปใช้ประโยชน์ การเกิดเสียง การเคลื่อนที่ของเสียง ระดับเสียง ความดังของเสียง มลภาวะทางเสียง การเกิดเมฆ หมอก น้ำค้าง ฝนและลูกเห็บ วัฏจักรน้ำ การสร้างเครื่องมืออย่างง่ายวัดอุณหภูมิความชื้น ความกดอากาศ การเกิดลม ประโยชน์ของลม การเกิดทึต และปรากฏการณ์การขึ้น-ตกของดวงดาว ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิตวิทยาศาสตร์ จริยธรรม คุณธรรมและค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.1.1.6 คำอธิบายรายวิชาพื้นฐานวิทยาศาสตร์ 6 ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ศึกษา วิเคราะห์ สารอาหาร การทำงานที่สัมพันธ์กันของระบบย่อยอาหาร ระบบหายใจ และระบบหมุนเวียนเลือดของมนุษย์ การเจริญเติบโตของมนุษย์ ความสัมพันธ์ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในแต่ละแหล่งที่อยู่ โภชนาการและสายใยอาหาร ความสัมพันธ์ระหว่างการดำรงชีวิตกับสภาพแวดล้อม แหล่งทรัพยากรธรรมชาติในแต่ละท้องถิ่นและการดูแลรักษา สมบัติของของแข็ง ของเหลว และแก๊สการเปลี่ยนแปลงของสารและผลต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งแวดล้อม การแยกสารด้วยวิธีการต่างๆ สารใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชีวิตประจำวัน วงจรไฟฟ้าอย่างง่าย ตัวนำและฉนวนไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม การต่อหลอดไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน แม่เหล็กไฟฟ้า จำแนกประเภทของหิน สมบัติของหิน การเปลี่ยนแปลงของหิน ธรณีพิบัติภัย การเกิดถูคู ข้างขึ้นข้างแรม สุริยุปราคา จันทรุปราคา และ ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีอวกาศ ทั้งนี้โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ การสืบเสาะหาความรู้ การสำรวจตรวจสอบ การสืบค้นข้อมูลและการอภิปราย เพื่อให้เกิดความรู้ ความคิด ความเข้าใจ สามารถสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ มีความสามารถในการตัดสินใจ นำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวัน มีจิต วิทยาศาสตร์จริยธรรม คุณธรรม และค่านิยมที่เหมาะสม

2.4.2 สารและมาตรฐานการเรียนรู้วิทยาศาสตร์

สาระที่ 1 สิ่งมีชีวิตกับกระบวนการดำรงชีวิต

มาตรฐาน ว 1.1 เข้าใจหน่วยพื้นฐานของสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ของโครงสร้าง และหน้าที่ของระบบต่างๆ ของสิ่งมีชีวิตที่ทำงานสัมพันธ์กัน มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และ นำความรู้ไปใช้ในการดำรงชีวิตของตนเองและดูแลสิ่งมีชีวิต

มาตรฐาน ว 1.2 เข้าใจกระบวนการและความสำคัญของการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรม วิวัฒนาการของสิ่งมีชีวิต ความหลากหลายทางชีวภาพ การใช้เทคโนโลยีชีวภาพที่มีผลกระทบต่อ มนุษย์และสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสาร สิ่งที่เรียนรู้ และ นำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 2 ชีวิตกับสิ่งแวดล้อม

มาตรฐาน ว 2.1 เข้าใจสิ่งแวดล้อมในท้องถิ่น ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งแวดล้อมกับสิ่งมีชีวิต ความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งมีชีวิตต่าง ๆ ในระบบนิเวศ มีกระบวนการสืบเสาะ หาความรู้และจิตวิทยา ศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 2.2 เข้าใจความสำคัญของทรัพยากรธรรมชาติ การใช้ทรัพยากรธรรมชาติในระดับ ท้องถิ่น ประเทศ และโลกนำความรู้ไปใช้ในการจัดการทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อมใน ท้องถิ่นอย่างยั่งยืน

สาระที่ 3 สารและสมบัติของสาร

มาตรฐาน ว 3.1 เข้าใจสมบัติของสาร ความสัมพันธ์ระหว่างสมบัติของสารกับโครงสร้างและแรง ยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ นำ ความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 3.2 เข้าใจหลักการและธรรมชาติของการเปลี่ยนแปลงสถานะของสาร การเกิด สารละลาย การเกิดปฏิกิริยา มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้ และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 4 แรงและการเคลื่อนที่

มาตรฐาน ว 4.1 เข้าใจธรรมชาติของแรงแม่เหล็กไฟฟ้า แรงโน้มถ่วง และแรงนิวเคลียร์ มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างถูกต้องและมี คุณธรรม

มาตรฐาน ว 4.2 เข้าใจลักษณะการเคลื่อนที่แบบต่างๆ ของวัตถุในธรรมชาติมีกระบวนการ สืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 5 พลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มาตรฐาน ว 5.1 เข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับการดำรงชีวิต การเปลี่ยนรูปพลังงาน ปฏิสัมพันธ์ระหว่างสารและพลังงาน ผลของการใช้พลังงานต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 6 : กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก

มาตรฐาน 6.1 เข้าใจกระบวนการต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นบนผิวโลกและภายในโลก ความสัมพันธ์ของกระบวนการต่าง ๆ ที่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ ภูมิประเทศ และสิ่งแวดล้อมของโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

สาระที่ 7 ดาราศาสตร์และอวกาศ

มาตรฐาน ว 7.1 เข้าใจวิวัฒนาการของระบบสุริยะ กาแล็กซีและเอกภพการปฏิสัมพันธ์ภายในระบบสุริยะและผลต่อสิ่งมีชีวิตบนโลก มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ การสื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์

มาตรฐาน ว 7.2 เข้าใจความสำคัญของเทคโนโลยีอวกาศที่นำมาใช้ในการสำรวจอวกาศและทรัพยากรธรรมชาติ ด้านการเกษตรและการสื่อสาร มีกระบวนการสืบเสาะหาความรู้และจิตวิทยาศาสตร์ สื่อสารสิ่งที่เรียนรู้และนำความรู้ไปใช้ประโยชน์อย่างมีคุณธรรมต่อชีวิตและสิ่งแวดล้อม

สาระที่ 8 ธรรมชาติของวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

มาตรฐาน ว 8.1 ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์และจิตวิทยาศาสตร์ในการสืบเสาะหาความรู้ การแก้ปัญหา รู้ว่าปรากฏการณ์ทางธรรมชาติที่เกิดขึ้นส่วนใหญ่มีรูปแบบที่แน่นอน สามารถอธิบายและตรวจสอบได้ ภายใต้ข้อมูลและเครื่องมือที่มีอยู่ในช่วงเวลานั้นๆ เข้าใจว่า วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี สังคม และสิ่งแวดล้อมมีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กัน

2.5 การออกแบบเฟอร์นิเจอร์

2.5.1 หลักการออกแบบทั่วไป

การออกแบบทั่วไป โดยเฉพาะทางด้านผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม นักออกแบบจะต้องพิจารณาในด้านต่าง ๆ ดังนี้

1. หน้าที่ใช้สอย (Function) การออกแบบเหมาะกับการใช้งาน สามารถทำหน้าที่ได้หรือไม่ วัตถุประสงค์จะต้องเหมาะสมกับประโยชน์การใช้สอยและการใช้งาน
2. ความปลอดภัย (Safety) ต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ใช้และผู้เกี่ยวข้องด้วย
3. ความทนทาน (Durability) ต้องสนองต่อหน้าที่ได้เป็นเวลานานตามที่คิดไว้ คือ สิ่งที่สร้างจะต้องแข็งแรงด้วย บ่อยครั้งการใช้วัสดุหนักเกินไปเมื่อนำเอาชิ้นส่วนมาประกอบเข้าด้วยกันจะได้งานที่หนักมากเกินไป และดูไม่เหมาะต่อการใช้งาน
4. การประหยัด (Economic) สามารถที่จะผลิตได้ในระบบการเศรษฐศาสตร์ หมายความว่า จะต้องใช้วัสดุอย่างประหยัดและเลือกวัสดุที่เหมาะสมกับงานโดยที่ราคาไม่แพง มันจะเป็นการสูญเสียเปลืองที่จะนำสิ่งของให้มีความทนทานมากกว่าหน้าที่ของมัน ความต้องการของงานทางด้านการประหยัดนั้นต้องการวัสดุที่หาได้ง่าย ผลิตได้ง่าย และสามารถถอดประกอบเข้าด้วยกันได้
5. วัสดุ (Material) ต้องเลือกใช้วัสดุที่เหมาะสมกับงาน มีความทนทานและประหยัดโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ละชนิดมีความเหมาะสมในการนำไปใช้งานต่างกันไป มีความงามสวยงามในตัวมันเอง เช่น ทองแดง ทองเหลือง สแตนเลส และอะลูมิเนียม ต่างก็มีพื้นผิวงามตามธรรมชาติ ก่อนนำโลหะมาใช้ท่านต้องแน่ใจว่าวิธีการที่ไม่ยุ่งยาก การขึ้นรูปทำให้โค้ง ทำรูปร่างและเชื่อมสะดวกและง่าย

6. โครงสร้าง (Construction) วิธีการทำโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แต่ละชนิด ควรทำให้เหมาะกับงาน มีความทนทาน ประหยัดและใช้วัสดุที่เหมาะสม และการออกแบบนี้เป็นอมตะที่เรา รู้จักการเลือกใช้วิธีง่าย ๆ ในการทำจะทำให้มีความเหมาะสมกว่าวิธีการยุ่งยาก และควรจะเป็นวิธีการที่เหมาะสมแก่วัสดุที่ใช้ด้วย

7. ความสะดวกสบายในการใช้ (Ergonomic) หมายถึง ต้องคำนึงถึงสัดส่วนที่เหมาะสมในการใช้งาน ขนาดความสูง และการออกแบบนี้เป็นอมตะ

8. ความสวยงาม (Beauty) เมื่อมันมีรูปร่างและขนาดเหมาะกับการใช้งาน ขนาดความสูง กว้าง ยาว และมีขีดจำกัดของประกอบการออกแบบ เช่น การหยิบใช้คล่อง

9. ลักษณะเฉพาะ (Personality) อาจจะได้คะแนนสูงในเรื่องของคุณภาพ แต่จริงๆ แล้วยังขาดในเรื่องลักษณะเฉพาะของมัน การมีลักษณะเฉพาะจะมีความรู้สึกกับนักออกแบบที่เขาได้ทำการออกแบบขึ้นมาด้วยตนเอง มีลักษณะเป็นอิสระเพื่อจะได้แสดงว่า นักออกแบบได้วิเคราะห์ปัญหาอย่างจริงจัง ซึ่งเป็นการเพิ่มคุณภาพของงาน

10. กรรมวิธีการผลิต (Production) เมื่อทำการออกแบบแล้วสามารถจะทำการผลิตได้ง่าย การผลิตโครงการที่ทำโรงปฏิบัติงานแต่ละชิ้นส่วนควรใช้ร่วมกันได้เป็นอย่างดี

11. การซ่อมบำรุงรักษา (Easy of Maintenance) เมื่อนำไปใช้งานได้รับความเสียหายควรสามารถแก้ไขและซ่อมแซมได้ง่าย ไม่ยุ่งยากเมื่อมีการชำรุดเสียหาย ค่าบำรุงรักษาและการสึกหรอต่ำ

12. การขนส่ง (Transportation) นักออกแบบต้องคำนึงถึงความปลอดภัย การขนส่งจะต้องขนส่งสะดวก จะต้องคำนึงถึงการขนส่งทางบก ทางน้ำ หรือทางอากาศ ต้องบรรจุหีบห่อที่จะไม่ทำให้ผลิตภัณฑ์เสียหาย ตลอดจนการพิจารณาการขนส่งมีขนาดกว้าง ยาว และสูง

2.5.2 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ด้านความสวยงาม

2.5.2.1 พื้นฐานทางศิลปะ

ความสวยงามของเฟอร์นิเจอร์นั้น ย่อมหมายถึง รูปทรง (Form) สวยงาม สีสันท (Color) สวยงาม มีลวดลาย (Pattern) และพื้นผิว (Texture) สวยงาม การออกแบบให้เกิดความสวยงามนั้นเป็นศิลปะ (Art) ไม่สามารถใช้มาตราส่วน หรือหน่วยวัดใด ๆ มาวัดกำหนดได้ ซึ่งจากการออกแบบทางด้านประโยชน์ สามารถคำนวณหรือกำหนดเป็นมาตราส่วนได้ เช่น กำหนดความสูง ความกว้าง ความยาว กำหนดให้ใช้นั่งก็คนก็สามารถคำนวณน้ำหนักของคนคูณด้วยจำนวนคนนั่งก็จะได้น้ำหนักรวมเพื่อกำหนดขนาดสัดส่วนและการวางโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์นั้นๆ ได้ รวมความสวยงามของรูปทรง สีสันท และลวดลายนั้นวัดกันด้วยความรู้สึกของมนุษย์เป็นสำคัญ ฉะนั้นต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์เฉพาะตัวของนักออกแบบเป็นสำคัญ องค์ประกอบที่สำคัญ คือ ต้องมีประสบการณ์ มีระยะเวลาในการฝึกฝนจึงจะเป็นผู้สร้างออกแบบรูปทรง สีสันท ลวดลายที่สวยงาม และมีคุณค่า แต่ก่อนจะถึงขั้นที่จะออกแบบได้ดีนั้น นักออกแบบทุกคนก็ต้องเรียนรู้หลักพื้นฐานทางศิลปะเหมือน ๆ กัน คือ

2.5.2.1.1 ความกลมกลืน (Harmony)

หมายความว่า ในการออกแบบอะไรก็ตามแต่จะมีองค์ประกอบหลาย ๆ ส่วนประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าด้วยกัน จำเป็นจะต้องทำให้ส่วนต่าง ๆ นั้นมีความกลมกลืนกันไม่ควรจะขัดแย้งกันจึงจะเกิดความสวยงาม แต่หลักการในข้อนี้มีได้หมายความว่า ต้องกลมกลืนกันทั้งหมด ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดความน่าเบื่อ คล้ายกับการพูด พูดอะไรก็พูดตามกัน พูดเหมือนกันไปหมด ถ้าเป็นเช่นนี้ก็จะน่าเบื่อ น่าจะมีคนพูดขัดบ้างตามบ้าง ก็จะมีรสชาติชีวิตชีวา การออกแบบในด้านความกลมกลืนกันก็เช่นกัน ไม่ควรกลมกลืนทั้งหมดอาจมีการขัดแย้งบ้าง แต่ควรจะเป็นสัดส่วนพอเหมาะพอควรสิ่งนี้ต้องทดลองกระทำจึงจะเข้าใจ จะกำหนดเป็นทฤษฎีตายตัวเหมือนกันไม่ได้ เพราะความสวยงามนั้นถูกวัดด้วยความรู้สึกนึกคิดของมนุษย์เป็นหลักใหญ่ ความกลมกลืนกันนั้นอาจเกิดขึ้นได้ในหลายลักษณะ เช่น กลมกลืนกันด้วยรูปแบบ (Style) กลมกลืนกันด้วยเส้น (Line) กลมกลืนกันด้วยลักษณะผิว (Texture) กลมกลืนกันด้วยสีสันทัน (Color) และยังมีความกลมกลืนกันในลักษณะอื่น ๆ อีกมาก

2.5.2.1.2 จังหวะ (Rhythm) หมายถึง การวางส่วนประกอบต่าง ๆ ให้เกิดเป็นองค์ประกอบของสิ่งต่าง ๆ ที่ดำเนินการออกแบบนั้นให้เกิดเป็นจังหวะในตัวของมันเอง เป็นจังหวะต่อสิ่งอื่น ๆ ที่อยู่ข้างเคียง ซึ่งจะมีผลให้งานที่ออกแบบมีความรู้สึกว่ามีเคลื่อนไหว มีการหยุดนิ่ง และทำให้เนื้อที่ว่าง (Space) มีส่วนสัมพันธ์กับส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานที่ออกแบบนั้น ก็คงไม่แตกต่างไปจากจังหวะของดนตรีนัก อาจจะทำให้มีทั้งจังหวะช้าจังหวะเร็วหรือมีหลายจังหวะรวมกันอยู่ก็ได้ ทำให้ผู้ฟังเกิดความรู้สึกได้หลายแบบเมื่อได้ฟังเมื่อได้เห็น เป็นต้น จังหวะก็คล้ายคลึงกับความกลมกลืน คือสามารถกระทำให้เกิดได้หลายลักษณะ เช่น จังหวะของเส้นจังหวะของสีและลวดลาย เป็นต้น ฉะนั้นงานออกแบบจะต้องมีจังหวะที่ดีจึงจะส่งผลในด้านสวยงาม

2.5.2.1.3 ความสมดุล (Balance) หมายถึง การเท่ากันในองค์ประกอบของสิ่งทีออกแบบนั้น งานออกแบบจำเป็นต้องออกแบบให้มีความสมดุลกันจึงจะเกิดความสวยงามได้ความสมดุลสามารถสร้างให้เกิดความสมดุลได้ 3 วิธี คือ

- (1) ความสมดุลแบบสองข้างเท่ากันทุกประการ (Symmetry Balance) หมายถึง ความสมดุลที่มีจุดแบ่งกลาง ตัวอย่างเช่น นำคนยืนหันหน้าตรงแล้วผ่าแบ่งคนออกเป็นสองส่วนจากศีรษะถึงปลายเท้า จะเห็นได้ว่าทั้งส่วนทางซ้ายมือและส่วนทางขวามือจะมีความสมดุลเท่ากันทุกประการ เป็นต้น
- (2) ความสมดุลโดยที่สองข้างไม่เท่ากัน (Asymmetry Balance) หมายถึง ความสมดุลเกิดจากเมื่อแบ่งออกเป็นสองส่วน แล้วยังเกิดสมดุลทั้งที่ทั้งสองข้างไม่เท่ากัน ดังในหัวข้อที่
- (3) แต่เกิดจากความสมดุลกัน โดยอาศัยปริมาตร น้ำหนัก ขนาด รูปทรง และอื่น ๆ นำมาจัดวาง คละเคล้ากัน แต่ดูด้วยสายตาแล้วเกิดความรู้สึกสมดุลกันได้
- (4) ความสมดุลแบบมีจุดหมุน (Rotate Balance) หมายถึง การสมดุลที่เริ่มต้นจากจุดศูนย์กลางแล้วกระจายออกไป โดยรอบอาจจะสมดุลเฉพาะส่วนที่อยู่ตรงกันข้ามกับจุดหมุนเท่านั้นถ้าหากใช้วิธีแบ่งออกเป็นสองส่วนแบบซ้าย - ขวา หรือบน - ล่าง จะไม่สมดุลเหมือนความสมดุล

2.5.2.1.4 การเน้น (Emphasis) หมายถึง ในงานออกแบบจำเป็นต้องสร้างจุดเด่น (Interesting Point) ต้องสร้างให้เห็นจุดประสงค์ของผู้ออกแบบว่ามีวัตถุประสงค์ที่จะให้เห็นส่วนใดอย่างไรให้สามารถถ่ายทอดไปยังผู้ดูผู้พบเห็นได้ งานนั้นจึงจะเข้าถึงหลักการออกแบบให้เกิดความสวยงามได้การเน้นก็เช่นเดียวกันกับหัวข้ออื่น ๆ ที่กล่าวข้างต้น คือ สามารถเน้นได้หลายลักษณะ เช่น การเน้นด้วยเส้น การเน้นด้วยรูปทรงการเน้นด้วยสีสันทัน ลวดลาย การเน้นด้วยขนาด ปริมาตร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2.1.5 สัดส่วน (Proportion)

หมายถึง การสร้างความสัมพันธ์กันระหว่างความกว้าง ความยาว ความสูงให้พอเหมาะ จึงจะทำให้สิ่งที่จะออกแบบนั้นมีสัดส่วนที่ดีและมีความสวยงาม ตัวอย่างเช่น คนที่มีความสูงมาก ๆ หรือคนที่เตี้ยมาก ๆ เราก็ยอมรับว่าบุคคลทั้งสองกลุ่มนี้มีรูปทรงไม่สวยงามเลย เป็นเพราะความสัมพันธ์ของความกว้าง ความยาว ความสูง ไม่สัมพันธ์กันเท่าที่ควรนั่นเอง

2.5.2.1.6 เอกภาพ (Unity)

หมายถึง การออกแบบชิ้นงานให้มีความสัมพันธ์คล้องจองกันต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดียวกัน ไม่ว่าจะดูส่วนใด ๆ ของชิ้นงานก็สามารถจินตนาการส่วนอื่น ๆ ของชิ้นงานว่าเป็นแบบใดอย่างใดก็คือ การออกแบบที่ไม่เป็นห้วงงูท่ายมึงกรนั่นเอง งานออกแบบนั้นจึงจะก่อให้เกิดความสวยงามตามหลักของศิลปะอย่างสมบูรณ์

สรุปได้ว่า พื้นฐานทางศิลปะทั้ง 6 ประการดังกล่าวข้างต้น นับว่ามีความสำคัญต่อนักออกแบบทุกสาขาที่จะต้องศึกษาให้แตกฉาน เพื่อเป็นองค์ประกอบในการสร้างสรรค์ผลงานที่ดี ออกสู่สายตาประชาชน โดยข้อเท็จจริงแล้วศิลปะนั้นยากที่จะหามาตรฐานอันใดมาวัดความถูกต้องเหมาะสมได้ ย่อมมีการเปลี่ยนแปลงไปตามยุคสมัยและค่านิยมได้ ศิลปะเป็นศาสตร์ที่ไม่สามารถคำนวณออกมาเป็นตัวเลขได้ ฉะนั้นในทางออกที่ดีไม่ควรยึดถือกฎเกณฑ์อย่างเคร่งครัดนักเพราะอาจจะถูกบังคับให้อยู่ในขอบเขตหรือวงที่จำกัดเกินไป จะทำให้ไม่สามารถที่จะหนีออกไปจากรูปแบบเดิมที่นักออกแบบรุ่นก่อน ๆ ได้ยึดถือรูปแบบเดิมนี้มาแล้ว ควรพยายามใช้ความคิดริเริ่มใช้ประสบการณ์ ใช้ความสามารถที่มีอยู่สร้างสรรค์สิ่งแปลกใหม่และดีกว่า โดยใช้กฎเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นตัววัดความคิดและรูปแบบว่าเหมาะสมหรือไม่ ไม่ควรให้เกิดความยุ่งเหยิงและสลับซับซ้อนจนเกินไป ด้วยเหตุผลต่าง ๆ เหล่านี้นำมาประกอบกัน จึงจะสามารถสร้างสรรค์ความสวยงามให้แก่ชิ้นงานที่จะออกแบบใหม่

2.4.3 หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ด้านประโยชน์ใช้สอย

1. องค์ประกอบสำคัญที่ทำให้ผลิตภัณฑ์ขายดี ผลิตภัณฑ์อะไรก็ตามที่สามารถขายได้ดีและเป็นที่ต้องการของลูกค้านั้นย่อมจะต้องประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ 3 ประการ คือ

1.1 ประโยชน์ใช้สอยดี หมายถึง การนำผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ไปใช้งานผลิตภัณฑ์นั้นจะต้องสนองความต้องการในหน้าที่ใช้สอยนั้น ๆ ได้ครบถ้วน และเกิดความสะดวกสบายแก่ผู้ใช้

1.2 รูปทรงสีสนต้องสวยงาม เป็นการสนองความต้องการของผู้ใช้ทางด้านจิตใจทางความรู้สึก ฉะนั้นต้องสร้างรูปทรงของผลิตภัณฑ์ให้มีความสวยงาม การตกแต่งสีผิวให้มีลวดลายสีสนจึงจะเป็นที่ต้องการของผู้ซื้อผู้ใช้

1.3 ราคาต้องประหยัด ถ้าผลิตภัณฑ์มีคุณสมบัติดีเด่นดังกล่าวในหัวข้อที่ 1 - 2 แล้วผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ย่อมเป็นที่ต้องการของผู้ใช้อย่างแน่นอน แต่องค์ประกอบที่สำคัญอีกประการหนึ่งคือ เรื่องราวที่จะเป็นด่านสุดท้ายในการตัดสินใจซื้อ ถ้าผลิตภัณฑ์นั้นมีประโยชน์ใช้สอยดีจริง รูปทรงสีสนลวดลายสวยงามถูกใจจริงและราคายังถูกจริง ๆ แล้วผลิตภัณฑ์นั้น ๆ ย่อมขายได้และขายดีอย่างแน่นอน หรืออย่างน้อยยาราคาควรสมคูลกับคุณภาพของผลิตภัณฑ์นั้น จึงจะเกิดความยุติธรรมกับทั้งผู้ขายและผู้ซื้อ

สำหรับข้อที่ 1 และ 2 เป็นปัญหาที่สามารถสร้างสรรค์และแก้ไขได้โดยอาศัยนักออกแบบและหลักการทางการออกแบบ ส่วนหัวข้อที่ 3 นั้น เป็นปัญหาโดยตรงของทางด้านการตลาดการจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำหน่ายและการโฆษณาประชาสัมพันธ์ ฉะนั้นต่อไปจะขอกล่าวถึงเฉพาะที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโดยตรงเท่านั้น

2.5.4 การออกแบบโครงสร้างสำหรับเฟอร์นิเจอร์

ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์นั้น โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์เป็นส่วนที่สำคัญมากในการรับน้ำหนักความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์นั้น จุดต่อหรือข้อต่อยึดเป็นจุดที่ซึ่งบ่งให้ทราบถึงความแข็งแรงของโครงสร้างในการออกแบบโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ควรที่จะพิจารณาสิ่งต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. คุณสมบัติทางกายภาพและทางกลของวัสดุที่ใช้กับโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์
2. น้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์ที่ทำการออกแบบ รวมทั้งแรงหรือน้ำหนักที่มากระทำต่อเฟอร์นิเจอร์
3. วิธีการดำเนินการออกแบบโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์
4. การออกแบบข้อต่อยึดของโครงสร้าง โดยใช้การยึดทางกลและการยึดติดกันด้วยกาว
5. ขนาดสัดส่วนของมนุษย์กับเฟอร์นิเจอร์
6. การกำหนดมาตรฐานของเฟอร์นิเจอร์
7. การทดสอบมาตรฐานอย่างถาวรของเฟอร์นิเจอร์
8. อื่น ๆ

2.5.4.1 หลักการออกแบบโครงสร้าง

1. การออกแบบโครงสร้างต้องให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายที่ต้องการนำไปใช้ เช่น การออกแบบโครงสร้างของโต๊ะเขียนหนังสือ โครงสร้างของโต๊ะเขียนหนังสือควรพเหมาะกับผู้ที่จะใช้ถ้าเป็นโต๊ะและเก้าอี้สำหรับเด็กโครงสร้างของโต๊ะก็ต้องเล็กไปตามส่วน ส่วนประกอบอื่น ๆ ของโครงสร้างก็ต้องสนองความต้องการของผู้ใช้เช่นเดียวกัน คือ ต้องมีลิ้นชักขนาดและจำนวนตามที่ต้องการใช้ มีความมั่นคงแข็งแรงเพียงพอกับหน้าที่ใช้สอย มีขนาดและส่วนสัดส่วนสัมพันธ์กับการใช้และหน้าที่
2. การจัดส่วนประกอบโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ได้งดงาม เช่น มีความสมดุลในรูปทรงมีส่วนสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่งดงาม มีการเน้นให้เกิดจุดเด่นตามส่วนสำคัญที่ต้องการจะแสดงและมีช่วงจังหวะของส่วนต่างๆ ของเฟอร์นิเจอร์กลมกลืนกัน รวมทั้งการใช้วัสดุได้อย่างเหมาะสมกับรูปลักษณะจนเกิดความงามที่สัมพันธ์กันอย่างดีกับหน้าที่ใช้สอย
3. การจัดส่วนประกอบของโครงสร้างให้มีความแข็งแรงในการรับน้ำหนักและแลดูให้ความรู้สึกเข้มแข็ง มีความปลอดภัยในการใช้สอยทั้งในด้านการรับน้ำหนักและทางด้านรูปทรง กล่าวคือ โครงสร้างมีความแข็งแรงแล้วรูปทรงของโครงสร้างต้องมีความปลอดภัยในการใช้ด้วย เช่น ไม่มีเหลี่ยมมุมแหลมคมที่จะก่อให้เกิดอันตรายจากการใช้ได้
4. การออกแบบโครงสร้างต้องมีความเหมาะสมสัมพันธ์กับสถานที่และสภาพของสังคมนั้น กล่าวคือ โครงสร้างมีขนาดสัดส่วนเข้ากับห้องที่ใช้แล้ว โครงสร้างนั้นก่อให้เกิดรูปทรงที่เหมาะสมกับสภาพภูมิอากาศและวัฒนธรรมที่ดำรง
5. การออกแบบโครงสร้างให้มีความเหมาะสมกับวัสดุและเครื่องมือในการผลิต กล่าวคือ ถ้าใช้เครื่องจักรในการผลิต โครงสร้างที่ออกแบบควรจะเรียบง่าย มีความเหมาะสมกับการใช้เครื่องทุ่นแรง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.5 เทคโนโลยีเฟอร์นิเจอร์

วารรณี สหสมโชค ได้ให้ความสำคัญและเทคโนโลยีทางด้านเฟอร์นิเจอร์ว่ามีส่วนสำคัญยิ่งในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ จากการศึกษาของนักออกแบบได้ทำการวิจัยเฟอร์นิเจอร์สมัยโบราณพบว่า นักออกแบบและผู้สร้างสรรค์งานเฟอร์นิเจอร์ในยุคประวัติศาสตร์ มีกระบวนการออกแบบและการสร้างเฟอร์นิเจอร์จากวัสดุที่คุ้นเคย ตามสามัญสำนึกที่มีอยู่ภายใต้ความคิด โดยอาศัยสัญชาตญาณในการแก้ไขปรับปรุงออกแบบจากการใช้งานจริง ดังนั้นเฟอร์นิเจอร์ในยุคก่อนจะพบว่า “ได้รับการออกแบบมาเป็นอย่างดี” (Well engineered) มีความแข็งแรง ทนทาน หากมีการใช้งานอย่างปกติธรรมดาและไม่นำไปใช้ผิดลักษณะจะไม่เกิดการล้มคว่ำ หลุดออกเป็นชิ้น ๆ หรือแตกหักได้ง่าย

นักออกแบบในปัจจุบันมักจะออกแบบเฟอร์นิเจอร์โดยไม่ได้คำนึงถึงสามัญสำนึกสัญชาตญาณหรือการใช้งานใด ๆ จึงทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นขาดคุณภาพที่ดี จากการตรวจสอบขยะที่เกิดจากชุมชนสมัยใหม่ จะเห็นว่ามีเฟอร์นิเจอร์ที่ยังคงใช้การได้และใหม่จำนวนมากมายถูกทิ้งหรือแตกหักจนไม่สามารถซ่อมแซมได้ ส่วนใหญ่เฟอร์นิเจอร์เหล่านั้นเป็นผลมาจากการออกแบบที่ผิดพลาดด้านวิศวกรรมโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ นักออกแบบสมัยใหม่มักจะใช้วัสดุที่ไม่คุ้นเคยหรือวัสดุที่เพิ่งได้รับการพัฒนาขึ้นมา และบ่อยครั้งที่เทคนิคในการสร้างเฟอร์นิเจอร์รูปแบบใหม่ ๆ ที่นำมาทดลองใช้ แต่ยังไม่ผ่านการทดสอบการใช้งานในระยะยาว มักคำนึงถึงแต่รูปทรงแปลกใหม่เท่านั้น การออกแบบก็จะมีการพัฒนาแบบขึ้นเฉพาะบนกระดาษเท่านั้น โดยปราศจากการอ้างอิงถึงการปฏิบัติในโรงงานกับวัสดุและเทคนิคจริงที่ใช้ในการผลิต จึงทำให้เฟอร์นิเจอร์ขาดคุณสมบัติที่ดีไป

วิธีการดำรงชีวิตของมนุษย์ในยุคปัจจุบัน ผู้บริโภคมักจะได้ไม่เอาใจใส่ดูแลรักษาเฟอร์นิเจอร์เท่าที่ควรนับตั้งแต่การขนส่งเฟอร์นิเจอร์โดยรถบรรทุก ซึ่งทำให้เฟอร์นิเจอร์เกิดการกระทบกระเทือนการใช้งานที่ผิดลักษณะทั่ว ๆ ไป เช่น การนอนแผ่ หรือป็นป้ายเฟอร์นิเจอร์ กระทบบนเฟอร์นิเจอร์ชนกระแทกกระทั้น หรือแม้กระทั่งการทำความสะอาด ขัดด้วยแว็กซ์ (Wax) โดยใช้เครื่องจักร ซึ่งเป็นการใช้เฟอร์นิเจอร์ที่แตกต่างจากอดีตโดยสิ้นเชิง

ดังนั้นในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบัน จึงต้องมีการคิดพิจารณาอย่างรอบคอบในเรื่องปัญหาทางเทคนิค การใช้คำว่า “วิศวกรรม” (Engineering) โดยปกติจะใช้กับสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่ แต่ก็ควมมีความหมายสำคัญทางหรือยิ่งใหญ่เกินไปที่จะใช้กับเฟอร์นิเจอร์ หากมีการพิจารณาในหลาย ๆ ประการนั้นจะเห็นว่างานด้านวิศวกรรมของสิ่งก่อสร้างขนาดใหญ่มีความง่ายกว่าเพราะโดยปกติอาคารหรือถนนหนทางต่าง ๆ ไม่ต้องเคลื่อนย้ายไปมาและจะถูกใช้งานอย่างถูกต้องตามความต้องการมากกว่าเฟอร์นิเจอร์ งานบางอย่างที่ยากหรือซับซ้อนมาก ๆ เช่น เรือ หรืออากาศยานต่าง ๆ ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ที่ออกแบบให้เคลื่อนไหวได้นั้น ก็จะมีนักวิศวกรที่มีความชำนาญเฉพาะทางดูแลด้านวิศวกรรมโดยตรงและมีทีมงานที่มักจะทำงานนั้นหรือโครงการเดียว ๆ เป็นระยะเวลานาน การทดสอบหรือการทดลองใช้ก็จะทำบ่อยครั้ง โดยใช้ระยะเวลานาน ๆ ส่วนงานเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่เป็นผลงานของบุคคลเพียงคนเดียวหรืออย่างมากก็สองหรือสามคน ซึ่งจะต้องเป็นผู้ออกแบบในเรื่องของรูปแบบและด้านโครงสร้างทางวิศวกรรมด้วย

งานเฟอร์นิเจอร์นั้นมักใช้วัสดุที่หลากหลายจนเป็นการยากที่จะกำหนดลักษณะทั่วไปทางด้านโครงสร้างในเชิงวิศวกรรมของเฟอร์นิเจอร์ได้ งานเฟอร์นิเจอร์นั้นย่อมจะต้องมีโครงสร้างวิศวกรรมอย่างที่ดีด้วยเช่นกัน ซึ่งจะต้องใช้นักออกแบบเฟอร์นิเจอร์ที่ดีมีคุณภาพ ในบางครั้งอาจมีการเปลี่ยนแปลงจุดเน้นบางประการอันเกิดจากปัญหาพิเศษของเฟอร์นิเจอร์อาจทำให้โครงสร้างหลักเสียความแข็งแรงไปได้ ดังนั้น งานเฟอร์นิเจอร์โดยส่วนใหญ่แล้วจะพบกับปัญหาใหญ่ 2 ข้อ ในแง่ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างก็คือ ความมั่นคง (Stability) และความแข็งแรง (Strength) ของเฟอร์นิเจอร์ (วรณีย์ สหสม โขศ. 2549 : 21-48)

2.5.5.1 ความมั่นคงและความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์

ความเสถียรหรือความมั่นคง (Stability) หมายถึง คุณสมบัติของวัตถุในการที่จะยังคงอยู่ในตำแหน่งที่วางไว้ โดยปกติในกรณีของเฟอร์นิเจอร์จะอยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับพื้น

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

2.5.5.1.1 ความเสถียรหรือมั่นคง

ความเสถียรหรือมั่นคงนั้นไม่เพียงแต่จะหมายถึงการคงอยู่ในที่ที่ได้จัดวางไว้เท่านั้น หรือไม่ล้มลง แต่ในขณะเดียวกันความแข็งแรงเป็นเรื่องที่เกี่ยวกับการบูรณภาพภายในของวัตถุ (Internal integrity) วัตถุที่อ่อนแออาจแตกหัก ขยับเขยื้อน หรือสั่นคลอนในขณะที่ยังคงตั้งฉากกับพื้น ความสั่นสะเทือนอาจเกิดขึ้นได้หากมีการพิจารณาข้อผิดพลาดของเฟอร์นิเจอร์ เนื่องจากวัตถุที่ล้มลงอาจเกิดการแตกหักหรืออาจเข้าใจผิดว่าการแตกหักของเฟอร์นิเจอร์เกิดจากความผิดพลาดในเรื่องของความแข็งแรงจนทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นล้มลง ผู้ใช้เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่จะเผชิญกับปัญหาใดปัญหาหนึ่งเกี่ยวกับความมั่นคงเฟอร์นิเจอร์มาก แต่นักออกแบบจะต้องเห็นความแตกต่างอย่างชัดเจนโดยจะต้องวิเคราะห์ว่าจะแก้ปัญหาเหล่านั้นได้อย่างไร

เฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่มีความแข็งแรงเพียงพอที่จะถูกผลักไปตามแนวนอนหรือแนวตั้งโดยไม่แตกแยกออกจากกัน จากประโยชน์ดังกล่าวทำให้เฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบันนี้ จึงสามารถเคลื่อนย้ายหรือขนส่งได้โดยไม่ได้รับความเสียหาย แต่โดยทั่วไปแล้วเฟอร์นิเจอร์ควรตั้งตรงอยู่บนพื้นในลักษณะที่ผู้ออกแบบและผู้ใช้ตั้งใจไว้

2.5.5.1.2 ความแข็งแรง

ความแข็งแรงในงานเฟอร์นิเจอร์จะเกี่ยวข้องกับการคัดเลือกวัสดุและการกำหนดขนาดของชิ้นส่วนในการรับน้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์ที่อาจทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ แตกแยกออกจากกันได้ในอนาคต สิ่งสำคัญอีกอย่างหนึ่งของเฟอร์นิเจอร์ในด้านความแข็งแรงคือ จุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนต่าง ๆ (Joint) การออกแบบจุดเชื่อมต่อของชิ้นส่วนต่าง ๆ ในเฟอร์นิเจอร์จะต้องมีความแข็งแรงพอที่จะต้านทานต่อแรงใด ๆ ที่จะทำให้เกิดการแตกหัก โดยอยู่ในระดับที่จะทนต่อแรงต่าง ๆ ได้ในระดับที่นักออกแบบตั้งใจไว้ ถึงแม้ว่าการแตกหักของเฟอร์นิเจอร์มักจะเป็นเรื่องที่น่าเป็นห่วง แต่ปัญหาเรื่องความแข็งแรงที่จะเกิดขึ้นในขณะที่เกิดแรงเค้น (Stress) ก็อาจทำให้เกิดการแตกหักขึ้นได้ เช่น หิ้งแขวนที่ตกห้องข้างอย่างเห็นได้ชัดเจน โต๊ะทำงาน เก้าอี้ที่มีการเคลื่อนที่หรือสั่นสะเทือนมากเกินไปถึงแม้ว่าจะยังไม่มี การแตกหักเกิดขึ้น

การออกแบบทางวิศวกรรมที่ดีจะต้องพิจารณาถึงความมั่นคง (Stability) และความแข็งแรง (Strength) อย่างเป็นระบบ จะต้องมีการออกแบบอย่างละเอียดรอบคอบเพื่อให้แน่ใจว่าจะไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้น การออกแบบโครงสร้างที่แข็งแรงเกิดความจำเป็นอาจทำให้มีโครงสร้างที่ตีปอดดภัย แต่ก็แสดงให้เห็นว่าผู้ออกแบบเลือกใช้วัสดุมากเกินไปจนเกิดความจำเป็น ทำให้เฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้นมีน้ำหนักมาก และต้นทุนการผลิตสูงเกินความจำเป็น

ในการวิเคราะห์ปัญหาด้านวิศวกรรมโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ชิ้นนั้น จะวิเคราะห์ในแง่ของความแข็งแรงและความมั่นคงด้วยการคำนวณหาแรงต่าง ๆ แรงที่จะกล่าวถึงก็คือน้ำหนักหรือภาระ

(Load) แบ่งเป็น 2 ชนิด คือ น้ำหนักคงที่หรือน้ำหนักสถิต (Static loads) และน้ำหนักจรหรือน้ำหนักแปรเปลี่ยน (Live loads)

2.5.5.2 น้ำหนักคงที่และน้ำหนักจร

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

น้ำหนักจรหรือน้ำหนักแปรเปลี่ยน (Live loads) เป็นน้ำหนักที่เคลื่อนย้ายภายในวัตถุนั้น ๆ เช่น น้ำหนักของหิมะที่ปกคลุมอยู่บนตัวอาคาร น้ำหนักคนหรือวัตถุบนอาคาร แม้ว่าผู้คนจะมีการเคลื่อนย้ายไปมาแต่ก็ทำให้เกิดน้ำหนักจรจำนวนหนึ่ง และน้ำหนักจลน์ (Dynamic loads) เป็นแรงที่เกิดจากความเปลี่ยนแปลงและเคลื่อนย้ายได้ เช่น ลม ก็เป็นน้ำหนักจลน์ ซึ่งมีความสำคัญต่อการเคลื่อนที่ของวัตถุและจะต้องนำมาพิจารณา เช่น การออกแบบอาคาร การออกแบบยานพาหนะ และวัตถุที่มีการเคลื่อนย้ายหรือเคลื่อนที่ต่าง ๆ

น้ำหนักต่าง ๆ (Loads) เป็นสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์เช่นเดียวกับการออกแบบวิศวกรรมโครงสร้างอื่น ๆ ซึ่งมีแง่มุมความสำคัญแต่ละอย่างแตกต่างกันไป โดยส่วนใหญ่งานเฟอร์นิเจอร์จะคำนึงถึงน้ำหนักคงที่ค่อนข้างน้อย เพราะโดยทั่วไปเราจะยังไม่เคยเห็นเฟอร์นิเจอร์ขึ้นไต่เพิงหลายลงมาด้วยน้ำหนักของตนเอง แต่อาจมีการลืมนึกไปถึงไปมาของเฟอร์นิเจอร์ซึ่งทำให้น้ำหนักของวัตถุและการกระจายของน้ำหนักมีส่วนที่เป็นประเด็นสำคัญในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ ดังนั้นการคำนวณหาน้ำหนักของเฟอร์นิเจอร์จึงมีส่วนทำให้การออกแบบเฟอร์นิเจอร์มีโครงสร้างที่ดีได้ การคำนวณหาน้ำหนักเฟอร์นิเจอร์สามารถทำได้ 3 วิธี คือ

1. การคำนวณโดยการคูณกันระหว่างปริมาณของวัสดุที่ใช้กับน้ำหนักของวัสดุนั้น
2. การคำนวณโดยการชั่งน้ำหนักวัตถุหรือวัสดุที่คล้ายกันที่มีอยู่แล้วและนำมาคำนวณตามขนาดของเฟอร์นิเจอร์นั้น ๆ
3. การนำวิธีที่ 1 และ 2 มาใช้ร่วมกัน

ค่าน้ำหนักของวัสดุต่าง ๆ ส่วนใหญ่จะหาได้จากคู่มือวิศวกรรม ซึ่งผู้ผลิตวัสดุต่าง ๆ จะสามารถแสดงหรือบอกน้ำหนักของวัสดุซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์ของตนเองได้อยู่แล้ว ตารางค่าน้ำหนักตามปริมาตรของวัสดุที่ใช้ผลิตเฟอร์นิเจอร์และใช้กันบ่อย ๆ

ถ้าวัสดุที่มีชิ้นส่วนหลากหลายลักษณะซับซ้อน เช่น ลีนชั๊กเก็บของที่เป็นเหล็กกล้าพับ หรือ พลาสติกชนิดต่าง ๆ อาจใช้วิธีง่าย ๆ โดยการนำชิ้นส่วนนั้นไปชั่งน้ำหนัก ก็จะได้น้ำหนักที่แท้จริงได้เช่นกัน

น้ำหนักจร (Live loads) ในงานเฟอร์นิเจอร์ส่วนใหญ่เป็นภาระที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง เช่น น้ำหนักของคนและวัสดุต่าง ๆ ที่อยู่บนเฟอร์นิเจอร์ ปกติงานวิศวกรรมโครงสร้างโดยทั่วไปจะใช้ค่าน้ำหนักเฉลี่ย แต่ในงานด้านเฟอร์นิเจอร์จะใช้น้ำหนักมากที่สุด เช่น โซฟา (Sofa) ที่ออกแบบโดยใช้น้ำหนักเฉลี่ยของคนอาจพังลงมาได้ถ้ามีคนที่มีน้ำหนักตัวเกินมาตรฐานหลาย ๆ คนไปนั่ง ตู้หนังสืออาจเต็มไปด้วยหนังสือนิตยสารที่มีน้ำหนักมากเกินกว่าที่จะใส่หนังสือโดยทั่ว ๆ ไป ถ้าหากมีการใช้เฟอร์นิเจอร์อย่างปกติ ภาระน้ำหนักที่เกิดขึ้นจากวัตถุจะน้อยกว่าภาระที่คาดการณ์ไว้ ในทางตรงกันข้ามเฟอร์นิเจอร์ที่รับภาระน้ำหนักจรมากเกินไปจะทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นอาจพังลงมาได้

2.5.5.1.1 การคำนวณน้ำหนักจร

การคำนวณหาน้ำหนักจรสามารถทำได้เช่นเดียวกับการหาน้ำหนักคงที่ คือ ได้จากการคำนวณด้วยวิธีเดียวกันหรือจากการนำวัตถุนั้น ๆ ไปชั่งน้ำหนักด้วยเครื่องชั่ง โดยใช้ตารางแสดงน้ำหนักที่เกิดจากน้ำหนักจร

ตารางที่ 2.15 แสดงน้ำหนักวัตถุที่เป็นน้ำหนักจร (Live loads) ที่ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์

| วัสดุหรือวัตถุที่กระทำให้เกิดน้ำหนัก | น้ำหนักปอนด์ |
|--------------------------------------|-------------------|
| บุคคล | |
| เด็ก (4ขวบ) | 38 |
| ผู้ใหญ่ (เฉลี่ย) | 172 |
| ผู้ใหญ่ (สูงสุด) | 300 (หรือมากกว่า) |
| ผู้ใหญ่ (เปอร์เซ็นต์ไทล์ที่ 97.5) | 231 (หรือมากกว่า) |
| วัสดุที่นำมาเก็บ | |
| หนังสือ | 36/ลบ.ฟุต |
| หนังสือสูง 8 นิ้ว/ฟุต | 12 |
| หนังสือสูง 10 นิ้ว/ฟุต | 22 |
| หนังสือสูง 12 นิ้ว/ฟุต | 40 |
| วัสดุที่นำมาเก็บ | |
| แผ่นเสียง 12 นิ้ว | 40/ความยาว 1 ฟุต |
| แผ่นซีดี วีซีดี | 10 แผ่นโดยเฉลี่ย |
| กล่องเทปวีดีโอ | 4 กล่องโดยเฉลี่ย |
| แฟ้มเอกสาร (ขนาด Letter/ฟุต) | 20 |
| แฟ้มเอกสาร (ขนาด Legal/ฟุต) | 24 |
| จาน เครื่องแก้ว | 12 (โดยเฉลี่ย) |

หมายเหตุ: การพิจารณาน้ำหนักที่กระทำต่อเฟอร์นิเจอร์ ค่าน้ำหนักที่มากที่สุดมีความสำคัญกว่าค่าน้ำหนักการเฉลี่ย เช่น คนที่มีน้ำหนักมาก ๆ นั่งลงบนเก้าอี้มักจะเป็นผู้ที่ทำให้เกิดแรงกดมากเกินไปกับโครงสร้างของเก้าอี้ โซฟาหนึ่งตัวอาจมีคนที่มีน้ำหนักเกินมาตรฐานถึง 3 คน นั่งลงไปพร้อม ๆ กัน ดังนั้นค่าเฉลี่ยจึงมีความสำคัญในการหาค่าน้ำหนักจรเพื่อนำมาพิจารณาในการออกแบบโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์นั้นน้ำหนักจร (Live Loads) สามารถประมาณหาค่าได้ก่อนการออกแบบ ส่วนน้ำหนักคงที่ (Dead Loads) จะหาได้ก็ต่อเมื่อหลังจากมีการออกแบบและนำแบบนั้นมาปฏิบัติและเลือกวัสดุที่ใช้หรือนำแบบนั้นเข้าโรงงาน การพิจารณาความแข็งแรงและความมั่นคงของเฟอร์นิเจอร์สามารถที่จะตรวจสอบได้อย่างต่อเนื่องถ้ามีปัญหาเกิดขึ้น

ลักษณะของเฟอร์นิเจอร์หลาย ๆ แบบนั้นมักจะมีน้ำหนักอยู่ในตัวโดยไม่ต้องตรวจสอบใด ๆ เพราะโดยสามัญสำนึกของนักออกแบบจะสามารถสังเกตได้จากรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์ที่ไม่สูง ไม่บางมากนัก และวางอยู่บนพื้นฐานหรือขาอยู่ตำแหน่งนอกสุดของวัตถุ เฟอร์นิเจอร์นั้นมักจะมีแนวโน้มไม่ล้มลงด้วยภาระที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงจากวัตถุใด ๆ ที่นำมาใส่ไว้ในเฟอร์นิเจอร์ แม้จะเกิดแรงผลักดันข้างเพื่อให้เฟอร์นิเจอร์นั้นเคลื่อนที่โดยไม่ล้มลง แต่ถาเฟอร์นิเจอร์ชิ้นใดมีการออกแบบโดยที่ตัววัตถุหรือส่วนบนของเฟอร์นิเจอร์นั้นยื่นออกมาภายนอกฐาน (Cantilevers in engineering terminology) ก็อาจทำให้เฟอร์นิเจอร์นั้นล้มลงตามทฤษฎีของน้ำหนักที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง ดังนั้น

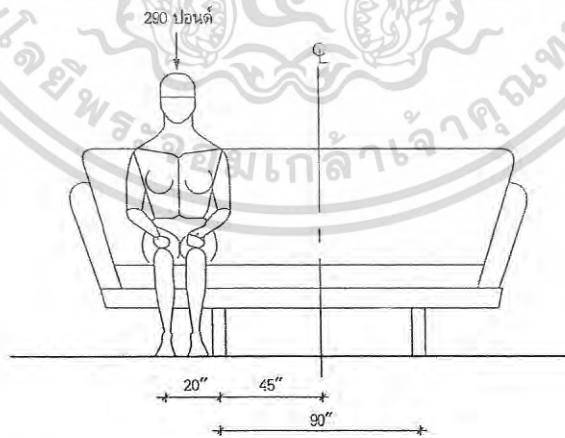
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟอร์นิเจอร์ส่วนบนที่ยื่นออกมาจากฐานของวัตถุนั้นล้มเอียงลงได้ขึ้นอยู่กับความยาวของส่วนที่ยื่นออกมา ขนาด น้ำหนักของแรงกระทำ และแรงต้านทานต่อการล้มที่เกิดจากน้ำหนักของวัตถุเอง

2.4.5.3 จุดกึ่งกลางมวลหรือจุดศูนย์กลาง

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

โดยปกติจุดศูนย์กลางจะอยู่เหนือพื้นที่ฐานของวัตถุ ถ้าจุดศูนย์กลางของวัตถุไม่อยู่เหนือพื้นที่ฐานของวัตถุวัตถุก็จะล้มลง (หมุน) ไปอยู่ตำแหน่งใหม่ ดังนั้นการออกแบบรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์จะต้องออกแบบโดยให้วัตถุที่มีความมั่นคงในตัวของตัวเอง เช่น ถ้าออกแบบโซฟาที่มีความยาวของที่นั่งยื่นออกนอกพื้นที่ฐานที่เป็นขาโซฟาทั้งสองข้าง เมื่อมีคนนั่งลงเพียงคนเดียวที่ริมด้านใดด้านหนึ่งโซฟาตัวนี้อาจระดกได้ เป็นต้น ปัญหาดังกล่าวนี้อาจแก้ได้ด้วยการคำนวณหาความมั่นคงด้วยการใช้สมการเรื่องโมเมนต์ (Equation of moments) ซึ่งใช้หลักการทางเชิงกลในเรื่องคานดีคานจัด (Mechanical principle of leverage) มาพิจารณาอย่างเป็นระบบโดยนำแรง (เป็นปอนด์) คูณด้วยความยาวของคาน (เป็นนิ้ว) จากจุดที่แรงกระทำจะได้โมเมนต์กำลัง (Moment of force) มีหน่วยเป็นนิ้ว-ปอนด์ โดยพิจารณาเรื่องความมั่นคงจากโมเมนต์ ถ้าหากโมเมนต์ที่ทำให้เกิดการล้มมีค่ามากกว่าแรงต้านทานการล้ม เฟอร์นิเจอร์นั้นจะล้ม



ภาพที่ 2.15 ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโซฟา

ที่มา : วรณี สหสมโชค (2549 : 28)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.15 โซฟา (Sofa) มีน้ำหนัก 220 ปอนด์ ระยะระหว่างจุดศูนย์ถ่วงกับขาของโซฟาเท่ากับ 45 นิ้ว(ในแนวนอน) แรงโมเมนต์ที่ต่อต้านการกระดกเท่ากับ 220×45 หรือเท่ากับ 9,900 นิ้ว-ปอนด์ ถ้ามีคนน้ำหนัก 290 ปอนด์ นั่งลงทางด้านซ้าย โดยจุดศูนย์ถ่วงของคนคนนั้นอยู่ห่างจากขาของโซฟา ด้านซ้าย 20 นิ้ว โมเมนต์ที่จะทำให้โซฟากระดกจะเท่ากับ $290 \times 20 = 5,800$ นิ้ว-ปอนด์ ซึ่งมีค่าน้อยกว่าโมเมนต์ที่ต้านทานการกระดก (9,900 นิ้ว-ปอนด์) อยู่พอสมควร ดังนั้นในกรณีนี้โซฟาจะไม่กระดกเมื่อมีแรงกระทำที่ด้านริมซ้าย

ถ้าหากโมเมนต์ที่ทำให้เกิดการกระดกมีค่ามากกว่าโมเมนต์ต้านทานจะทำให้เกิดการสูญเสียความมั่นคง (Stability) เราอาจหาสาเหตุของปัญหานี้ได้โดยใช้สมการโมเมนต์ (Equation of Moments) ดังนี้ (Pile 1979)

$$WR \times lr = WO \times Lo$$

WR คือ น้ำหนักที่ต่อต้านการกระดก

lr คือ ความยาวแขนคานของ WR

WO คือ น้ำหนักที่ทำให้เกิดกระดก

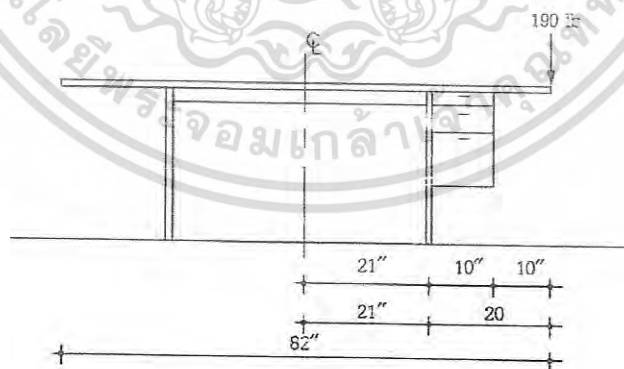
Lo คือ ความยาวแขนคานของ WO

จากสมการนี้จะใช้หาค่าดังนี้

1. น้ำหนักภาระจำนวนหนึ่งที่จะทำให้เกิดการกระดก
2. ตัวแปรตัวใดตัวหนึ่งในสมการที่ยังไม่ทราบค่า
3. หาค่าน้ำหนักของวัตถุที่ปล่อย
4. หาค่าน้ำหนักภาระที่หนักที่สุดที่สามารถกระทำต่อปลายขาหนึ่ง
5. ใช้หาดำแหน่งฐานหรือขาของเฟอร์นิเจอร์ที่จะทำให้เกิดความมั่นคงได้ในระดับที่

น่าพอใจ

โมเมนต์รวมในแต่ละข้างของสมการดังกล่าว สามารถที่จะหาผลบวกของโมเมนต์ย่อย ๆ ได้ และใช้คำนวณวัตถุที่ไม่สมมาตรได้ หรือใช้คำนวณหาค่าโมเมนต์ที่เกิดจากภาระหลาย ๆ ภาระได้



ภาพที่ 2.16 ภาพประกอบการคำนวณหาค่าโมเมนต์ของโต๊ะทำงาน

ที่มา : วรณีย์ สหสมโชค (2549 : 29)

จากรูปที่ 2.16 โต๊ะทำงานตัวหนึ่งมีน้ำหนัก 210 ปอนด์โดยไม่รวมช่องเก็บลิ้นชักหนัก 150 ปอนด์ อยากทราบว่าโต๊ะตัวนี้จะล้มลงหรือไม่ถ้ามีคนที่มีน้ำหนัก 190 ปอนด์ นั่งหรือพิงที่ขอบ โต๊ะเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้างขวาโมเมนต์ต้านทานเท่ากับน้ำหนักของโต๊ะคูณด้วยความยาวแขนคานซึ่งยาว 21 นิ้ว โมเมนต์สองโมเมนต์ที่จะทำให้เกิดการล้มลงเท่ากับผลคูณของน้ำหนักของลิ้นชัก 150 ปอนด์กับความยาวแขนคานซึ่งเท่ากับ 10 นิ้วนับจากจุดศูนย์ถ่วงลิ้นชักถึงขาโต๊ะ บวกด้วยผลคูณของน้ำหนักคน 190 ปอนด์กับความยาวแขนคานเท่ากับ 20 นิ้ว ตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงนั้น ในด้านความสูงนั้นมักไม่มีปัญหาเนื่องจากภาระจากแรงโน้มถ่วงกระทำต่อทิศทางแนวตั้งในทุก ๆ กรณี จากสามัญสำนึกนักออกแบบทราบว่วัตถุที่มีความสูง จะมีความมั่นคงน้อยกว่าวัตถุที่เตี้ย แต่จะไม่มี ความแตกต่างในแง่ของภาระน้ำหนักจากแรงโน้มถ่วงที่กระทำให้เกิดการกระดก อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการกระดกวัตถุที่เตี้ยกว่า หรือมีตำแหน่งจุดศูนย์ถ่วงอยู่ต่ำกว่าจะมีการหมุนมากกว่าวัตถุที่สูงกว่าเพื่อให้จุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งนอกฐาน เพราะวัตถุที่สูงกว่ามีตำแหน่งของจุดศูนย์ถ่วงอยู่สูงกว่า

ถ้าแรงกระทำที่จะทำให้วัตถุกระดกนั้นหยุดกระทำก่อนที่จุดศูนย์ถ่วงจะเคลื่อนตำแหน่งออกไปอยู่นอกฐานแล้ว วัตถุนั้นก็กลับตั้งตรงดังเดิม แต่ถ้าจุดศูนย์ถ่วงเคลื่อนตำแหน่งออกไปอยู่นอกฐานแล้ว วัตถุก็จะกระดกและหมุนต่อไปแม้ว่าแรงกระทำนั้นจะหยุดลงแล้ว สิ่งเหล่านี้เป็นสิ่งที่คุ้นเคยและรู้จักกันดี

2.5.5.4 ความเค้น (Stresses)

การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ต้องอาศัยความเข้าใจในเรื่องของความเค้นต่าง ๆ (Stresses) ที่เกิดขึ้นกับเฟอร์นิเจอร์ และวิธีการที่จะทำให้เฟอร์นิเจอร์มีความแข็งแรงและเสถียรเพียงพอ จะต้องมีการจัดโครงสร้างที่เหมาะสมเพียงพอที่จะดูดซับแรงและความเค้นต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจากภาระน้ำหนักที่คงที่และภาระน้ำหนักที่แปรเปลี่ยน ซึ่งมีผลต่อความเสถียรของเฟอร์นิเจอร์ซึ่งเกิดจากน้ำหนักของตัวเฟอร์นิเจอร์เอง น้ำหนักที่เกิดจากภาระแปรเปลี่ยนที่เกิดจากคนและสิ่งของต่าง ๆ และภาระน้ำหนักจลน์ด้านข้างที่กระทำต่อเฟอร์นิเจอร์ (Dinamic side loads) ที่อาจมีขึ้นเพิ่มเติมจากภาระแรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วง สิ่งต่าง ๆ เหล่านี้จะก่อให้เกิดความเค้น (Stresses) ในส่วนต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ได้ ความเค้นที่เกี่ยวข้องกับเฟอร์นิเจอร์แบ่งออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. ความเค้นอัด กด หรือบีบ (Compressive stresses) เกิดขึ้นเมื่อวัตถุถูกกดหรือถูกอัด (Press or squeeze) จากแรงโน้มถ่วงที่เกิดจากการกระทำด้านบนเฟอร์นิเจอร์ ขาเก้าอี้ ขาโต๊ะ ตำแหน่งปลายสุดของที่นั่งหรือชั้นแขวนและส่วนที่มีลักษณะคล้ายเสาซึ่งใช้ในการรับน้ำหนักที่เกิดจากแรงอัด (Compressive loads) ส่วนใหญ่ขึ้นส่วนของเฟอร์นิเจอร์ตามแนวตั้งนั้น ตามธรรมชาติจะมีความแข็งแรงพอที่จะแบกรับแรงกดที่เกิดขึ้น ปกติจะไม่พบการแตกหัก หรือฉีกขาดของขาหรือชิ้นส่วนในแนวตั้งของเฟอร์นิเจอร์ที่มีผลเกิดจากแรงกดเพียงอย่างเดียว

2. ความเค้นดึง (Tensile stresses) เป็นความเค้นที่เกิดขึ้นตรงกันข้ามกับความเค้นอัด (Compressive stresses) ความเค้นดึงเกิดจากวัตถุถูกดึงหรือถูกยืดออก ส่วนใหญ่ในงานเฟอร์นิเจอร์จะเป็นวัตถุที่ถูกแขวนห้อยจากด้านบนจะก่อให้เกิดแรงดึงในชิ้นส่วนของเฟอร์นิเจอร์ที่ถูกแขวนจากวัสดุอย่างใดอย่างหนึ่ง เช่น ชั้นแขวนที่ใช้ลวด เชือก หรือสายเคเบิล (Wire rope or cable) เป็นตัวแขวนชั้น เป็นต้น โดยทั่วไปชิ้นส่วนที่ทำให้เกิดความเค้นดึงมักไม่ค่อยพบในงานเฟอร์นิเจอร์โดยตรง แต่จะพบได้จากอุปกรณ์จับยึด (Bracing) บางประเภท

3. ความเค้นที่ทำให้เกิดการโค้ง โกง งอ (Bending stresses) เป็นความเค้นที่เกิดจากแรงกดและแรงดึง มักพบทั่วไปในชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ เช่น ที่นั่ง ชั้นวางของ โครงสร้างเตียง โซฟา หน้าโต๊ะ ทัว ๆ ไป เป็นเฟอร์นิเจอร์ที่เป็นการออกแบบเพื่อใช้พื้นที่ส่วนบนของเฟอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่แบกน้ำหนักอยู่ด้านบนทำนองเดียวกับสะพาน คือ มีส่วนรองรับหรือจุดรองรับที่ปลายสองด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

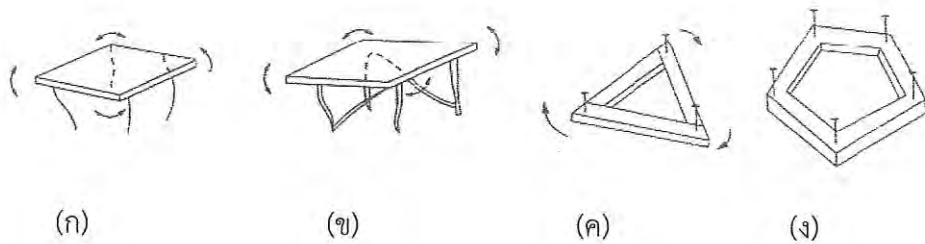
และมีการรับแรงหรือวัตถุที่อยู่ระหว่างส่วนรองรับหรือจุดรองรับนั้น ชิ้นส่วนเฟอร์นิเจอร์ที่รับแรงดังกล่าวจะเกิดการโค้ง งอ แ่น (ตกท้องช้าง) ระหว่างส่วนรองรับหรือจุดรองรับ ทำให้เกิดความเค้นกดและความเค้นดึงที่อยู่ด้านล่าง ถ้าน้ำหนักแรงที่กระทำกลับทางกันมาอยู่ที่ด้านล่างก็จะทำให้เกิดการโก่งขึ้น ลักษณะการรับภาระน้ำหนักมากเกินไป แต่ส่วนใหญ่จะพบว่าถ้าเกิดความเค้นที่ทำให้เกิดการโค้งงอเกิดขึ้น จะทำให้ส่วนของเฟอร์นิเจอร์บางส่วนอย่างเช่นชั้นวางของ แ่น โค้ง ตกท้องช้าง จนกระทั่งไม่น่าดู หรืออาจเกิดโค้งงอจนกระทั่งกระทบกับส่วนอื่น ๆ ของเฟอร์นิเจอร์ไปด้วย เช่น ตู้ใส่สิ่งของที่มีลิ้นชักหรือบานตู้ที่อยู่ด้านล่าง ถ้าตู้รับภาระน้ำหนักมากเกินไปจะทำให้ส่วนบนของตู้แอ่นลงไปกดลิ้นชักที่อยู่ด้านล่าง ทำให้ดึงลิ้นชักไม่ออก เป็นต้น การแก้ไขปัญหาดังกล่าว เพื่อไม่ให้เกิดความเค้นที่ทำให้เกิดการโค้งงอ ส่วนใหญ่จะเกี่ยวข้องกับระยะห่าง (Span) ระหว่างจุดรองรับของเฟอร์นิเจอร์มีระยะห่างมากเกินไป จึงทำให้ระยะห่างนั้นเกิดการโค้งแอ่นลง (หรือตกท้องช้าง) จะต้องแก้ไขโดยการลดระยะห่างนั้นลง หรือออกแบบชิ้นส่วนที่ต้องรับภาระแรงมากขึ้นโดยใช้วัสดุที่ทนต่อการกระทำของแรง ให้สามารถรองรับแรงดังกล่าวที่คาดว่าจะเกิดขึ้น โดยอาศัยหนังสือคู่มือหรือตำราทางวิศวกรรมโครงสร้างที่บอกค่าน้ำหนักและการรับแรงของวัสดุต่าง ๆ หรือจากการทดลองนำเฟอร์นิเจอร์นั้นไปใช้งานเพื่อทดสอบความแข็งแรงว่ามีโครงสร้างที่แข็งแรงหรือไม่



ภาพที่ 2.18 แสดงน้ำหนักที่กระทำที่ทำให้เฟอร์นิเจอร์เกิดการโค้งงอ (Bending stresses)
ที่มา : วรณี สหสมโชค (2549 : 32)

4. ความเค้นเฉือน (Shearing stresses) เป็นความเค้นที่เกิดขึ้นเมื่อมีแรงในทิศทางตรงกันข้ามมากระทำต่อชิ้นวัสดุในจุดที่ใกล้เคียงกัน จนอาจทำให้เกิดการตัดหรือเฉือน (Shear) ชิ้นวัสดุนั้นได้ ภาระที่มีน้ำหนักมาก ๆ ที่กระทำต่อช่วงระยะสั้น ๆ อาจทำให้เกิดความเค้นเฉือนได้แต่ก็ไม่ค่อยพบบ่อยในงานเฟอร์นิเจอร์ เช่น เมื่อตัวชั้นวางหรือที่นั่งที่แข็งแรง มีภาระการรับน้ำหนักมากแต่วางอยู่บนปุมรับชั้นเล็ก ๆ ปุมรับชั้นนั้นอาจเกิดความเค้นเฉือน ทำให้ขาดออกจากกัน

5. ความเค้นบิด (Torsion or twisting stresses) คือ แรงที่ทำให้เกิดการบิดหรือมีแนวโน้มให้เกิดการบิดตัว แต่เป็นความเค้นที่มักจะไม่ส่งผลต่อเฟอร์นิเจอร์เท่าไรนัก แต่อาจเกิดขึ้นได้ในเหตุการณ์ผิดปกติที่เกิดจากโครงสร้างส่วนฐานของโต๊ะหรือโต๊ะทำงาน หรือที่นั่งที่ใช้อาจใช้ส่วนค้ำยันที่นั่งนั้น (Bracing) ซึ่งเป็นส่วนที่อาจจะก่อให้เกิดความเค้นบิดที่กระทำด้วยแรงในระนาบแนวนอน เช่น การประกอบรูปสามเหลี่ยม และรูปหลายเหลี่ยม ถ้าหากทำการค้ำยันหรือยึดด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียวของพื้นที่ที่ถูกโครงสร้างค้ำยันไว้ อาจก่อให้เกิดการบิดตัวได้



- (ก) แรงบิดที่กระทำต่อพื้นโต๊ะอาจทำให้เกิดการสั่นคลอนได้
- (ข) การใช้ตัวค้ำยันโครงสร้างในแนวทแยงมุม (Diagonal braces) จะทำให้ส่วนบนเพิ่มความแน่นหนา
- (ค) การค้ำยันของกรอบสามเหลี่ยม และหลายเหลี่ยมอาจเกิดแรงกระทำด้านใดด้านหนึ่งเพียงด้านเดียว ทำให้เกิดการบิดตัวได้

ภาพที่ 2.19 แสดงการค้ำยันของโครงสร้างเพอร์นิเจอร์

ที่มา : วรรณิ สหสมโชค (2549 : 33)

ดังนั้นความเสถียรหรือความมั่นคงของเพอร์นิเจอร์ (หรือของวัตถุใดๆ) สามารถวิเคราะห์ออกมาได้เป็นหลายองค์ประกอบดังนี้

1. ความแข็งแรงของส่วนแต่ละส่วนจะเกิดจากลักษณะความแข็งแรงของวัสดุที่นํ้าหนักออกแบบเลือกใช้ทั้งการเลือกขนาดและรูปร่างของชิ้นส่วนนั้น
2. ความแข็งแรงหรือความเสถียรของส่วนเชื่อมต่อต่าง ๆ (Joints) ระหว่างชิ้นส่วนต่างๆ ที่มีความสัมพันธ์เชื่อมโยงกัน
3. ลักษณะรูปทรงเรขาคณิตโดยรวมของเพอร์นิเจอร์ (หรือวัตถุ) อาจมีผลกระทบในเรื่องการกระจายน้ำหนักไปยังชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเพอร์นิเจอร์ การลดแรงกระทำต่อส่วนเชื่อมต่อ (Joints) ต่าง ๆ จะทำให้โครงสร้างโดยรวมของเพอร์นิเจอร์ (ของวัตถุ) นั้น ๆ มีประสิทธิภาพขึ้น

2.5.5.5 แรงดึง (Tension)

แรงดึงเป็นแรงอีกชนิดหนึ่งไม่ค่อยได้พบบ่อยนักในเพอร์นิเจอร์ทั่วไป แต่เพอร์นิเจอร์สมัยใหม่มักจะมีรูปแบบแปลกใหม่ อาจเป็นลักษณะที่ใช้ลวดสลิงหรือสายเคเบิลเป็นชิ้นส่วนในการดึง ซึ่งจะต้องระมัดระวังเกี่ยวกับการออกแบบเพอร์นิเจอร์ ในลักษณะนี้อาจทำให้เกิดอาการคลอนแคลนเมื่อมีแรงดึงมากระทำมากเกินไป

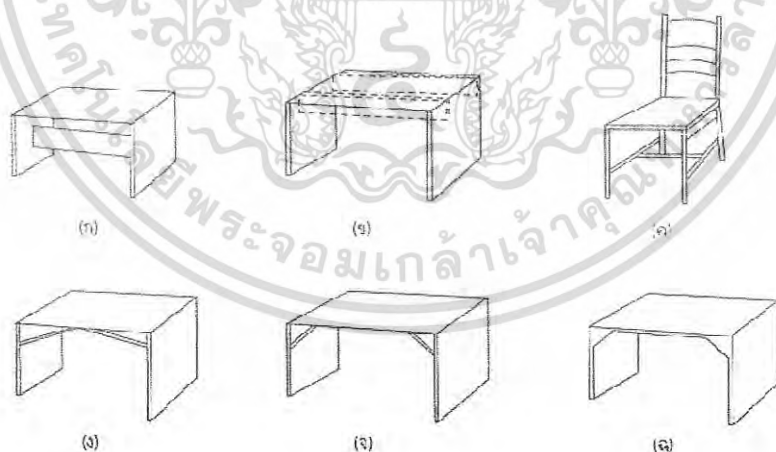
2.5.5.6 จุดเชื่อมต่อ (Joints)

โครงสร้างเพอร์นิเจอร์แต่ละส่วนเมื่อได้รับการออกแบบทั้งรูปร่างขนาดที่เพียงพอกับที่จะรับแรงต่าง ๆ แล้ว สิ่งที่ต้องคำนึงการออกแบบเพอร์นิเจอร์ที่สำคัญไม่แพ้กันคือ ข้อต่อ (Joints) หรือจุดเชื่อมต่อของเพอร์นิเจอร์ ซึ่งเป็นส่วนที่ทำให้ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเพอร์นิเจอร์ประกอบเข้าเป็นโครงสร้างเดียวกัน เพอร์นิเจอร์ที่ใช้การไม้ได้มักจะมีลักษณะขาหลุดออกจากตัวเก้าอี้ พื้นลื่นชักหลุดออกจากตัวลื่นชัก หิ้งที่รับน้ำหนักไม้ไหวตกลงมา ส่วนใหญ่เกิดจากความผิดพลาดเกี่ยวกับจุดเชื่อมต่อหรืออุปกรณ์จับยึด ซึ่งจุดเชื่อมต่อแต่ละแบบมีลักษณะแตกต่างกันไป การออกแบบรูปทรงชิ้นส่วนต่าง ๆ

กาว ตะปู ตะปูควง และอุปกรณ์อื่น ๆ อาจนำมาใช้เพียงอย่างเดียวหรืออาจใช้หลายอย่างร่วมกันเพื่อเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้จับยึดวัสดุที่คล้ายกันหรือวัสดุที่แตกต่างกันเข้าด้วยกัน โครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ที่เชื่อมต่อกันทุกครั้งจะต้องมีการคิดอย่างรอบคอบและผ่านการทดสอบด้านแรงกระทำต่าง ๆ ซึ่งอาจจะต้องรับแรงกด แรงเฉือน แรงดึง หรือแรงหลาย ๆ ชนิดร่วมกัน ในสภาพที่แตกต่างกัน ส่วนเชื่อมต่อระหว่างขาและพื้นโต๊ะปกติจะมีแรงกดหรือแรงอัดมากระทำ แต่ส่วนใหญ่มักจะแตกหักด้วยแรงเฉือน แรงบิด หรือแรงดึง ซึ่งเกิดขึ้นจากการลากถูโต๊ะไปตามพื้นหรือถูกพลิกหงายเพื่อการขนย้าย ส่วนจุดเชื่อมต่อของเก้าอี้มักเกิดการแตกหักครั้งแล้วครั้งเล่าจากการที่ผู้นั่งดันตัวไปข้างหลังเพื่อจะเลื่อนเก้าอี้ของตัวเอง ขณะที่กำลังนั่งไปตามพื้น ส่วนเชื่อมต่อที่มีความแข็งแรงมั่นคงเมื่อตอนเริ่มใช้งานใหม่ ๆ อาจค่อยเสื่อมสภาพลง อ่อนแอลง เมื่อเกิดการเคลื่อนตัวบ่อย ๆ ซึ่งทำให้เกิดการหลวมหรืออาจเกิดจากความชื้นหรือแห้งเกินไป ซึ่งทำให้กาวลดการเกาะตัวในช่วงระยะหนึ่ง ในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับความแข็งแรงของชิ้นส่วนหรือจุดเชื่อมต่อของเฟอร์นิเจอร์ จะต้องแก้ไขโดยการพัฒนารูปแบบของเฟอร์นิเจอร์ร่วมด้วยรูปทรงเรขาคณิตเบื้องต้นมักจะเป็นโครงสร้างที่ดีและมีความแข็งแรงตามรูปร่างลักษณะเฉพาะของรูปทรงนั้น ๆ แล้ว ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบจะเลือกใช้รูปทรงเรขาคณิตที่นิยมมาใช้แก้ปัญหาซึ่งอาจเรียกว่า “เคล็ดลับแห่งความสำเร็จ” (Secret of success) ในหลายสถานการณ์ นั่นคือ รูปสามเหลี่ยมซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิตเพียงแบบเดียวที่มีความแข็งแรงอยู่ในตัว เนื่องจากความสัมพันธ์ระหว่างองศาของมุมและความยาวของด้านจะไม่เปลี่ยนแปลงสถานะความมั่นคงแข็งแรง จากรูปเรขาคณิตทรงสามเหลี่ยมนี้ทำให้อาณาหลักการของกฎสามเหลี่ยมเป็นพื้นฐานในการวางตำแหน่งของโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ได้

โครงสร้างรูปกล่องถึงแม้ว่าจะดูแข็งแรงแต่บางครั้งก็ไม่สามารถนำมาออกแบบได้ เช่น โต๊ะหรือเก้าอี้ ถึงแม้ว่าจะมองดูรูปทรงภายนอกนั้นปกติดี เช่น เฟอร์นิเจอร์นั้นมีความลึกมากจำเป็นต้องเพิ่มคานค้ำยันเข้าไปในตัวเฟอร์นิเจอร์เพื่อเสริมความแข็งแรงในส่วนบนเพื่อรับแรงกด และแรงที่ทำให้เกิดการโค้งงอ

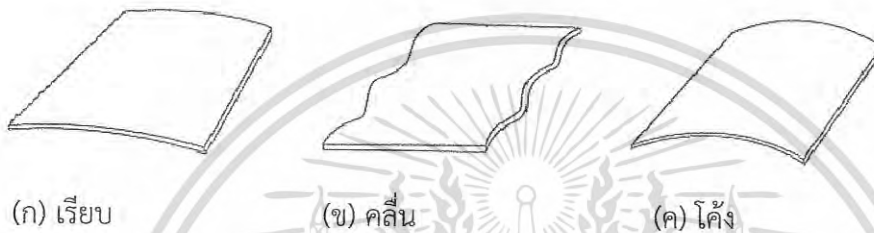


ภาพที่ 2.20 แสดงส่วนค้ำยันเพื่อเสริมความแข็งแรงของเฟอร์นิเจอร์

ที่มา : วรณี สหสมโชค (2549 : 37)

จากรูปที่ 2.20 รูป (ก) เป็นการเสริมความแข็งแรงของโต๊ะ ส่วนรูป (ข) เป็นการเสริมความแข็งแรงในส่วนบนเพื่อต้านแรงที่อาจทำให้โค้งงอ รูป (ค) การเสริมความแข็งแรงของพนักพิงเก้าอี้ซึ่งมีลักษณะสามเหลี่ยมซ่อนอยู่ภายใน จากรูป (ข) จะเห็นว่าการเสริมโครงสร้างมากจะต้องใช้วัสดุมากขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เชิงพาณิชย์ การค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยถ้าต้องการรับแรงต้านทางด้านข้าง (Racking) เพื่อป้องกันการโยตัวของเฟอร์นิเจอร์เท่านั้น เราอาจตัดโครงสร้างบางส่วนเพื่อลดวัสดุลงแต่ยังคงมีความแข็งแรงเท่าเดิมตามรูป (ง) ได้ และจะเห็นรูปสามเหลี่ยมอันเป็นหลักการทำงานของโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ที่ชัดเจนขึ้น นอกจากนี้อาจเปลี่ยนโครงสร้างให้เป็นรูป (จ) หรือ (ฉ) คือ มีแผ่นแข็งที่มุมที่เรียกว่า “เหล็กรูปสามเหลี่ยมสำหรับต่อมุม” (Gussets) หรืออื่น ๆ ซึ่งยังคงใช้หลักการโครงสร้างที่นิยมใช้ในเชิงวิศวกรรมมาประยุกต์ใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์ได้การใช้ส่วนโค้งก็เป็นวิธีหนึ่งซึ่งช่วยเสริมความแข็งแรงให้แก่รูปทรงโดยรวมเห็นได้จากกระดาษแผ่นเรียบจะสั่นเป็นรูปคลื่นได้ง่าย แต่เมื่อทำให้อยู่ในลักษณะโค้งกระดาษแผ่นเดิมจะมีความแข็งแรงเพิ่มมากขึ้นในทิศทางหนึ่ง



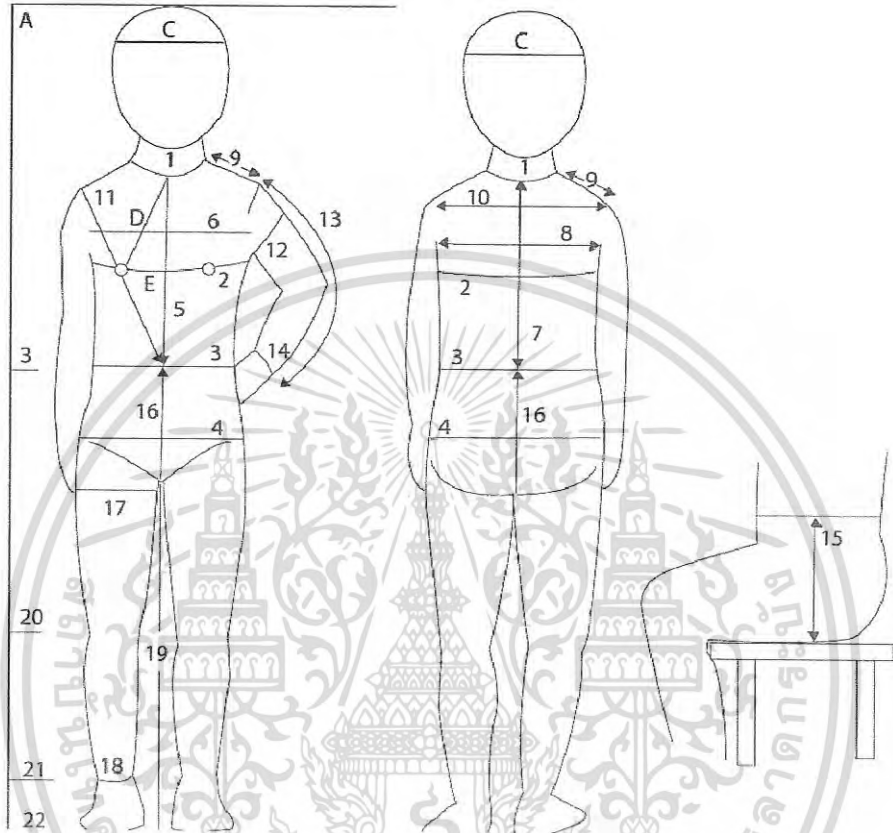
ภาพที่ 2.21 แสดงถึงลักษณะความแข็งแรงของวัสดุแผ่น

ที่มา : วรณีย์ สหสมโชค (2549 : 48)

และถ้าใช้ส่วนโค้งซ้อนกัน (Double curvature) จะทำให้เกิดความแข็งแรงในแนวแกนที่สองอย่างเช่นโครงสร้างในเปลือกหอย (Nautilus) หรือลักษณะด้วย รูปทรงดังกล่าวมีประโยชน์มากต่อเฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่ (ซึ่งเฟอร์นิเจอร์โบราณไม่นิยมนำมาใช้เพราะยากต่อการผลิต) โดยเฉพาะวัสดุประเภทโลหะ หรือพลาสติกที่สามารถดัดโค้งงอได้ตามต้องการและส่วนโค้งยังเหมาะกับเฟอร์นิเจอร์ประเภทที่ใช้นั่ง เนื่องจากความโค้งจะทำให้เกิดความสบายในการใช้งานทั้งยังช่วยเสริมด้านความแข็งแรงด้วย

2.6 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานเด็กไทยและขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์

2.6.1 ขนาดสัดส่วนมาตรฐานเด็กไทย



ภาพที่ 2.22 การวัดสัดส่วนขนาดตัวมาตรฐานเด็กไทย

ที่มา : ศรีกาญจนา จตุพัฒน์วิโรตม (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.16 ขนาดตัวมาตรฐาน 7 ช่วงของเด็กผู้หญิงไทย

| ลำดับ ที่ | รายการขนาดตัว (ซม.) | อายุ/ปี | | | | | | |
|--------------|------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 |
| | | XXS | XS | S | M | L | XL | XXL |
| A | ความสูง (ซม.) | 101.00 | 110.00 | 119.00 | 128.00 | 137.00 | 146.00 | 155.00 |
| B | น้ำหนัก (กก.) | 15.00 | 20.00 | 25.00 | 30.00 | 35.00 | 40.00 | 45.00 |
| C | รอบศีรษะ | 48.50 | 49.50 | 50.50 | 51.50 | 52.50 | 53.50 | 54.50 |
| 1 | รอบคอ | 28.00 | 29.50 | 31.00 | 32.50 | 34.00 | 35.50 | 37.00 |
| 2 | รอบอก | 52.50 | 56.50 | 60.50 | 64.50 | 68.50 | 72.50 | 76.50 |
| 3 | รอบเอว | 51.00 | 53.00 | 55.00 | 57.00 | 59.00 | 61.00 | 63.00 |
| 4 | รอบสะโพก | 55.00 | 60.00 | 65.00 | 70.00 | 75.00 | 80.00 | 88.00 |
| 5 | ความยาวหน้า | 21.50 | 23.00 | 24.50 | 26.00 | 27.50 | 29.00 | 30.50 |
| 6 | ความยาวปกหน้า | 23.00 | 24.00 | 25.00 | 26.00 | 27.00 | 28.00 | 29.00 |
| D | อกสูง | 13.00 | 14.00 | 15.00 | 16.00 | 17.00 | 18.00 | 19.00 |
| E | อกห่าง | 13.50 | 14.50 | 15.50 | 16.50 | 17.50 | 18.50 | 19.50 |
| 7 | ความยาวหลัง | 23.50 | 25.50 | 27.50 | 29.50 | 31.50 | 33.50 | 35.50 |
| 8 | ความยาวหลัง | 28.50 | 30.50 | 32.50 | 34.50 | 36.50 | 38.50 | 40.50 |
| 9 | ความยาวไหล่ซีก | 6.50 | 7.50 | 8.50 | 9.50 | 10.50 | 11.50 | 12.50 |
| 10 | ความยาวไหล่ | 25.50 | 27.50 | 29.50 | 31.50 | 33.50 | 35.50 | 37.50 |
| 11 | ความยาวไหล่เฉียง | 30.00 | 31.00 | 32.00 | 33.00 | 34.00 | 35.00 | 36.00 |
| 12 | รอบต้นแขน | 17.50 | 19.00 | 20.50 | 21.00 | 22.50 | 23.00 | 23.50 |
| 13 | ความยาวแขนยาว | 33.00 | 37.00 | 41.00 | 45.00 | 49.00 | 53.00 | 57.00 |
| 14 | รอบปลายแขน | 11.50 | 12.00 | 12.50 | 13.00 | 13.50 | 14.00 | 14.50 |
| 15 | ความยาวแขนสั้น | 20.00 | 21.00 | 22.00 | 23.00 | 24.00 | 25.00 | 26.00 |
| 16 | ความยาวแขน | 31.50 | 33.50 | 35.50 | 37.50 | 39.50 | 41.50 | 43.50 |
| 17 | รอบต้นขา | 33.00 | 36.00 | 39.00 | 42.00 | 45.00 | 48.00 | 51.00 |
| 18 | รอบปลายขา | 15.00 | 16.00 | 17.00 | 18.00 | 19.00 | 20.00 | 21.00 |
| 19 | ความยาวใต้ข้อเท้า | 28.00 | 31.00 | 34.00 | 37.00 | 40.50 | 44.00 | 47.50 |
| 20 | ความยาวเอว-งอก | 33.50 | 37.50 | 41.50 | 45.50 | 49.50 | 53.50 | 57.50 |
| 21 | ความยาวเอว-ข้อเท้า | 52.00 | 58.50 | 65.00 | 71.50 | 78.00 | 84.50 | 91.00 |
| 22 | ความยาวเอว-พื้น | 59.00 | 66.00 | 73.00 | 80.00 | 87.00 | 94.00 | 101.00 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.17 ขนาดตัวมาตรฐาน 7 ช่วงของเด็กผู้ชายไทย

| ลำดับ ที่ | รายการขนาดตัว (ซม.) | อายุปี | | | | | | |
|--------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 2-3 | 4-5 | 6-7 | 8-9 | 10-11 | 12-13 | 14-15 |
| | | XXS | XS | S | M | L | XL | XXL |
| A | ความสูง (ซม.) | 99.00 | 109.00 | 119.00 | 129.00 | 139.00 | 149.00 | 159.00 |
| B | น้ำหนัก (กก.) | 33.50 | 39.00 | 44.50 | 50.00 | 55.50 | 61.00 | 66.50 |
| C | รอบศีรษะ | 49.00 | 50.00 | 51.00 | 52.00 | 53.00 | 54.00 | 55.00 |
| 1 | รอบคอ | 28.50 | 30.00 | 31.50 | 33.00 | 34.50 | 36.00 | 37.50 |
| 2 | รอบอก | 52.50 | 56.50 | 60.50 | 64.50 | 68.50 | 72.50 | 76.50 |
| 3 | รอบเอว | 51.00 | 54.00 | 57.00 | 60.00 | 63.00 | 66.00 | 69.00 |
| 4 | รอบสะโพก | 55.00 | 59.50 | 64.00 | 68.50 | 73.00 | 77.50 | 82.00 |
| 5 | ความยาวแขน | 22.50 | 24.00 | 25.50 | 27.00 | 28.50 | 30.00 | 31.50 |
| 6 | ความยาวแขนผ่า | 23.00 | 24.50 | 26.00 | 27.50 | 29.00 | 30.50 | 32.00 |
| 7 | ความยาวหลัง | 22.50 | 25.00 | 27.50 | 30.00 | 32.50 | 35.00 | 37.50 |
| 8 | ความยาวหลัง | 22.00 | 25.00 | 27.00 | 29.00 | 31.00 | 33.00 | 35.00 |
| 9 | ความยาวไหล่ลึก | 6.50 | 7.50 | 8.50 | 9.50 | 10.50 | 11.50 | 12.50 |
| 10 | ความยาวไหล่ | 24.50 | 27.00 | 29.50 | 32.00 | 34.50 | 37.00 | 39.50 |
| 11 | ความยาวไหล่เฉียง | 30.00 | 31.00 | 32.00 | 33.00 | 34.00 | 35.00 | 36.00 |
| 12 | รอบคอก้น | 17.50 | 19.00 | 20.50 | 22.00 | 23.50 | 25.00 | 26.50 |
| 13 | ความยาวแขนยาว | 33.00 | 37.00 | 41.00 | 45.00 | 49.00 | 53.00 | 57.00 |
| 14 | รอบปลายแขน | 12.50 | 13.00 | 13.50 | 14.00 | 14.50 | 15.00 | 15.50 |
| 15 | ความยาวเข้าสีก | 19.00 | 20.00 | 21.00 | 22.00 | 23.00 | 24.00 | 25.00 |
| 16 | ความยาวแขน | 51.50 | 54.00 | 56.50 | 59.00 | 61.50 | 64.00 | 66.50 |
| 17 | รอบคอก้น | 33.00 | 35.50 | 38.00 | 40.50 | 43.00 | 45.50 | 48.00 |
| 18 | รอบปลายขา | 15.50 | 16.50 | 17.50 | 18.50 | 19.50 | 20.50 | 21.50 |
| 19 | ความยาวไหล่ข้อศอก | 47.00 | 50.50 | 54.00 | 57.50 | 61.00 | 64.50 | 68.00 |
| 20 | ความยาวแขนยาว | 33.00 | 37.00 | 41.00 | 45.00 | 49.00 | 53.00 | 57.00 |
| 21 | ความยาวแขนยาว-ข้อเท้า | 51.50 | 58.00 | 64.50 | 71.00 | 77.50 | 84.00 | 90.50 |
| 22 | ความยาวแขนยาว-พื้น | 57.00 | 64.50 | 72.00 | 79.50 | 87.00 | 94.50 | 102.00 |

2.6.2 ขนาดสัดส่วนเฟอร์นิเจอร์

นักออกแบบปัจจุบันได้พยายามค้นคว้าวิจัยองค์ประกอบต่าง ๆ ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ เพื่อให้ตอบสนองความต้องการของผู้ใช้ ทั้งในด้านความสะดวกสบายและความงามความสะดวกสบายในการใช้สอยเฟอร์นิเจอร์ขึ้นอยู่กับความมีส่วนสัดส่วนและขนาดของเฟอร์นิเจอร์สัมพันธ์กับขนาดของผู้ใช้ได้อย่างพอเหมาะ จนสามารถที่จะใช้สอยเฟอร์นิเจอร์นั้นอย่างมีประสิทธิภาพและเป็นสุข ส่วนความงามของเฟอร์นิเจอร์ขึ้นอยู่กับรูปร่างที่ได้สัดส่วน มีขนาด สี เส้น ช่องว่าง พื้นผิวสัมพันธ์กลมกลืนจนเกิดคุณภาพและความเป็นเอกภาพที่งดงาม

ในการพัฒนาแบบของเฟอร์นิเจอร์สมัยใหม่ นักออกแบบและช่างทำเฟอร์นิเจอร์มักจะใช้สัดส่วนและขนาดมาตรฐาน 2 ประการ ประการแรก ที่ทำกันทั่วไปมาแต่เดิม คือ การศึกษาเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ที่นิยมใช้กันมาก เช่น เก้าอี้ที่มีขนาดสัดส่วนที่คนส่วนใหญ่สามารถใช้นั่งได้อย่างสบาย ช่างหรือนักออกแบบก็จะใช้สัดส่วนนั้นเป็นมาตรฐานในการออกแบบต่อไป หรือประการที่ 2 ผู้ออกแบบพยายามหาความรู้ในส่วนสัดส่วนและขนาดที่สัมพันธ์กับขนาดเฉลี่ยหรือขนาดที่ใช้โดยเฉพาะ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วออกแบบพยายามหาความรู้ในส่วนสัดส่วนและขนาดที่สัมพันธ์กับขนาดเฉลี่ยหรือขนาดที่ใช้โดยเฉพาะ แล้วออกแบบรูปร่างลักษณะตามแนวอุดมคติของตน ซึ่งการออกแบบโดยหลักประการที่ 2 นี้จะต้องศึกษาข้อมูลปัญหาต่าง ๆ ที่จะต้องเผชิญมาก แต่ก็จะได้แบบเฟอร์นิเจอร์ที่มีคุณค่าและมีประโยชน์ และประสิทธิภาพในการใช้สอยได้หลายด้าน และสามารถพัฒนาแบบได้แปลกใหม่จากเดิม

ความคิดที่แสดงออกในบทนี้เพื่อให้สอดคล้องกับแนวการออกแบบที่จะศึกษาข้อมูลและปัญหาต่าง ๆ เพื่อศึกษาถึงส่วนสัดส่วนและขนาดของเฟอร์นิเจอร์ที่สัมพันธ์กับขนาดและส่วนสัดส่วนของคนไทย สำหรับใช้เป็นแนวทางออกแบบเพื่อตอบสนองความสุขและความสะดวกสบายในการใช้สอยในด้านต่าง ๆ ตามอุดมการณ์ที่คาดหวังไว้

2.6.2.1 วิธีการวัดส่วนสัดส่วนของมนุษย์

Diirer ได้ค้นพบวิธีการวัดส่วนสัดส่วนของมนุษย์ ซึ่งเป็นที่ยอมรับและเห็นพ้องต้องกันทั่วไป โดยเขาเริ่มวัดความสูงของร่างกายมนุษย์และกำหนดส่วนย่อยไว้ดังต่อไปนี้ (ดูรูปที่ 4.1 ประกอบ)

$\frac{1}{2}$ ของความสูงทั้งหมด = ครึ่งหนึ่งของร่างกายวัดจากต้นขาหรือขาหนีบขึ้นไปถึงศีรษะ ส่วนบน

$\frac{1}{4}$ ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของขาวัดจากข้อเท้าถึงหัวเข่าและจากปลายคางถึงสะดือ

$\frac{1}{6}$ ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของเท้า

$\frac{1}{8}$ ของความสูงทั้งหมด = ความยาวของศีรษะส่วนบนถึงปลายคาง และจากปลายคางถึงราวนม

$\frac{1}{10}$ ของความสูงทั้งหมด = ความสูงและความกว้างของใบหน้ารวมถึงหูด้วยและความยาวของมือถึงข้อมือ

$\frac{1}{12}$ ของความสูงทั้งหมด = ความกว้างของใบหน้าวัดจากปลายจมูกส่วนล่างสุดและในการแบ่งสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งเป็นส่วนย่อยได้ $\frac{1}{40}$ ของความสูงทั้งหมดของร่างกาย

ในระยะหลังนักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมันได้ช่วยทำการศึกษาพื้นฐานเรื่องนี้ให้มีความชัดเจนขึ้น โดยการวิจัยเปรียบเทียบขนาดสัดส่วนของมนุษย์ แต่ก็ยังไม่เป็นที่พอใจนัก จนกระทั่งหลังจาก Moessel ทำการตรวจสอบและให้การสนับสนุน

ในปี ค.ศ. 1945 Le Modulor ได้วางแผนโครงการศึกษาเรื่องสัดส่วนของมนุษย์ โดยเริ่มวัดความสูงทั้งหมดของมนุษย์เฉลี่ย 1.829 เมตร และวัดความสูงถึงสะดือ 1.130 เมตร เริ่มต้นจากแบ่งส่วนย่อยของร่างกายมนุษย์เหมือนกับ Diirer และ Le Corbusier สถาปนิกชาวฝรั่งเศสได้พัฒนาเรื่องสัดส่วนต่าง ๆ นำไปใช้กับงานการสร้าง โดยศึกษาหาค่าเฉลี่ยความสูงทั้งหมดของผู้ชายชาวยุโรปสูง = 1.75 เมตร หรือขนาดความสูง 5 ฟุต 9 นิ้ว และต่อมาได้มีการเทียบวัดความยาวระบบเมตริกกับระบบอังกฤษ โดยให้ 254 มิลลิเมตร = 10 นิ้ว ด้วยเหตุนี้เพื่อให้มีความสัมพันธ์ในด้านการวัดที่เป็นมาตรฐานเหมือนกัน ดังนั้น ในปี ค.ศ. 1947 Corbusier ได้กลับมาใช้ความสูงเฉลี่ยของคนตามมาตรฐานชาวอังกฤษที่ได้ทำไว้ คือ 1.829 เมตร และได้แบ่งส่วนย่อยต่าง ๆ ของส่วนสัดส่วนร่างกายมนุษย์ไว้เป็นข้อมูลสำหรับคนรุ่นหลังไว้ศึกษาและวิจัยต่อไปในปัจจุบัน

มีข้อน่าสังเกตอย่างหนึ่งว่า การศึกษาเรื่องนี้จะยึดถือเอาความสูงของร่างกายมนุษย์มาก่อน แล้วจึงแบ่งส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญลงไปอีกตามต้องการ ศึกษาเพื่อให้เป็นประโยชน์ในการนำไปใช้เรื่องสัดส่วนของมนุษย์นั้นแบ่งออกเป็นเพศหญิงชาย ขนาดของเด็ก อายุ และอื่น ๆ ส่วนสัดส่วนของมนุษย์จะต้องแยกถึงชนชาติด้วยว่าอยู่ทางยุโรปหรือเอเชีย เพราะส่วนสัดส่วนนั้นไม่เท่ากัน ฉะนั้นในการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่องนี้เป็นเพียงแนวทางในการศึกษาเรื่องส่วนสัดของมนุษย์ต่อไป เพื่อสามารถจะหาส่วนสัดที่เหมาะสมในการนำไปใช้กับงานนั้น โดยให้ยึดถือผู้ใช้ เป็นต้น

สำหรับขนาดส่วนสัดของคนไทยนั้นหากต้องการทราบรายละเอียดขอเสนอแนะให้ไปหาข้อมูลได้ที่สภาวิจัยแห่งชาติได้ ดังตารางที่ 2.5 ใช้สำหรับเป็นข้อมูลประกอบการพิจารณาการออกแบบ

ตารางที่ 2.18 แสดงพัฒนาการทางร่างกายของนักเรียนไทยอายุ 3 – 24 ปี

| อายุ | ความสูงเป็นเซนติเมตรและนิ้ว | | | | น้ำหนักเป็นกิโลกรัม | |
|------|-----------------------------|-------|-----------|-------|---------------------|-------|
| | ชาย | | หญิง | | ชาย | หญิง |
| | เซนติเมตร | นิ้ว | เซนติเมตร | นิ้ว | | |
| 3 | 95.00 | 38.00 | 95.00 | 38.00 | 14.90 | 14.10 |
| 4 | 98.85 | 39.54 | 98.85 | 39.54 | 15.30 | 14.70 |
| 5 | 103.00 | 41.20 | 103.00 | 41.20 | 16.05 | 15.50 |
| 6 | 107.40 | 44.72 | 107.40 | 42.96 | 17.00 | 16.60 |
| 7 | 111.80 | 44.64 | 111.80 | 44.72 | 18.30 | 17.95 |
| 8 | 116.60 | 48.48 | 116.60 | 46.64 | 19.90 | 19.69 |
| 9 | 121.20 | 50.24 | 121.20 | 48.48 | 21.70 | 21.60 |
| 10 | 125.60 | 51.96 | 126.20 | 50.48 | 26.60 | 24.00 |
| 11 | 129.90 | 53.72 | 131.50 | 52.60 | 25.85 | 26.75 |
| 12 | 134.30 | 55.0 | 137.00 | 54.80 | 28.40 | 30.20 |
| 13 | 139.20 | 58.00 | 142.90 | 57.16 | 31.40 | 34.45 |
| 14 | 145.00 | 60.64 | 150.50 | 57.16 | 36.00 | 39.50 |
| 15 | 151.60 | 62.80 | 151.60 | 60.20 | 41.00 | 42.80 |
| 16 | 157.00 | 64.08 | 152.00 | 60.64 | 54.58 | 44.75 |
| 17 | 160.20 | 64.72 | 152.20 | 60.80 | 49.20 | 45.85 |
| 18 | 161.80 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 51.10 | 46.60 |
| 19 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 52.80 | 47.00 |
| 20 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 52.85 | 47.30 |
| 21 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 53.10 | 47.60 |
| 22 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 53.30 | 47.95 |
| 23 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 53.60 | 48.20 |
| 24 | 162.30 | 64.92 | 152.20 | 60.88 | 53.80 | 48.50 |

ที่มา : จากรายงานการวิจัยเรื่องพัฒนาการทางกายภาพของนักเรียนไทยอายุ 3 – 24 ปี ของสมาคมการศึกษาแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสูงของเก้าอี้ขนาดความสูงสัมพันธ์กับส่วนสัดของผู้ใช้ ขนาดความสูงที่เหมาะสม คือ นั่งแล้วเท้าวางราบบนพื้นได้พอดีและสบาย

พนักพิงหลังควรมีเบาะสำหรับรับแผ่นหลังและพนักควรจะเอียงไปด้านหลังเล็กน้อย เพื่อที่จะได้นั่งพิงได้สบาย

มุมเอียงของที่นั่งเก้าอี้ที่นั่งทำงานแผ่นพื้นนั่งจะเอียงลงเพียงเล็กน้อย และพนักงานพิงหลังก็จะเอียงไปด้านหลังเช่นเดียวกัน เพื่อให้การนั่งกระชับมั่นคงและพิงพนักได้อย่างสบาย

ตารางที่ 2.19 ขนาดเฉลี่ยของร่างกายมนุษย์สำหรับใช้ในการออกแบบเก้าอี้

| | Weight | | A | | B | | C | | D | | E | | F | |
|-------|--------|------|----|-----|----|-----|----|-----|----|----|----|----|-----|------|
| | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg |
| Men | 21 | 97.7 | 47 | 12 | 61 | 15 | 74 | 18 | 34 | 87 | 34 | 86 | 7.5 | 19.1 |
| | 5. | | 36 | 0.9 | 3 | 5.7 | 3 | 8.6 | 4 | 4 | 1 | 5 | | |
| | 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Women | 16 | 74.9 | 42 | 10 | 55 | 14 | 68 | 17 | 31 | 80 | 34 | 79 | 5.9 | 14.9 |
| | 5. | | 8* | 8.7 | 7 | 1.4 | 0 | 8 | 7 | 6 | 3 | 6 | | |
| | 1 | | | | | | | | | | | | | |

| | H | | I | | J | | K | | L | | M | | N | |
|-------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg | in | kg |
| Men | 23. | 21. | 18. | 47. | 21. | 55. | 25. | 65. | 20. | 52. | 11. | 29. | 27. | 69.6 |
| | 7 | 4* | 8 | 8 | 7 | 1 | 7 | 4 | 8 | 9 | 7 | 7 | 4 | |
| Women | 60. | 54. | 17. | 44. | 20. | 52. | 24. | 62. | 18. | 46. | 10. | 27. | 24. | 63.1 |
| | 3 | 3 | 4 | 2 | 7 | 7 | 4 | 0 | 4 | 8 | 7 | 1 | 8 | |

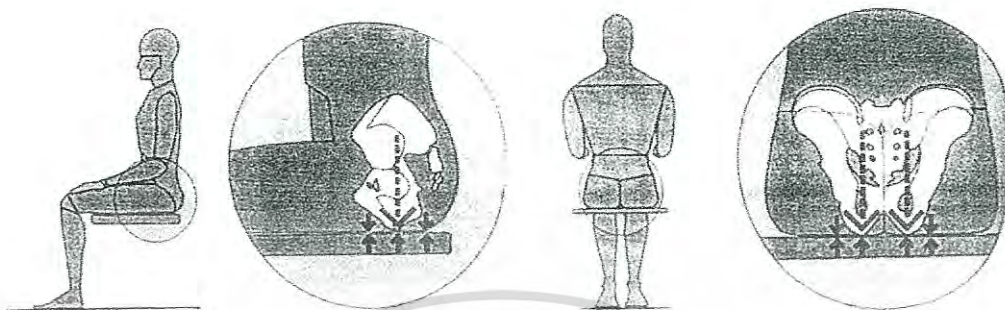
ตารางที่ 2.20 ความสูงของเก้าอี้สำหรับชายและหญิงไทยขนาดส่วนสัดตามอายุและเพศ (ในกรณีที่ผู้นั่งสวมรองเท้าควรเพิ่มความสูงของรองเท้าด้วย)

| อายุ | 1 8 - 79 ปี | 1 8 - 24 ปี | 2 5 - 34 ปี | 3 5 - 44 ปี | 4 5 - 54 ปี | 5 5 - 64 ปี | 6 5 - 47 ปี | 7 5 - 79 ปี |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| ชาย | 15.5 นิ้ว | 16.0 นิ้ว | 16.0 นิ้ว | 15.6 นิ้ว | 15.3 นิ้ว | 15.2 นิ้ว | 15.2 นิ้ว | 15.2 นิ้ว |
| หญิง | 14.0 นิ้ว | 14.2 นิ้ว | 14.1 นิ้ว | 14.0 นิ้ว | 13.8 นิ้ว | 13.6 นิ้ว | 13.9 นิ้ว | 13.8 นิ้ว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 การนั่งของมนุษย์

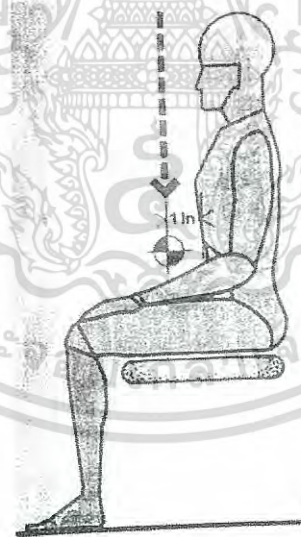
ในการนั่งของมนุษย์น้ำหนักประมาณ 75 % ได้วางลงพื้นที่ 4 ตารางนิ้ว หรือ 26 ตารางเซนติเมตร ดังรูป ได้แสดงการวางน้ำหนักตัวของมนุษย์ลงที่พื้นที่รองรับ



ภาพที่ 2.23 การถ่ายน้ำหนักลงบนพื้นที่นั่ง

ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2550)

จากข้อมูลการวางน้ำหนักลงบนพื้นที่จึงเป็นที่มาของการออกแบบที่นั่งสามารถรองรับน้ำหนักได้อย่างเหมาะสม แสดงถึงแรงโน้มถ่วงที่ร่างกายมนุษย์ปล่อยลงบนที่นั่ง



ภาพที่ 2.24 แสดงถึงแรงโน้มถ่วงที่ร่างกายมนุษย์ปล่อยลงบนที่นั่ง

ที่มา : อุดมศักดิ์ สาริบุตร (2550)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.21 ขนาดส่วนสัดของมนุษย์ที่จำเป็นสำหรับการออกแบบเก้าอี้

| หน่วยการวัด | ชาย | หญิง |
|-------------|------|------|
| | cm | cm |
| A | 49.0 | 44.5 |
| B | 54.9 | 53.3 |
| C | 29.5 | 27.9 |
| D | 63.5 | 63.5 |
| E | 93.0 | 88.1 |
| F | 50.5 | 49.0 |
| G | 40.4 | 43.4 |
| H | 48.3 | 48.3 |

2.5.2.3 โต๊ะทำงานสำหรับมาตรฐานคนไทย

โต๊ะทำงานมีลักษณะความสำคัญพื้นฐานในการทำงานขนาดความสูงจึงจำเป็นต้องสัมพันธ์กับการใช้ทำงานแต่ละประเภท

โต๊ะทำงานโดยทั่วไป ควรมีขนาดความสูงของโต๊ะกับเก้าอ้นั่งเป็นส่วนสัดกันพอเหมาะกับผู้ใช้งาน โดยผู้ใช้งานสามารถใช้ข้อศอกวางลงบนพื้นโต๊ะแล้วใช้ฝ่ามือยันคางได้กำลังสบาย พร้อมทั้งสามารถที่จะวางฝ่าเท้าให้ราบขนานไปกับพื้นได้พอดีด้วย

ตารางที่ 2.22 ขนาดความสูงเฉลี่ยของโต๊ะและเก้าอี้

| อายุ | ความสูงเฉลี่ย (นิ้ว) | ความสูงโต๊ะ (นิ้ว) | ความสูงเก้าอี้ (นิ้ว) |
|-------|----------------------|--------------------|-----------------------|
| 5 ปี | 40 นิ้ว | 22 นิ้ว | 11.6 นิ้ว |
| 7 ปี | 43 นิ้ว | 22.4 – 24.4 นิ้ว | 12.0 – 13.6 นิ้ว |
| 13 ปี | 55 นิ้ว | 24.8 – 26.0 นิ้ว | 14.0 – 14.8 นิ้ว |
| 15 ปี | 60 นิ้ว | 27.2 – 29.2 นิ้ว | 15.6 – 16.4 นิ้ว |
| 19 ปี | 63 นิ้ว | 27.3 – 28.0 นิ้ว | 16.0 นิ้ว |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 วัสดุและกรรมวิธีการผลิตเฟอร์นิเจอร์

วัสดุที่นำมาออกแบบเฟอร์นิเจอร์มีหลายชนิด การเลือกวัสดุนั้นขึ้นอยู่กับความถูกต้องและเหมาะสมกับแบบ โดยพิจารณาถึงคุณสมบัติต่าง ๆ ข้อดีและข้อเสียของวัสดุชนิดนั้น เพื่อที่จะเลือกใช้ได้เหมาะสมกับการใช้งาน นักออกแบบโดยทั่วไปจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับวัสดุประเภทต่าง ๆ วัสดุที่ใช้ในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์มี 3 ชนิดใหญ่ ๆ คือ โลหะ สารอินทรีย์สังเคราะห์ และสารอินทรีย์ธรรมชาติ

2.7.1 คุณสมบัติของวัสดุที่นำมาใช้ในงานออกแบบเฟอร์นิเจอร์

การเลือกใช้วัสดุสำหรับประกอบกับงานออกแบบนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึงสิ่งต่อไปนี้

2.7.1.1 ความแข็งแรง (Strength) คือ ความสามารถในการรับแรงได้โดยไม่ทำให้วัสดุแตกหักหรือเกิดการเสียหาย ความแข็งแรงนี้แยกออกเป็น

1. ความแข็งแรงในการรับแรงดึง (Tensile strength) คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้านทานการฉีกขาดเมื่อได้รับแรงดึง 2 ข้างออกจากกัน

2. ความแข็งแรงในการรับแรงอัด (Compressive strength) คือ ความสามารถของวัสดุที่จะต้องต้านทานการปริแตกเมื่อถูกแรงอัด

3. ความแข็งแรงในการรับแรงเฉือน

2.7.1.2 ความแข็งแรงของผิว (Hardness) คุณสมบัติของวัสดุทนต่อแรงทะลุ ขูดขีด ข่วนหรือการสึกหรอ

2.7.1.3 ความสามารถในการยืดตัว (Ductility) คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถที่จะดึงหรืออัดให้ยืดตัวออกได้ โดยไม่แตกหักหรือขาดออกจากกัน เช่น อะลูมิเนียม ทองแดง เหล็กกล้า ฯลฯ

2.7.1.4 ความยืดหยุ่นสปริง (Elasticity) คือ ความสามารถคงรูปเดิมถึงแม้ว่าวัสดุนั้นจะถูกกระทำด้วยแรงดึงหรือแรงเฉือน เช่น ลวดสปริงสำหรับทำเบาะ เป็นต้น

2.7.1.5 ความเปราะ (Brittleness) คือ คุณสมบัติของวัสดุที่สามารถขาดหรือหักได้ โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงรูปเป็นวัสดุที่เปราะ

2.7.1.6 ความสามารถในการเชิงขึ้นรูป บิดงอได้ (Malleability) คุณสมบัติของวัสดุที่ใช้ สามารถบิดงอ อัดรีดขึ้นรูปได้ ในลักษณะเคาะ ทบ รีด ดึง บิด งอ ให้ได้รูปทรงที่ต้องการได้โดยไม่แตกหัก เช่น ไม้อัดประสาน เหล็กแผ่น เป็นต้น

2.7.1.7 ความสามารถในการเชิงโทรงรูป (Plasticity) เป็นคุณสมบัติที่สามารถทำให้อ่อนตัว แล้วนำมาขึ้นรูปได้อีกครั้ง เช่น เหล็กที่ถูกเผาจนร้อนสามารถนำมาขึ้นรูปได้ พลาสติก ปูนซีเมนต์ ซึ่งเหลวสามารถหล่อในแม่พิมพ์ได้

2.7.1.8 ความเหนียว (Toughness) คุณสมบัติของเนื้อวัสดุที่สามารถรับพลังงานได้มาก เช่น ความเหนียวของเส้นใยของด้ายที่นำมาใช้เป็นผ้าบุเฟอร์นิเจอร์

2.7.1.9 ความสามารถในการนำหรือฉนวนไฟฟ้า (Electrical conductivity) คือ คุณสมบัติที่ยอมให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม และวัสดุที่ไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย เช่น ยาง พลาสติก เป็นต้น

2.7.1.10 ความสามารถในการนำความร้อน (Heat conductivity) คือ วัสดุบางอย่างสามารถทำให้ความร้อนไหลผ่านได้ดี เช่น ทองแดง อะลูมิเนียม และวัสดุบางอย่างไม่ยอมให้ความร้อนไหลผ่านได้ง่าย เช่น พลาสติก โยเก้ว กระจก เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 ประเภทของวัสดุที่นำมาใช้ทำเฟอร์นิเจอร์

วัสดุทุกประเภทที่มีโดยทั่ว ๆ ไป สามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการทำเฟอร์นิเจอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับรูปทรงของเฟอร์นิเจอร์นั้น ๆ วัสดุที่นิยมใช้ในการทำเฟอร์นิเจอร์แบ่งได้ดังนี้ (วรรณิ สหสมโชค, 2549: 51-85)

2.7.2.1 ไม้ (Wood)

ไม้เป็นวัสดุที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ผลิตเครื่องมือ เครื่องใช้ ที่พักอาศัย ตั้งแต่อดีตกระทั่งปัจจุบัน จนไม่สามารถนับได้นำมาใช้กันนานเท่าใด อาจกล่าวได้ว่ามนุษย์เกิดมาก็รู้จักกับไม้ ไม้ที่โคนออกมาจากป่าเรียกว่าซุง เมื่อนำมาทำการเลื่อยหรือแปรรูปแล้ว เราเรียกว่าไม้แปรรูป ซึ่งมีขนาดต่าง ๆ กัน ตามความต้องการของผู้ใช้หรือหน้าที่ในการใช้งานที่เหมาะสม ไม้ที่ใช้กันทั่วไปมีการจัดแบ่งไม้แปรรูปด้วยการรับน้ำหนักและความทนทานตามธรรมชาติของไม้ชนิดนั้น ๆ เป็นเกณฑ์ โดยจำแนกไม้ ออกเป็น 3 ชนิด คือ ไม้เนื้ออ่อน ไม้เนื้อปานกลาง และไม้เนื้อแข็ง

เนื้อไม้ธรรมชาติแบ่งตามลักษณะของการรับน้ำหนักและความทนทาน ดังนี้

ไม้เนื้ออ่อน ส่วนใหญ่เนื้อไม้ค่อนข้างหยาบ มีน้ำหนักเบา ผุง่าย หดตัว บิดและแตกร้าว ค่อนข้างมาก ปลูกชอบทำลาย เหมาะที่จะใช้กับงานชั่วคราว และงานที่ไม่ต้องรับน้ำหนักมาก ซึ่งมีอยู่มากมาย ไม้เนื้ออ่อนที่นิยมใช้กันทั่วไปในปัจจุบันเช่น ไม้จำปา ไม้แดงน้ำ ไม้มะม่วงป่า ไม้ยมหอม ไม้ร่มม้า ไม้เทียง ไม้ยาง เป็นต้น

ไม้เนื้อปานกลาง เป็นไม้ที่จัดเข้าประเภทไม้เนื้อแข็งไม่ได้ แต่คุณภาพดีกว่าไม้เนื้ออ่อน ยืดและหดตัวน้อย บางชนิดทนต่อสภาพอากาศดีเท่ากับไม้เนื้อแข็ง จึงเหมาะที่จะใช้ทำเฟอร์นิเจอร์เครื่องใช้ทั่วไป ไม้เนื้อปานกลางที่นิยมใช้ได้แก่ ไม้สัก ไม้อินทนิล ไม้ตะแบก ไม้เฌมกัน และไม้ยมหิน

ไม้เนื้อแข็ง ส่วนใหญ่จะมีน้ำหนักเบา เนื้อแน่น แข็งและเหนียว มีทั้งเนื้อหยาบจนถึงเนื้อละเอียด บางชนิดเสียนตรง แต่ส่วนมากเสียนจะสับสน การไสแต่งและการเลื่อยค่อนข้างยาก ทนต่อสภาพอากาศ ใช้กับงานก่อสร้างที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ ได้ดี แต่บางชนิดทำเฟอร์นิเจอร์ก็สวยงามมาก น้ำหนักค่อนข้างหนัก ไม้เนื้อแข็งที่นิยมใช้ได้แก่ ไม้แดง ไม้ประดู่ ไม้มะเกลือ ไม้เต็ง (แงะ) ไม้รัง(เปา) ไม้มะค่าโมง ไม้ตะเคียนทอง ไม้พยุงหรือไม้ประดู่ลาย และไม้ชิงชัน

ไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อปานกลาง และไม้เนื้ออ่อน มีความแข็งแรงและความทนทานที่แตกต่างกัน ดังตารางที่ 2.22 นี้

ตารางที่ 2.22 แสดงความแข็งแรงและความทนทานของไม้ชนิดต่าง ๆ ตามธรรมชาติ

| ชนิดของไม้ | ความแข็งแรง(กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร) | ความทนทาน (ปี) |
|-----------------|------------------------------------|----------------|
| ไม้เนื้อแข็ง | สูงกว่า 1,000 | สูงกว่า 6 |
| ไม้เนื้อปานกลาง | 600 – 1,000 | 2 – 6 |
| ไม้เนื้ออ่อน | ต่ำกว่า 600 | ต่ำกว่า 2 |

ที่มา : วรรณิ สหสมโชค (2549: 55)

2.7.2.1.1 ไม้ทำเฟอร์นิเจอร์

การเลือกไม้เพื่อทำเฟอร์นิเจอร์ต้องพิจารณาถึงความสวยงามค่อนข้างมาก ต้องเป็นไม้ที่แห้ง เสียนตรง ไม้มีรูตาไม้ รอยแตกร้าว ไม้มีกระพี้ไม้ อย่างไรก็ตาม ต้องพิจารณาถึงลักษณะของงานและส่วนที่ต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์ของงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ไม้ชนิดนี้ด้วย เนื่องจากเราไม่สามารถเลือกใช้แต่ไม้ดี ๆ ได้ทั้งหมด จำเป็นต้องเอาไม้ที่ติรลงลงไปใช้ร่วมด้วยในส่วนที่มองไม่เห็น งานในส่วนที่ต้องโชว์ลักษณะไม้ ได้แก่ ส่วนที่มองเห็นชัดเจน เช่น พื้นโต๊ะ หน้าต่าง หน้าลิ้นชัก เป็นต้น ต้องเลือกใช้ไม้ที่มีความสวยงาม เส้นลายไม้ตรง สีสวย ไม่มีตำไม้หรือรอยแตกร้าว ถ้าจำเป็นต้องเปลาะไม้เป็นแผ่นใหญ่ ต้องให้ลายไม้เรียงกันไปในลักษณะเดียวกัน หรือถ้าเป็นงานที่ต้องใช้ไม้ในแนวตั้ง ก็ให้เอาลายไม้ที่มีรูปร่างแหลมตั้งขึ้นให้เหมือนกัน จะช่วยทำให้เกิดความสวยงาม มีระเบียบและส่งเสริมให้เกิดความรู้สึกว่าแข็งแรงดีไปด้วย เฟอร์นิเจอร์บางชนิดใช้ภายนอกอาคาร เช่น เก้าอี้สนาม โต๊ะนั่งพักผ่อน ซึ่งต้องอยู่กลางแจ้ง และตากฝนอยู่ตลอดเวลา จำเป็นต้องใช้ไม้เนื้อแข็งที่มีความคงทนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ เช่น ไม้สัก ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้ตะเคียนทอง เป็นต้น ถ้าเป็นเฟอร์นิเจอร์ที่ใช้ในร่มก็ควรพิจารณาเลือกไม้ที่มีความสวยงาม และง่ายแก่การจัดทำ ส่วนใหญ่จะเป็นไม้เนื้ออ่อนหรือไม้เนื้อปานกลาง อาจเป็นไม้เนื้อแข็งในบางชิ้นงานที่ต้องการสีหรือลายไม้ที่สวยงาม ไม้เนื้ออ่อนที่นิยมให้ใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบัน ได้แก่ ไม้ร่มม้า (ซ้อ) ไม้ยมหอม ไม้ยางพารา ไม้มะม่วงป่า ไม้จำปาป่า ไม้สน เป็นต้น

ไม้เนื้อปานกลางที่นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ ได้แก่ ไม้สัก ไม้ตะแบก ไม้อินทนิล ไม้โมกมัน เป็นต้น ส่วนไม้สักเป็นไม้ที่ดีที่สุดเนื่องจากมีลายสวยงาม ไล่ตั้งแต่ง่าย ทนต่อสภาพอากาศได้ดีมาก ปลูก มอด ไม้ทำลายไม้เนื้อแข็งที่นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์ในปัจจุบัน ได้แก่ ไม้ชิงชัน ไม้ประดู่ ไม้แดง ไม้มะค่าโมง ไม้เต็ง ไม้รัง เป็นต้น ซึ่งมีลายและสีที่สวยงามในการผลิตเฟอร์นิเจอร์นิยมใช้ไม้เนื้อแข็งปานกลาง เนื่องจากเนื้อไม้ที่มีความแข็งแรงการตัดขอบ มุม และพื้นผิวจะสามารถทำได้เที่ยงตรง พื้นผิวไม้มีคุณภาพสูง ทนทาน คงสภาพอยู่ได้นาน นอกจากนี้ยังมีสีและลายไม้งดงามกว่าไม้เนื้ออ่อน

2.7.2.1.2 การแห้งและหดตัวของไม้

น้ำที่อยู่ในไม้นั้นส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในรูเซลล์ (Cell cavities) อีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในผนังของเซลล์ (Cell wall) ซึ่งผนังของเซลล์ดูดซึมน้ำเอาไว้ น้ำที่อยู่ในรูเซลล์จะระเหยไปก่อน แล้วน้ำในผนังเซลล์จึงจะระเหยตาม โดยปกติน้ำที่อยู่ในรูเซลล์เมื่อระเหยไป ไม้ค่อยเป็นผลทำให้ไม้หดตัว การหดตัวเริ่มเมื่อน้ำในผนังเซลล์ระเหยออกไป เป็นเหตุให้ผนังเซลล์ยุบตัวลง ไม้ก็เลยจะเล็กลงไปด้วย เราเรียกว่า ไม้หดตัว การระเหยของน้ำในไม้นั้น ไม้บาง ๆ จะระเหยเร็วกว่าไม้หนา และส่วนที่หน้าตัดระเหยเร็วกว่าส่วนอื่น ๆ จึงมักจะทำให้หัวไม้แตก ตามปกติการหดตัวของไม้ทางยาวจะมีผลน้อยมาก ไม้เป็นข้อที่ต้องวิตก ไม้จะหดตัวมากทางด้านกว้างและด้านหนา ถ้าจะสังเกตให้ดี เมื่อน้ำไม้ไปผึ่ง จะเห็นว่าไม้ที่อยู่ส่วนริมของลำต้นจะหดตัวมากกว่าส่วนในใจกลางต้นไม้ เนื่องจากแก่นใจกลางมีอายุมาก จึงแกร่งกว่าส่วนริม

2.7.2.1.3 การป้องกันรักษาเนื้อไม้

การป้องกันรักษาเนื้อไม้ให้คงทนถาวรและสวยงาม เราสามารถป้องกันรักษาได้โดยวิธีต่อไปนี้

การทาน้ำมัน ใช้น้ำมันเครื่องเก่า ๆ ทาไม้ป้องกันแมลง เชื้อราและป้องกันไม้ผุได้ดี ซึ่งเหมาะที่จะใช้ทาไม้หอมรถไฟ เส้าไม้ใกล้ ๆ พื้นดินข้อดี คือ ราคาถูก ทาแล้วติดทนนาน ท่าง่าย ไม่เป็นอันตรายต่อผู้ใช้ ข้อเสีย คือ ทาแล้วไม่ค่อยแห้ง ขาดความสวยงาม จับต้องไม่ค่อยได้ใช้น้ำมันดินทาเป็นน้ำมันที่ได้จากการกลั่น สกัดถ่านหิน มีสีดำหรือสีน้ำตาลไหม้ ใช้มากที่สุดในการป้องกันรักษาเนื้อไม้ ได้แก่ โซลิกนัม (Solignum) ข้อดี คือ มีสีเป็นพิษแก่เชื้อราและแมลงต่าง ๆ ไม่ค่อยละลายน้ำ ระเหยช้า ทาแล้วทนทานใช้ง่าย สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดี ท่าง่าย ราคาไม่แพงนัก ใช้แปรงธรรมดาทาได้เร็วกว่าทาสี 4 – 5 เท่าข้อเสีย คือ มีกลิ่นเหม็น ไม่เหมาะที่จะทาบ้านพักอาศัย และถ้าแพ้จะกัดผิวหนังผู้ทาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำสีการทาสีเคลือบผิวทึบแสง สีที่ใช้ทาไม้จะต้องเป็นสีน้ำมัน ซึ่งมีอยู่หลายชนิด บางชนิดแห้งเร็ว บางชนิดแห้งช้า แล้วแต่คุณภาพของสีและส่วนผสมของตัวทำละลาย โดยปกติสี 1 แกลลอน จะทาไม้ได้พื้นที่ประมาณ 35 ตารางเมตร ความทนของสีที่ทาแล้วประมาณ 5 ปี โดยเฉลี่ย มากหรือน้อยกว่านี้ประมาณ 2 ปี คือ สีไม่ค่อยดีจะทนได้ประมาณ 3 ปี แต่สีดีจะทนได้ถึง 7 ปี

ถ้าจะใช้สีพลาสติกทา จะต้องป้องกันอย่าไม้ด้วยการทาเซลแล็กหนึ่งถึงสองครั้งก่อน จึงจะทาสีพลาสติกได้ มิฉะนั้นยางไม้จะออกมาทำให้เป็นรอยต่าง สีพลาสติกนี้ทาเพื่อความสวยงามเท่านั้น ไม่ได้ช่วยรักษาเนื้อไม้เท่าใดนัก เนื่องจากเป็นสีที่ผสมกับน้ำ

ทาสีเคลือบผิวบาง เป็นการป้องกันรักษาเนื้อไม้เมื่อทาแล้ว สามารถมองเห็นลายไม้และสีของไม้สวยงามเป็นธรรมชาติมากที่สุด วัสดุที่ใช้ทา ได้แก่ เซลแล็ก ยูรีเทน แล็กเกอร์ น้ำมันที่คอยล์ น้ำมันวานิช เป็นต้น เป็นการรักษาเนื้อไม้ให้ทนทาน เพราะสีที่ใช้ทານี้ป้องกันความชื้นได้ดี

3. การใช้สารเคมี ทาไม้หรืออัดเข้าไปในเนื้อไม้ จะทำให้ไม้มีคุณสมบัติดีขึ้น และทนทานขึ้น สารเคมีที่ใช้มีด้วยกันหลายชนิด ได้แก่

ซิงคลอไรด์ (Zinc chloride) เป็นผงสีขาว ละลายได้ง่ายในน้ำร้อน
ข้อดี คือ เป็นสารที่ละลายน้ำได้ ราคาถูก ทาซื้อง่าย ไม่มีกลิ่น ไม่มีอันตรายจากอัคคีภัย เมื่ออัดเข้าไปเนื้อไม้จะมีผลทำให้ไม้ทนไฟได้มากขึ้น

ข้อเสีย คือ ละลายน้ำได้ดี ทาแล้วเมื่อถูกน้ำจะละลายหายไปได้ง่ายเมื่อทาไม้แล้วไม้จะหดตัวได้มาก

โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium fluoride) เป็นผลึกสีขาวละลายน้ำแล้วทาทิ้ง รักษาเนื้อไม้ได้ดี ไม่มีกลิ่น ไม่มีอันตรายแก่ผู้อยู่อาศัย ราคาแพงกว่าซิงคลอไรด์

อาร์ซีนิก (Arsenic) สารหนูผสมเจือจาง ใช้ทารักษาเนื้อไม้ได้ดีมาก สารนี้เป็นพิษ แก่เชื้อราและแมลงต่าง ๆ ข้อควรระวัง: ไม่ควรใช้สารชนิดนี้ทาไม้โครงสร้างบ้านพักอาศัย เมื่อทาแล้วจะระเหยเป็นแก๊สที่อาจเป็นอันตรายแก่ร่างกายผู้อยู่อาศัยได้

คอปเปอร์ซัลเฟต (Copper sulphate) จุนสีเป็นผลึกสีฟ้าป้องกันไม้ผุได้ดี ละลายน้ำแล้วทาทิ้ง ราคาไม่แพงนัก มีอันตรายต่อผู้ใช้น้อยมาก

ข้อควรระวัง: สารชนิดนี้กัดเหล็กหรือเหล็กกล้า ซึ่งใช้ประกอบกับงานที่ทำหรือส่วนก่อสร้าง เช่น ตะปูหรือนอตที่ยึดโครงสร้างต่าง ๆ

โซเดียมซิลิเกต (Sodium silicate) ใช้ผสมกับน้ำเย็นละลายแล้วนำไปทาเคลือบ ไม้ไม่ไว้ ทำให้ไม้ทนทาน

สารเคมีที่ใช้ผสมน้ำทา ไม่ควรใช้ทาภายนอกอาคาร เพราะเมื่อถูกน้ำฝนชะล้างสารเคมีจะละลายไปกับน้ำด้วย

คอนอินเซกทิไซด์ (Con insecticide) เป็นน้ำยาเคมีชนิดเข้มข้น มีอำนาจแทรกซึมสูง ใช้ทาหรือพ่นรักษาเนื้อไม้ที่ไม่ได้ทาสีเพียงครั้งเดียว มีอายุการป้องกันได้นาน 8 - 10 ปี ซึ่งใช้กันอยู่ทั่วไปในปัจจุบัน

2.7.2.1.4 เทคนิคการนำไม้ธรรมชาติไปใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์

สำหรับเฟอร์นิเจอร์ไม้แล้ว เทคนิคในการผลิตเป็นสิ่งสำคัญมาก เพราะจะมีผลโดยตรงต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์และราคา และที่สำคัญคือมีผลต่อรูปร่างที่จะปรากฏ (Form appreciably) ด้วย ฉะนั้นในการตัดสินใจที่จะเลือกว่าควรจะใช้เทคนิคในการผลิตรูปแบบใดจึงจะสอดคล้องกับลักษณะของเครื่องจักร เครื่องมือที่จะทำการผลิตและรูปร่าง (Form) ที่นักออกแบบต้องการ เทคนิคที่นิยมใช้ทำเฟอร์นิเจอร์มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคนิคแบบขุด เจาะ (Block wood or sculpture techniques) เทคนิคแบบนี้ คือการนำเอาไม้ขนาดใหญ่ นำมาขุด เจาะ เหลาแต่งให้มีรูปร่างหรือชิ้นส่วนตามที่ต้องการ ซึ่งจะต้องใช้เวลาในการผลิตนาน งานประเภทนี้มักจะพบในสมัยโบราณและสมัยกลางที่ชอบนำเอามาใช้ในการผลิตเฟอร์นิเจอร์ เช่น การทำบันได ทำสาก ทำเก้าอี้ เป็นต้น ซึ่งแม้ในปัจจุบันนี้ก็ยังมี การนำเอาเทคนิคแบบนี้มาใช้กับเฟอร์นิเจอร์อยู่ แต่บางชิ้นส่วนที่ต้องการมาประกอบเท่านั้น โดยเฉพาะประเทศเดนมาร์คยังนิยมเทคนิคแบบนี้อยู่

เทคนิคแบบไม้แผ่นตรง (Solid wood or straight wood technique) เทคนิคแบบนี้เป็นที่ยอมรับกันโดยทั่วไป คือ การนำเอาไม้จริงลักษณะตรงตั้งแต่สองชิ้นขึ้นไปนำมาประกอบติดกัน เพื่อทำเป็นเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ ซึ่งลักษณะเชื่อมต่อนั้น วิธีที่ง่ายที่สุดคือ ใช้ตะปูยึดหรือใช้กาวยึด ส่วนวิธีการที่ยุ้งยากมากกว่านั้นคือ การเข้าเตื่อย เข้าลิ้น และบางวิธีการต้องการช่างที่มีฝีมือและความชำนาญเป็นพิเศษ เทคนิคแบบนี้นิยมใช้ในระบบอุตสาหกรรม (Mass-production) มาก เพราะสะดวกรวดเร็วในการผลิต และง่ายแก่การทำด้วยเครื่องจักร

เทคนิคแบบงอไม้ (Bending wood techniques) ลักษณะเฟอร์นิเจอร์แบบนี้มีความต้องการด้านรูปโค้ง เว้า (Shapes) เป็นพื้นฐาน ซึ่งวิธีการตัดนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติเฉพาะตัวของไม้แต่ละชนิดว่ามีความอ่อนตัวและความแข็งตัวมากน้อยเพียงใด ตลอดจนมีความเหนียวทนต่อการตัดได้แค่ไหนมักจะพบอยู่เสมอว่าไม้บางชนิดเมื่อตัดแล้วมีรอยแตกร้าว หรือคืนตัวได้ง่าย

วิธีการตัดแบบดั้งเดิม คือ การนำไม้ไปต้มจนนิ่มตัว แล้วตัดโค้งตามแบบโลหะที่ตัดไว้แล้ว โดยการยึดไม้ติดกับแบบโลหะนั้นเป็นจุด ๆ ปล่อยให้ไม้แห้งแข็ง จะได้รูปโค้งตามแบบที่ต้องการ แต่วิธีการดังกล่าวมานี้ไม้สามารถใช้ตัดกับมุมที่โค้งมาก ๆ ได้ นอกจากจะใช้เทคนิคแบบใช้ไม้แผ่นบาง (Veneer) ปะไปตามตัวแบบที่ละชิ้นจนได้ความหนาตามต้องการ การปะที่นิยมทำกันก็จะใช้กาวทาแทรกในทุก ๆ ชั้นของแผ่นขึ้นไม้แผ่นบาง

เทคนิคแบบไม้ประสาน (Laminated wood or plywood technique) เทคนิคแบบไม้ประสานคือ การนำไม้มีขนาดเล็ก ๆ หรือบาง ๆ ประกอบเข้าด้วยกัน ซึ่งอาจแบ่งไว้เป็น 3 ลักษณะคือ ลักษณะแบบไม้อัดแบบไม้จริงประสาน และแบบผสม

- (1) ลักษณะแบบไม้อัด เป็นการประสานกันระหว่างไม้แผ่นบางหลายๆ ชั้นมารวมกัน
- (2) ลักษณะแบบไม้จริงประสาน เป็นการนำแผ่นไม้ ท่อนไม้ขนาดเล็กมาประสานกันเข้าด้วยกันทำให้เป็นแท่งหนาขึ้น เพื่อให้เป็นไปตามความต้องการในด้านการออกแบบ
- (3) ลักษณะแบบผสม เป็นการประสานผสมกับวัสดุอื่นที่ไม่ใช่ไม้ เช่น พลาสติก และโลหะ

จุดประสงค์ในการใช้เทคนิคแบบไม้ประสาน (Laminated wood)

(3.1) เพื่อป้องกันการบิดงอของไม้

(3.2) เพื่อทำให้น้ำหนักเบาขึ้น

(3.3) ต้องการใช้ประโยชน์จากไม้ราคาแพงให้ได้มากที่สุด

(3.4) เพื่อความสวยงามของลักษณะเฉพาะผิวไม้แต่ละชนิดและตามความความต้องการ

ในด้านการออกแบบแม่พิมพ์ เทคนิคแบบนี้จะมีขอบเขตจำกัดในด้านการออกแบบมากขึ้น เพราะการจะออกแบบให้มีมุมโค้งหรือเว้าซับซ้อนไม่ได้เพราะจะไม่สามารถถอดออกจากแม่พิมพ์ได้ ฉะนั้นการออกแบบรูปร่าง (Form) และประโยชน์ใช้สอย (Function) จะถูกจำกัดลงไปบ้าง

2.7.2.2 ไม้วิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้วิทยาศาสตร์เป็นไม้ที่ผลิตขึ้นมาทดแทนไม้ธรรมชาติซึ่งมีราคาแพงและหายาก ประกอบกับการขาดแคลนวัตถุดิบสำหรับอุตสาหกรรมต่าง ๆ ที่ต้องใช้ไม้เป็นวัตถุดิบ เช่น อุตสาหกรรมเฟอร์นิเจอร์ อุตสาหกรรมกรอบรูป อุตสาหกรรมก่อสร้างและการตกแต่ง เป็นต้น

ไม้วิทยาศาสตร์เป็นไม้ที่ผลิตได้โดยการนำไม้ท่อน กิ่งไม้ เศษไม้ มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตให้ได้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และมีราคาถูกกว่าการใช้ไม้จริง

ไม้วิทยาศาสตร์เป็นไม้ที่ผลิตได้โดยการนำไม้ท่อน กิ่งไม้ เศษไม้ มาใช้เป็นวัตถุดิบเพื่อการผลิตให้ได้ประโยชน์ได้อย่างคุ้มค่า และมีราคาถูกกว่าการใช้ไม้จริง

แผ่นไม้วิทยาศาสตร์ แบ่งออกเป็นกลุ่มกว้าง ๆ ได้ 3 กลุ่ม คือ

2.5.2.2.1 กลุ่มแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ไม้แผ่นบาง หรือแผ่นไม้แปรรูปเล็ก ๆ มาประสานกัน (Laminated board) แผ่นวัสดุในกลุ่มนี้โดยทั่วไปมักจะประกอบด้วยวัตถุที่ทำจากแผ่นไม้บาง หรือที่เรียกว่า วีเนียร์ (Veneer) ซึ่งได้จากการลอกหรือผ่านด้วยเครื่องจักร แล้วนำมาอัดซ้อนกันโดยให้ไม้บางแต่ละแผ่นวางขวางเสี้ยนซึ่งกันและกัน โดยปกติการวางขวางเสี้ยนนั้นจะวางขวางเป็นมุมฉาก แผ่นวัสดุดังกล่าวนี้อาจจะทำด้วยการนำเอาแผ่นไม้บางล้วน ๆ มาวางซ้อนกันจนมีความหนาตามความต้องการ หรืออาจใช้แผ่นไม้แปรรูปชิ้นเล็ก ๆ ยาว ๆ มาเรียงต่อกันเป็นไส้ (Core) แทนแผ่นไม้บาง เพื่อเป็นโครงสร้างภายในและใช้วัสดุแผ่นไม้บางวางปิดด้านบนและด้านล่าง การวางไม้บางสลับกันในแต่ละชั้นจะทากาว นำเข้าเครื่องอัดและอบให้กาวแห้ง แล้วนำมาขัดกระดาษทราย ตัดให้ได้ขนาดและได้ฉาก คัดแยกเกรดตามความต้องการ การวางไม้บางสลับเสี้ยนไม้ก็เพื่อให้แผ่นไม้มีความแข็งแรงและช่วยลดการยืดและการหดตัวของไม้บาง จำนวนชั้นวัตถุดิบไม้บางจะมีจำนวนเป็นคู่เสมอ เพื่อให้เกิดความสมดุล แผ่นหน้าทั้ง 2 ด้านจะมีเสี้ยนตามกัน จำนวนชั้นของไม้บางจะมีตั้งแต่ 3, 5, 7, 9 ชั้น จนได้ความหนาตามต้องการ ซึ่งมีขนาด 4, 6, 8, 10, 12, 15 และ 20 แผ่นไม้ในกลุ่มนี้ประกอบด้วย

ไม้อัด (Plywood) เป็นไม้ที่อยู่ในกลุ่มแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ไม้ชิ้นเล็ก (Laminated board) ผลิตได้โดยใช้ไม้บาง ที่ลอกหรือผ่านจากไม้ซุงนานาชนิด ความหนาของแผ่นไม้บางที่ใช้รวมทั้งการจัดทิศทางในการวางแผ่นไม้บางซ้อนกัน จะให้ความแข็งแรงและคุณสมบัติของไม้อัดที่ผลิตได้นั้นเปลี่ยนแปลงได้ ขึ้นอยู่กับความหนาบางของแผ่นไม้ จะมีความกว้าง 4 ฟุต ยาว 8 ฟุต เป็นมาตรฐาน

แผ่นไม้อัด ไล่ไม้ประกบตั้ง หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ลามินบอร์ด (Lamin board) เป็นไม้อัดอีกประเภทหนึ่งที่มีไส้ทำจากไม้แปรรูปชิ้นยาว ๆ หรือทำจากแผ่นวัสดุที่ใช้ไม้เป็นวัสดุที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบมาอัดติดกันด้วยกาวให้เป็นแผ่น ชิ้นไม้หรือชิ้นวัสดุนั้นจะกว้างไม่เกิน 7 มิลลิเมตร แผ่นไม้อัด ไล่ไม้ประกบตั้งนี้มักจะนำไปใช้แผ่นปูหน้าโต๊ะหรือชั้นวางของที่ต้องรับน้ำหนักมาก ๆ

แผ่นไม้อัด ไล่ไม้ระแนง หรือ บล็อกบอร์ด (Block board) คือ ไม้อัดประเภทหนึ่งที่มีไส้ทำจากไม้แปรรูปชิ้นเล็ก ๆ ยาว ๆ มาเรียงต่อกัน หรือมีไส้ทำจากแผ่นวัสดุที่ใช้ไม้เป็นวัตถุดิบอื่น ๆ โดยเป็นชิ้นไม้ นำมาเรียงต่อกันเป็นไส้ ชิ้นไม้นั้นจะเรียงให้แต่ละด้านชิดกันโดยไม้ใช้กาว แต่จะคงรูปอยู่ได้โดยใช้แผ่นไม้บางหรือแผ่นไม้อัดทากาวปิดทับทางด้านนอกทั้ง 2 ด้าน แต่ในปัจจุบันการใช้แผ่นไม้ประเภทนี้มีความนิยมน้อยลงกว่าเดิม

กลุ่มแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่ใช้ชิ้นไม้สับอัด (Particle board) อาจใช้วัตถุดิบจำพวกที่มีเซลลูโลส (Cellulose materials) แต่ละชนิดต่างกันไป เช่น จากไม้ จากป่านลินิน (Flax) และจากขานอ้อย (Bagasse) เป็นต้น วัตถุดิบเหล่านี้จะถูกนำผ่านเข้ากระบวนการต่าง ๆ โดยการตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ โดยการตัดเป็นชิ้นเล็ก ๆ และนำมาวางรวมกันเป็นแผ่นโดยใช้ตัวประสานอินทรีย์หรือกาวสังเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ร่วมกับแรงอัด ความร้อน ความชื้น สารเร่งแข็งของกาวและสารต้านทานความชื้น ซึ่งเป็นชนิดเดียวกับสารกันน้ำ ผลิตภัณฑ์แผ่นขึ้นไม้อัดประกอบด้วย

แผ่นไม้สับอัด (Wood clip board) เป็นการนำเอาวัตถุดิบจากไม้ท่อน จากต้นไม้ ที่ตัดสาออก จากสวนป่า จากเศษไม้ต่าง ๆ มาสับย่อยเป็นชิ้นเล็ก ๆ และแยกขนาดโดยตะแกรงหรือการใช้ลมเป่า ให้ลอยตัว จากวิธีดังกล่าวทำให้สามารถเรียงชิ้นไม้สับนั้นให้เป็นแผ่น โดยแยกออกเป็นชั้นตามขนาด ของชิ้นไม้ที่ต้องการขึ้นไม้หยาบจะถูกเรียงแผ่นให้เป็นไส้ในของแผ่น ส่วนชิ้นไม้ละเอียดก็จะถูกเรียง เป็นผิวของแผ่นทั้ง 2 ด้านทำให้ง่ายต่อการตกแต่ง และง่ายต่อการนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน แผ่นไม้สับอัดแบ่งออกได้เป็นหลายชั้น คุณภาพแต่ละชั้นจะขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุดิบที่สับเป็นชิ้นเล็ก ๆ การแผ่กระจายตัวของชิ้นไม้ขณะสร้างแผ่น คุณสมบัติของกาวที่ใช้ในการประสาน และคุณภาพของ การอัด

แผ่นขานอ้อยอัด (Bagasse board) ทำจากชิ้นส่วนของขานอ้อยที่เหลือจากโรงงาน อุตสาหกรรมผลิตน้ำตาล

แผ่นเส้นใยป่านลินินอัด (Flax board) ทำจากเศษป่านลินินที่เหลือจากโรงงานทอผ้าลินิน แผ่นเส้นใยป่านลินินอัดส่วนใหญ่จะมีผิวเรียบแต่มีความแข็งแรงน้อยกว่าแผ่นไม้สับอัด

แผ่นเกล็ดไม้อัด (Flake board) คือ แผ่นวัสดุที่ทำจากไม้หรือฝานออกมาเป็นเกล็ดบาง ๆ แล้ว นำเกล็ดไม้นั้นมาอัดติดกันทางด้านแบนด้วยกาวหรือวัตถุประสานอย่างอื่น ดังนั้นทางด้านราบหรือ อ้านแบนของเกล็ดไม้จึงขนานกับผิวของแผ่น

แผ่นเกล็ดไม้อัดเรียงชั้น (Oriented strand board: OSB) แผ่น OSB เป็นแผ่นขึ้นไม้อัดชนิด พิเศษ ซึ่งผลิตจากชิ้นไม้ที่มีลักษณะแบน บาง และมีความยาวมาก เมื่อเปรียบเทียบกับความกว้างชิ้น ไม้ชนิดนี้เรียกว่า “สแตรนต์” (Strand) ขนาดโดยประมาณของชิ้นสแตรนต์ คือ กว้าง 40 มิลลิเมตร ยาว 60 มิลลิเมตร และหนา 4 มิลลิเมตร แผ่น OSB มักผลิตแบบโครงสร้าง 3 ชั้น โดยใช้เทคนิคพิเศษ ทำให้ชิ้นสแตรนต์ที่ใช้เป็นผิวชั้นบนและล่างของแผ่นถูกเรียงตัวตามความยาวของแผ่น ส่วนชิ้นสแต รนต์ส่วนกลาง (Core layer) จะถูกทำให้เรียงตัวตามความกว้างของแผ่น ทำให้เกิดโครงสร้างที่ สมบูรณ์ในแผ่นทำนองเดียวกันกับลักษณะของโครงสร้างแผ่นไม้อัด

แผ่นไม้เอกพันธ์ (Homogeneous board) คือ แผ่นปาร์ติเคิลบอร์ด (Particle board) ที่ทำ จากชิ้นไม้สับย่อยที่มีขนาดเล็ก แล้วนำชิ้นไม้ที่สับย่อยนั้นเข้าด้วยกันให้เป็นแผ่น ด้วยเครื่องอัดกำลังสูง ที่มีไส้แน่น

กลุ่มแผ่นไม่วิทยาศาสตร์ที่ใช้เส้นใยของไม้หรือมัดเส้นใยของไม้ (Fiber board) ซึ่งได้จากการ ย่อยชิ้นไม้สับโดยผ่านขบวนการที่ใช้ความร้อนสูง ได้เป็นเส้นใยแล้วนำเส้นใยนั้นมาเรียงเป็นแผ่นโปร่ง ๆ หลังจากนั้นเข้าเครื่องอัดให้เป็นแผ่นตามขนาดที่ต้องการ แผ่นเส้นใยไม้อัดที่ผลิตออกมานั้นมีหลาย แบบแตกต่างกันตามสภาพความเปียกแห้งของเส้นใยขณะทำแผ่น และชนิดของกาวที่นำมาใช้ รวมทั้ง ปริมาณกาวที่ใช้เป็นตัวประสานด้วยความแน่นของแผ่นเส้นใยไม้อัดจะแตกต่างกันไปตามกำลังอัดของ เครื่องจักรที่ใช้ แผ่นเส้นใยไม้อัดทุกแผ่นที่ผลิตออกมาจะมีคุณภาพสม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่น ทั้งนี้เนื่อ ยงจากการกระจายตัวของเส้นใยในขณะประกอบเป็นรูปร่างนั้นได้เป็นไปอย่างสม่ำเสมอ ครอบคลุม ไปทั่วความหนา อย่างไรก็ตาม ในระก่วงการผลิตอาจผสมสารอื่น ๆ ลงไปด้วย เพื่อให้แผ่นใยไม้อัดที่ ผลิตขึ้นมามีความแข็งแรง มีความต้านทานความชื้น ต้านทานไฟ ต้านทานแมลงหรือการผุ ซึ่งแบ่ง ออกเป็นชนิดย่อย ๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผ่นใยไม้อัดอ่อน (Soft board) มักจะทำการผลิตโดยกรรมวิธีเปียก มีน้ำหนักเบา มีความหนาแน่นต่ำ คือประมาณ 40-400 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร เป็นแผ่นใยไม้อัดที่ไม่มีกระบวนการอัดร้อน (Hot pressing) แต่ใช้วิธีอบแผ่นใยให้แห้งแทน แผ่นใยไม้อัดอ่อนที่ผลิตเป็นการค้าส่วนมากมีความหนาแน่นประมาณ 325-275 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แผ่นใยไม้อัดอ่อนส่วนใหญ่จะใช้เพื่อวัตถุประสงค์ฉนวนป้องกันอาคารร้อนหนาวเนื่องจากการประสานตัวของแผ่นเส้นใยในแผ่นใยไม้อัดอ่อนส่วนใหญ่จะอยู่ในเกณฑ์ต่ำ จึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมเครื่องเรือน

แผ่นใยไม้อัดความหนาแน่นปานกลาง (Medium density fiber board: MDF) แผ่นใยไม้อัดชนิดนี้เป็นแผ่นใยไม้อัดที่มีความหนาแน่นตั้งแต่ 500-800 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร ระดับความหนาแน่นที่ผลิตส่วนมากอยู่ระหว่าง 700-750 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร แผ่นเอ็มดีเอฟเป็นผลิตภัณฑ์แผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงไม้ธรรมชาติมากที่สุด

แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hard board) ผลิตภัณฑ์ชนิดนี้มีความหนาแน่นสูง คือ มีความหนาแน่นตั้งแต่ 800-1,200 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร คุณภาพของแผ่นใยไม้อัดแข็งนั้นอยู่ในระดับสูงมาก ทั้งนี้เกิดจากการอัดด้วยเครื่องจักรที่มีกำลังอัดสูง และเกิดการเชื่อมตัวระหว่างเส้นใยที่ประสานซึ่งกันและกันโดยกาวธรรมชาติที่เกิดจากไม้ที่ใช้เป็นวัตถุดิบ ในกรรมวิธีการผลิตจะใช้กาววิทยาศาสตร์เข้าช่วยบ้าง เพื่อเพิ่มคุณสมบัติความแข็งแรงให้สูงขึ้น ระดับความหนาแน่นที่ผลิตเป็นอุตสาหกรรมอยู่ในช่วง 900-1,100 กิโลกรัม/ลูกบาศก์เมตร

แผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลาง (MDF) เป็นผลิตภัณฑ์ที่อยู่กึ่งกลางระหว่าง แผ่นใยไม้อัดแข็ง (Hard board) กับแผ่นไม้สับอัด (Wood chip board) เพราะในกรรมวิธีการผลิต เอ็มดีเอฟนั้นผลิตจากเส้นใยเช่นเดียวกับแผ่นใยไม้อัดแข็ง แต่การยึดประสานระหว่างเส้นใยภายในแผ่นเกิดจากกาววิทยาศาสตร์ที่ใช้ผสมเช่นเดียวกับกรรมวิธีการผลิตแผ่นไม้สับอัด ในวงการอุตสาหกรรมเครื่องเรือนนิยมใช้แผ่นขึ้นไม้สับอัด (Particle board) และแผ่นเส้นใยไม้อัดชนิดความหนาแน่นปานกลางเป็นส่วนประกอบของเฟอร์นิเจอร์ เช่น ตู้ โต๊ะ โตะ มากกว่าแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ประเภทอื่น ๆ เนื่องจากแผ่นไม้สับอัดปาร์ติเกิลบอร์ดมีราคาถูก ความแข็งแรงปานกลาง ส่วนเอ็มดีเอฟบอร์ดมีคุณสมบัติและกายสมบัติ (Mechanical and physical characteristics) ใกล้เคียงกับไม้ธรรมชาติมากที่สุด ด้วยเหตุนี้ เอ็มดีเอฟบอร์ดจึงสามารถนำไปใช้งานได้หลายประเภทแทนไม้ธรรมชาติได้ดี

เทคนิคการนำไม้วิทยาศาสตร์ไปใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์ไม้วิทยาศาสตร์ที่นิยมใช้ในงานเฟอร์นิเจอร์มีหลายชนิด เช่น ไม้อัด ปาร์ติเกิลบอร์ด และเอ็มดีเอฟบอร์ดขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานไม้อัด นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากมีความสะดวกไม่ต้องไส มีความหนาแน่นอ่อน แข็งแรงไม่แตกร้าว ดัดขึ้นรูปได้ ในงานเฟอร์นิเจอร์นิยมใช้ไม้อัดควบคู่ไปกับไม้ธรรมชาติ เป็นเฟอร์นิเจอร์ชนิดโครง (Hollow core) โดยใช้ไม้ธรรมชาติเป็นโครงภายในของเฟอร์นิเจอร์และใช้ไม้อัดปิดทับหน้าให้เกิดความสวยงามและคงทน นอกจากนี้ไม้อัดยังสามารถนำมาเป็นโครงสร้างเฟอร์นิเจอร์ โดยการตัดโค้งด้วยการประกบกันเป็นแผ่นหนาและอัดเข้ากับแม่พิมพ์ด้วยแรงอัด เพื่อให้ได้ส่วนโค้งตามแบบ ส่วนใหญ่ใช้ในส่วนของที่นั่ง พนักพิงและขาเฟอร์นิเจอร์

ปาร์ติเกิลบอร์ด เป็นแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่มีรูพรุนมากกว่าและผิวหน้าทั้งสองด้านไม่เรียบเท่ากับเอ็มดีเอฟบอร์ด ในการใช้งานจึงต้องนำไปปิดทับด้านหน้าด้วยกระดาษพิมพ์ลายอาบกาเมลามีนหรือไม้บาง หรือวัสดุปิดผิวอื่น ๆ ซึ่งมีหลายหรือสีต่าง ๆ กัน ทำให้มีความสวยงามและนำไปผลิตเฟอร์นิเจอร์ได้ เช่น ตู้ โต๊ะ เติง ประเภทถอดประกอบ (Knock-down) เป็นต้น นอกจากนี้ยังนิยมใช้ในอุตสาหกรรมผลิตเครื่องเสียง เช่น ทำตู้ลำโพง ตู้โทรทัศน์ ตู้เครื่องเสียงต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงวิชาการเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอ็มดีเอฟบอร์ด เป็นผลิตภัณฑ์ไม้ที่มีผิวเรียบแน่น เนื้อละเอียด มีความหนาแน่นเสมอกันทั้งแผ่น ปราศจากตำหนิ จึงสามารถนำไปเคลือบผิวด้วยแล็กเกอร์ สี หรือนำไปปิดทับหน้าด้วยกระดาษออบ กาวเมลามีนหรือไม้บาง หรือวัสดุปิดผิวอื่น ๆ ได้ดีมาก โดยไม่ต้องขัดผิวหรือลงวัสดุรองพื้นใด ๆ ทั้งจะไม่ปรากฏร่องรอยให้เห็นบนแผ่นวัสดุที่ปิดผิวด้วย สันของแผ่นเอ็มดีเอฟบอร์ดมีลักษณะแน่นเรียบและ ปราศจากรูพรุน จึงสามารถใช้เครื่องจักรตัดแต่งให้เป็นรูปโค้งมนหรือรูปใด ๆ ก็ได้ โดยจะปิดทับสัน ขอบนั้น ๆ เอ็มดีเอฟบอร์ดมีแรงยึดเหนี่ยวตะปูเกลียวทั้งด้านหน้าและด้านสันของแผ่นสูง ทั้งนี้เพราะมีความหนาแน่นมากตลอดทั่วทั้งแผ่น ดังนั้น เอ็มดีเอฟจึงเป็นแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่ใกล้เคียงกับไม้ ธรรมชาติที่สุด จึงสามารถไปผลิตเฟอร์นิเจอร์ กรอบรูป กรอบกระจก เครื่องใช้ในสำนักงานได้ มากมายหลายประเภท

การผลิตแผ่นไม้วิทยาศาสตร์มีวัตถุประสงค์เพื่อนำแผ่นไม้มาใช้ทดแทนไม้ธรรมชาติ โดย พยายามให้เกิดความคงทนและมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ประโยชน์ในลักษณะต่าง ๆ กัน ทั้ง ปาร์ติเกิลและเอ็มดีเอฟบอร์ดที่มีรูปร่างเช่นเดียวกัน คือ เป็นแผ่นไม้ที่มีความเรียบของผิวทั้งสองด้าน มีความกว้าง ยาว และความหนาแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการใช้งาน ขนาด กว้างยาว ที่ ผลิตกันมากและนำไปใช้อย่างแพร่หลายคือ ขนาด 4x8 ฟุต ส่วนความหนาปาร์ติเกิลจะมีความหนา ระหว่าง 6-35 มิลลิเมตร เนื่องจากความแข็งแรงของแผ่นปาร์ติเกิลมีน้อยกว่าเพราะมีรูพรุนอยู่ด้านใน ของแผ่น แต่แผ่นเอ็มดีเอฟมีความหนาแน่นด้วยการสานของเส้นใยทั่วถึงตลอดทั้งแผ่น ความแข็งแรง จึงมีมาก สามารถผลิตในขนาดที่มีความหนาน้อยกว่าได้ ด้วยคุณสมบัติความหนาแน่นของเส้นใย ตลอดทั้งแผ่น จึงทำให้แผ่นเอ็มดีเอฟบอร์ดมีน้ำหนักมากกว่าแผ่นปาร์ติเกิล เพราะถ้ามีความหนา มากจะทำให้มีน้ำหนักที่มากเกินไปจนเกิดความเหมาะสม

สำหรับตลาดภายในประเทศไทยมีความต้องการแผ่นไม้วิทยาศาสตร์ที่นำไปผลิตเฟอร์นิเจอร์และ ภาชนะต่าง ๆ ที่มีความหนา 12 และ 16 มิลลิเมตรเป็นส่วนใหญ่ ปริมาณการผลิตแผ่นปาร์ติเกิลไปใช้ ผลิตเฟอร์นิเจอร์มากกว่าเอ็มดีเอฟบอร์ด เพราะมีน้ำหนักที่เบากว่า ราคาที่ถูกกว่า ทั้งยังทำ เฟอร์นิเจอร์ในลักษณะถอดประกอบได้เช่นกัน เคลื่อนย้ายได้สะดวก ในปัจจุบันจึงพบเห็นเฟอร์นิเจอร์ ที่ทำจากปาร์ติเกิลบอร์ดอย่างแพร่หลาย เอ็มดีเอฟบอร์ดจึงเป็นไม้วิทยาศาสตร์ที่ผลิตเฟอร์นิเจอร์ เฉพาะกลุ่มผู้บริโภคในระดับสูง ซึ่งต้องการสินค้าที่มีคุณภาพดีในระดับหนึ่ง เนื่องจากการประกอบ แผ่นดีเอฟบอร์ดเข้าด้วยการใช้อุปกรณ์สำหรับเฟอร์นิเจอร์และตะปูควงจะแข็งแรงและแน่นหนา กว่า การประกอบแผ่นปาร์ติเกิล การทำสีแผ่นเอ็มดีเอฟบอร์ดจะประหยัดสีมากกว่าการทำสีบนแผ่นบน แผ่นปาร์ติเกิลทั้งยังมีความเรียบสม่ำเสมอของสีบนแผ่นเอ็มดีเอฟบอร์ดมากกว่า เอ็มดีเอฟบอร์ด สามารถทำผลิตภัณฑ์เฟอร์นิเจอร์ที่มีรูปร่างโค้งมนได้สวยงามเช่นใดก็ได้ โดยไม่ต้องนำวัสดุอื่นมาเสริม นอกจากนี้เอ็มดีเอฟบอร์ด ยังสามารถนำไปทำคิ้วตกแต่งเฟอร์นิเจอร์ต่าง ๆ เพื่อเพิ่มความสวยงาม ให้กับเฟอร์นิเจอร์ได้อีกด้วย

เทคนิคการประกอบแผ่นปาร์ติเกิลหรือแผ่นเอ็มดีเอฟบอร์ด ไม่สามารถใช้เทคนิคได้มากมาย เท่ากับไม้ธรรมชาติ การประกอบเป็นเฟอร์นิเจอร์จึงต้องใช้ใช้อุปกรณ์ (Fitting) สำหรับงานเฟอร์นิเจอร์ หรือตะปูควงเท่านั้น

2.6.2.4 โลหะ (Metals)

โลหะเป็นอินทรีย์สารซึ่งได้จากแร่ธาตุ ส่วนใหญ่มีลักษณะเด่น คือ มีผิวมันวาว มีค่าการนำความร้อนและไฟฟ้าได้ดี มีความเหนียวและแข็งแรงสูง จุดหลอมเหลวสูง มีค่าความถ่วงจำเพาะสูง เคาะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงกังวาน ดีให้เป็นแผ่นดิ่งเป็นเส้นลวดได้ โลหะมีหลายชนิดแต่ชนิดที่มีความสำคัญและใช้กันมากในอุตสาหกรรม คือ เหล็ก ทองแดง อะลูมิเนียม ดีบุก สังกะสี ฯลฯ

โลหะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ โลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous metals) และโลหะกลุ่มที่ไม่ใช่เหล็ก (Non-ferrous metals)

2.6.2.4.1 กลุ่มโลหะเหล็ก

โลหะกลุ่มเหล็ก (Ferrous metals) คือ โลหะที่มีธาตุเหล็กเป็นธาตุผสมหลักและมีธาตุอื่น ๆ ผสมอยู่บ้างเล็กน้อย เช่น เหล็กหล่อ เหล็กกล้าชนิดต่าง ๆ

โลหะกลุ่มเหล็ก สามารถแบ่งได้เป็นหลายชนิดคือแบ่งตามวัสดุประกอบทองเคมี เช่น เหล็กกล้าคาร์บอน เหล็กกล้าผสม โลหะผสมต่ำ ฯลฯ แบ่งตามกรรมวิธีการผลิต เช่น เหล็กกล้าชนิดรีดร้อน เหล็กกล้าชนิดรีดเย็น ฯลฯ แบ่งตามคุณสมบัติเฉพาะ เช่น เหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กกล้าทนสึก เหล็กกล้าทนความร้อน ฯลฯ

2.7.3 หลักของการออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้าง คือ การออกแบบรูปลักษณะและขนาดของแบบจากหน้าที่ใช้สอย (Form follow function) เช่น รูปร่างของเก้าอี้ที่มีขนาด ลักษณะและส่วนสูง มาจากขนาดและรูปร่างของผู้ใช้ ฉะนั้นในการออกแบบโครงสร้าง ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาถึงหน้าที่ใช้สอยโดยละเอียดก่อน ต่อจากนั้นจึงนำเอาแบบมาให้เหมาะสมกับหน้าที่ต่อไป (วิรัตน์ พิชญ์ไพบุลย์, 2527: 39-46)

อันที่จริงหลักการออกแบบโครงสร้างมีหลักอีกซึ่งมากกว่า form follow function เสียอีก ในปัจจุบันนี้นักออกแบบที่มีชื่อเสียงของโลกหลายคน เช่น Louis Sullivan และ Frank Lloyd Wright ได้ออกความเห็นเพิ่มเติมออกไปอีกว่า นอกจากรูปลักษณะของแบบจะมาจกหน้าที่ใช้สอยแล้ว รูปร่างลักษณะและหน้าที่ใช้สอยเป็นหน่วยเดียวกัน เป็นเอกภาพเดียวกัน มีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกันอย่างแน่นแฟ้นจนไม่สามารถจะแบ่งแยกออกจากกันได้ ในการออกแบบจึงต้องคิดพร้อมกันไป หรือจะพูดสั้น ๆ ก็คือ form and function are one แนวความคิดนี้ในปัจจุบันได้มีอิทธิพลเหนือผู้ออกแบบทั้งในยุโรปและสหรัฐฯ

ถึงอย่างไรก็ตามหลักการออกแบบที่กล่าวมาแล้วนั้น นักออกแบบมักจะถือเป็นเพียงแนวความคิดที่ควรระลึกไว้ในใจสำหรับเป็นหลักการพื้นฐานเท่านั้น ซึ่งในทางปฏิบัติจริงแล้ว นักออกแบบที่สามารถมักจะวางหลักการเพิ่มเติมให้เหมาะกับงานและจุดมุ่งหมายของงานแต่ละชิ้นที่จะทำ สำหรับผู้เขียนถือว่าการออกแบบ คือ การแก้ปัญหาเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ และมนุษย์แต่ละคนก็มีความแตกต่างกันจึงไม่มีกฎเกณฑ์ใดจะวางตายตัวได้ เพราะไม่มีหลักการใดที่จะมาบังคับเราให้ยึดถือหลักตายตัวหรือเป็นมาตรฐานคงที่ ผู้ออกแบบควรจะวางตนอยู่ในฐานะอิสระที่ไม่อยู่ภายใต้อิทธิพลของใคร หากแต่ถ้าเป็นผู้ตั้งหลักการให้เหมาะสมกับปัญหาที่จะเกิดขึ้นเป็นราย ๆ ไป โดยทั่วไป การออกแบบโครงสร้างของเครื่องเรือนเป็นการออกแบบเพื่อสนองความต้องการของมนุษย์ดังต่อไปนี้

2.7.3.1 ความต้องการในด้านความสุข และความสะดวกสบายในการใช้สอย

ความสุขและความสะดวกสบายในการใช้สอย ขึ้นอยู่กับเครื่องเรือนนั้นมีขนาดส่วนสัดส่วนเหมาะสมกับผู้ใช้เป็นส่วนใหญ่ และถ้าสามารถออกแบบให้มีขนาดส่วนสัดส่วนที่เหมาะสมเป็นส่วนตัวกับผู้ใช้เป็นพิเศษก็ยิ่งเป็นการดีมากขึ้น การที่จะออกแบบให้มีขนาดและส่วนสัดส่วนพอดีกับผู้ใช้ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องเลือกทราบขนาดส่วนสัดส่วนของผู้ใช้ก่อน แล้วจึงออกแบบให้เหมาะสมพอดีกับขนาดและส่วนสัดส่วนนั้น ในกรณีที่ไม่ทราบกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ออกแบบสำหรับให้ส่วนรวมใช้ ผู้ออกแบบควรยึดขนาดส่วนสัดของผลเฉลยเป็นมาตรฐาน รูปข้างล่างที่แสดงต่อไปนี้ เป็นรูปขนาดผลเฉลยของนิสิตชาย ของมหาวิทยาลัยในประเทศไทย

จากการวัดขนาดผลเฉลยของนิสิตชายดังที่ได้แสดงภาพ ให้ความรู้ในการออกแบบเกี่ยวกับความสูงของโครงสร้างเครื่องเรือนหลายประการ เช่น ถ้าออกแบบโต๊ะเก้าอี้สำหรับชายในวัยนี้ ความสูงของโต๊ะ 2 ฟุต - 10 นิ้ว และ 3 ฟุต จะเหมาะที่สุดสำหรับเป็นความสูงของโต๊ะที่ใช้ยื่นทำงาน และโต๊ะนั่งทำงานสบาย เช่น โต๊ะเขียนหนังสือ ความสูงของโต๊ะ 2 ฟุต - 4 นิ้ว และเก้าอี้สูง 1 ฟุต - 4 นิ้ว จะเป็นขนาดที่นั่งกำลังสบาย สำหรับความสูงของชั้นไม่ควรเกิน 6 ฟุต - 3 นิ้ว เพราะถ้าสูงเลยนี้ไปจะไม่สะดวกในการหยิบของเนื่องจากเลยช่วงมือจะเอื้อมถึงขนาดส่วนสัดของพื้นโต๊ะกับความสูงต้องสัมพันธ์กันอย่างเหมาะสม ขนาดส่วนสัดของพื้นโต๊ะที่นิยมใช้กันมากมี 48 นิ้ว x 24 นิ้ว, 48 นิ้ว x 30 นิ้ว, 60 นิ้ว x 30 นิ้ว, 72 นิ้ว x 30 นิ้ว และ 72 นิ้ว x 36 นิ้ว ขนาด 48 นิ้ว x 24 นิ้ว นิยมใช้กับเด็กมากที่สุด ขนาด 72 นิ้ว x 36 นิ้ว นิยมใช้กับโต๊ะอาหารขนาด 8 คน

สำหรับความสูง แสดงไว้หลายขนาด เพื่อจะได้เลือกให้เหมาะสมกับขนาดของผู้ใช้ได้ โดยมากความสูง 21 นิ้ว สำหรับใช้กับเด็ก ความสูงขนาด 28 นิ้ว - 32 นิ้ว เหมาะสมกับผู้ใหญ่ทั่ว ๆ ไป สำหรับเก้าอี้ยาวควรต่ำกว่าพื้นโต๊ะ 11 นิ้ว - 12 นิ้ว จะเป็นระยะที่นั่งกำลังสบาย ความสูงและความสะดวกในการใช้ นอกจากจะมีส่วนสัดถูกต้องดีแล้ว ยังจำเป็นต้องมีรูปร่างลักษณะที่กลมกลืนกับรูปร่าง และลักษณะของผู้ใช้ด้วย รูปข้างล่างจะแสดงให้เห็นว่าเก้าอี้ยาวจำเป็นต้องมีที่นั่งเอียงเล็กน้อย และที่พิงต้องเอียงขึ้นเพื่อว่าผู้นั่งจะได้เอนหลังได้ตามสบาย สังเกตรูปด้านข้างที่นั้งเอียงลงเล็กน้อยและที่พิงที่เอียงหงายขึ้น เพื่อความสะดวกสบายในการนั่ง ถ้าดูจากรูปด้านหน้าจะเห็นว่าขาเก้าอี้ล่างออกเพื่อสามารถนั่งได้อย่างสบายมั่นคง ที่พิงเป็นรูปสี่เหลี่ยมตอนปลายขอบมน พื้นโค้งเล็กน้อย สามารถรับแผ่นหลังของผู้ใช้ได้ดียิ่ง

2.7.3.2 ความต้องการในหน้าที่ใช้สอย

การออกแบบที่ดีต้องออกแบบให้มีหน้าที่ใช้สอยครบตามต้องการ ฉะนั้น ก่อนออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาก่อนว่าหน้าที่ใช้สอยมีอะไรบ้าง แล้วจึงออกแบบให้มีขนาดเหมาะสมกับความต้องการนั้น

2.7.3.3 ความต้องการในด้านความงาม

ความสวยงามเป็นสิ่งที่มนุษย์ทุกคนปรารถนา โดยเฉพาะเครื่องเรือนจำเป็นต้องใช้อย่างใกล้ชิดตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มีรูปลักษณะงดงาม ความงามในการออกแบบเครื่องเรือน ขึ้นอยู่กับการใช้ส่วนมูลฐานของการออกแบบ ซึ่งมีเส้น (Line) รูปลักษณะ (Form) รูปทรง (Shape) ช่องว่าง (Space) พื้นผิว(Texture) และสี (Color) พร้อมกับสามารถจัดส่วนมูลฐานนั้นให้ถูกหลักการการจัด คือเกิดดุลยภาพ (Balance) สัดส่วนที่งดงาม (Proportion) การเน้นให้แลดูน่าสนใจ (Emphasis) ช่วงจังหวะที่งดงาม (Rhythm) ความกลมกลืน(Harmony) ได้อย่างงดงามเหมาะสม

ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษารูปทรงและรูปลักษณะที่จะใช้เป็นรูปเหลี่ยม กลม สามเหลี่ยม หรือรูปอิสระ นอกจากนั้นต้องศึกษาถึงส่วนประกอบของการออกแบบอื่น ๆ อีก เช่น เส้นจะเน้นหนักทางตั้งหรือทางนอน จะใช้ช่องว่างรูปทรงอย่างไร จะใช้พื้นผิวตอนใด เรียบหรือขรุขระ จะทาสีปิดผิวของวัสดุหรือจะขัดเงารักษาความงามตามธรรมชาติของวัตถุ นอกจากนั้นผู้ออกแบบยังต้องคิดถึงเรื่องสัดส่วนใดจะเหมาะสม ทำอย่างไรจึงจะเกิดคุณภาพ ช่วงจังหวะ ความกลมกลืน ความตัดกัน เพื่อจะเน้นให้เกิดจุดเด่นแลดูน่าสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการดำเนินการออกแบบเครื่องเรือนให้สนองความต้องการในด้านความสวยงามนี้ จำเป็นต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในด้านประโยชน์ใช้สอยพร้อมไปด้วย ดังเช่น การออกแบบเก้าอี้ ในขั้นแรกต้องออกแบบโครงสร้างของเก้าอี้ให้มีรูปร่างลักษณะงดงาม และสัมพันธ์กับความสะดวกสบายในการนั่งใช้สอย ซึ่งทั้งนี้รูปลักษณะโครงสร้างของเก้าอี้อาจจะออกแบบได้หลายลักษณะ ผู้ออกแบบจำเป็นต้องศึกษาโดยละเอียดหลายลักษณะที่จะเป็นไปได้ แล้วจึงเลือกลักษณะที่เหมาะสมที่สุดสำหรับดำเนินการออกแบบต่อไป

การร่างแบบโครงสร้างของเก้าอี้ในขั้นแรกของการออกแบบ ควรศึกษาถึงความสัมพันธ์ของรูปร่างลักษณะและหน้าที่ทางด้านใช้สอย การใช้ส่วนประกอบมูลฐานของการออกแบบ และหลักของการจัดซึ่งมีลักษณะต่าง ๆ กันตามหน้าที่ในด้านประโยชน์ใช้สอยและความงาม ดังรูปที่... ได้แสดงให้เห็นว่าการออกแบบเก้าอี้ตัวหนึ่งนั้นสามารถออกแบบได้หลายลักษณะ แลวบนเป็นเก้าอี้ไม่มีแขน (Chair) ขอให้สังเกตรูปลักษณะของที่นั่งและที่พิง จะแตกต่างกันได้หลายลักษณะ แลวที่สองดัดแปลงเป็นเก้าอี้มีแขน (Armchair) และสามารถดัดแปลงแก้ไขได้อีกหลายแบบ แลวที่สามเปลี่ยนแปลงให้เตี้ยลง เป็นเก้าอี้มีเท้าแขนชนิดเตี้ยสำหรับใช้ในห้องรับแขก ข้อที่น่าสังเกตคือ การออกแบบโครงสร้างขั้นต้นนั้น ใช้เส้นเขียนแบบเป็นรูปทรงของโครงสร้างก็เป็นการเพียงพอแล้ว ไม่จำเป็นต้องเขียนเป็นรูปลักษณะหรือรายละเอียดอื่น ๆ มากนัก เพราะเส้นนั้นสามารถแสดงรูปร่างลักษณะของโครงสร้างของแบบได้ชัดเจนมาก

2.7.3.4 ความต้องการในด้านความปลอดภัย

ความปลอดภัยในการใช้เครื่องเรือนเป็นสิ่งที่ควรคำนึงมาก เพราะเครื่องเรือนเป็นสิ่งที่อยู่ใกล้ชิดกับผู้ใช้ตลอดเวลา จึงจำเป็นต้องออกแบบให้ปลอดภัย อันตรายที่จะเห็นได้บ่อย ๆ คือ การเดินหรือวิ่งไปชนเครื่องเรือนที่ตึงจึงไม่ควรมีมุมแหลมคมหรือเป็นสัน ควรจะมนกลม เมื่อชนจะได้ไม่เจ็บหรือมีอันตรายได้ นอกจากนั้นคุณภาพของโครงสร้างก็เป็นสิ่งสำคัญเช่นเดียวกัน จึงจำเป็นต้องออกแบบให้มั่นคง การออกแบบเท้าของเครื่องเรือนนิยมให้บานออกเล็กน้อย ฐานจะได้กว้างมีความมั่นคงในการรับน้ำหนักไม่ล้มได้โดยง่าย

2.7.3.5 ความต้องการความสะดวกในการดูแลรักษาและทำความสะอาด

ความสะดวกในการดูแลรักษาและทำความสะอาดเป็นการช่วยพ้อบ้าน แม่บ้านไม่ต้องทำงานหนักและประหยัดเวลาในการทำงาน นอกจากนั้นควรสะดวกต่อการใช้เครื่องทำความสะอาดที่ทันสมัยด้วย เครื่องเรือนที่เป็นแบบเบา โปร่ง จะสามารถโยกย้ายเคลื่อนที่ได้โดยง่ายในขณะทำความสะอาดหรือจัดห้อง ในที่บางแห่งถ้าสามารถออกแบบให้ยื่นออกมาเฉย ๆ จากผนังโดยไม่มีขาไต่ยั้งดี เพราะจะสะดวกในการทำความสะอาดมากขึ้น

2.7.3.6 วัสดุที่ใช้ในการสร้างเครื่องเรือน ควรมีลักษณะที่สามารถทำความสะอาดได้ง่าย ๆ ในปัจจุบันนี้นิยมใช้วัสดุที่มีพื้นผิวเรียบเพื่อสะดวกต่อการทำความสะอาด จะได้ทำความสะอาดได้ง่ายยิ่งขึ้น นอกจากนั้นรูปทรงของเครื่องเรือนควรเป็นแบบเรียบง่าย ไม่ซับซ้อน หรือมีซอกมุมมาก เพราะจะยุ่งยากในการดูแลรักษา

เก้าอี้และโต๊ะชุดมีโครงสร้างเล็กเบา ใช้วัสดุที่ทำความสะอาดได้ง่าย รูปทรงที่ใช้เรียบง่าย ทำให้สะดวกในการดูแลรักษาและทำความสะอาด โครงสร้างเล็กและเบา สะดวกในการเคลื่อนย้ายในเวลาทำความสะอาดห้อง ขากกลม สะดวกในการกวาดพื้นห้อง มีแผ่นยางรองรับตรงพื้น ทำให้สะดวกในการดูแลรักษา คือขาไม่สึกและพื้นไม่เป็นรอยในเวลาเลื่อนโยกย้าย

2.7.3.7 ความต้องการในด้านประหยัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบริการเชิงงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความประหยัดในการสร้างขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างได้เหมาะสม การใช้วัสดุได้ถูกต้องกับหน้าที่และถูกต้องตามธรรมชาติของวัสดุ ความประหยัดนอกจากในด้านวัสดุแล้ว ในด้านแรงงานจำเป็นต้องคำนึงด้วย ฉะนั้น ควรออกแบบให้สะดวกต่อการใช้เครื่องมือทุ่นแรง โดยเฉพาะถ้าเป็นการทำเป็นจำนวนมากยิ่งจำเป็นยิ่งขึ้น ทางที่ดีควรออกแบบเป็นรูปร่างง่าย ๆ ทรงเรขาคณิต และควรออกแบบโครงสร้างให้ตั้งตามพิกัดที่มีหน้าที่เป็นเครื่องตกแต่งด้วย จะเป็นการประหยัดให้ผลในด้านความงามพร้อมกันไป

โต๊ะสำหรับรับประทานอาหารมีโครงสร้างรับน้ำหนักเรียบง่าย การใช้รูปทรงเป็นรูปสี่เหลี่ยม ซึ่งเป็นรูปทรงเรขาคณิต สะดวกกับการทำโดยเฉพาะการใช้เครื่องมือทุ่นแรง การใช้วัสดุเหมาะสมกับรูปทรงคือใช้ไม้เนื้ออ่อนที่มีน้ำหนักเบา และทาสีน้ำมันซึ่งช่วยให้เกิดความคงทนในการใช้สอย โครงสร้างของโต๊ะมีขา 4 ขา สามารถถ่ายถอดการรับน้ำหนักลงตามเสาเป็นมุมฉาก ช่วยให้โครงสร้างมีความมั่นคง แม้จะใช้ไม้เนื้ออ่อนทำ

ปัจจุบันนี้ วัสดุที่ดีมีราคาแพง การประหยัดจึงเน้นไปในเรื่องการใช้วัสดุที่พอเหมาะทั้งในด้านราคาและคุณภาพ และแก้ปัญหาโดยการออกแบบให้เกิดความมั่นคงแทนหรือการใช้วัสดุอื่นมาช่วยตกแต่งเพื่อส่งเสริมความมั่นคงเฉพาะตรงจุดที่ต้องการ เช่น พื้นโต๊ะจำเป็นต้องเรียบ แข็งแรง และสะดวกต่อการทำความสะอาด ผู้ออกแบบก็สามารถใช้วัสดุที่มีคุณสมบัติในด้านนี้โดยเฉพาะมาปูทับพื้นผิวเดิม เช่น การใช้แผ่นโฟมเมก้า ปูบนพื้นโต๊ะ ในปัจจุบันนี้ในท้องตลาด มีวัสดุต่าง ๆ จำนวนมากที่สามารถนำมาใช้ในการออกแบบได้

2.7.4 ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับสีและการทำสีเฟอร์นิเจอร์

2.7.4.1 นิยามและองค์ประกอบของสี

1. สี (Paint) หมายถึง สารที่มีส่วนผสมของผงสี สิ่งนำสี และวัตถุอื่นที่เป็นของเหลว
2. ผงสี (Pigment) ของแข็งที่เป็นผงละเอียด สำหรับทำสี เป็นองค์ประกอบที่ทำให้เกิดสีและความทึบแสง ผลสีจะต้องไม่ละลายในสิ่งนำสี
3. สิ่งนำสี (Vehicle) ส่วนที่เป็นของเหลวสี อันประกอบด้วย เรซิน และสารตัวทำละลาย
4. ไบน์เดอร์ (Binder) หรือเรซิน คือ ส่วนประกอบที่ไม่ระเหยของสิ่งนำสี ทำหน้าที่ยึดประสานอนุภาคของผงสีเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นฟิล์มสีติดแน่นกับพื้นผิว
5. สารปรุงแต่ง สารแต่งเติม หรือสารเพิ่มคุณภาพ ทำหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพของสี เช่น สารกันบูด สารป้องกันการขึ้นรา สารควบคุมระยะเวลาแห้งตัวของสี

2.7.4.2 การแห้งของสี

2.7.4.2.1 การแห้งโดยการระเหยของสารตัวทำละลาย โดยไม่มีปฏิกิริยาเคมีใด ๆ มาเกี่ยวข้อง เพราะเรซินที่ใช้อยู่ในสภาพของแข็งเพียงนำมาทำลายให้เป็นของเหลวเพื่อใช้งานเท่านั้น เช่น แล็กเกอร์ ยางสังเคราะห์ เป็นต้น

2.7.4.2.2 การแห้งโดยการทำปฏิกิริยาเคมีกับออกซิเจนในอากาศ เช่น พวกลีน้ำมันที่ทำจากแอลซิดเรซินซึ่งเป็นของเหลว ต้องมีการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศ เพื่อเพิ่มน้ำหนักโมเลกุลให้แปรสภาพเป็นของแข็งซึ่งใช้เวลาานกว่า

2.7.4.2.3 การแห้งโดยการทำปฏิกิริยาเคมีของสาร 2 ชนิด ซึ่งจะบรรจุแยกกัน เมื่อต้องการใช้งานจึงนำเอาสารทั้ง 2 มารวมกัน และต้องใช้เวลาให้หมดสภาพในเวลาที่กำหนด มิฉะนั้นจะแห้งแข็งในกระป๋องจนใช้งานไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4.3 การแบ่งประเภทของสี แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ แบ่งประเภทตามการระเหยหรือการแห้งของสี

2.7.4.3.1 สีแห้งเร็ว ใช้เวลา 10-15 นาที การแห้งจะแห้งจากข้างนอก สีชนิดนี้ถ้าต้องการใช้ชั้นเงาต้องขัด

2.7.4.3.2 สีแห้งช้า จะแห้งโดยการระเหยและการอบ ใช้เวลา 18-24 ชั่วโมง เมื่อแห้งจะเงางามไม่ต้องขัด

แบ่งประเภทตามงาน

1) สีสำหรับตกแต่งอาคารบ้านเรือนและงานเฟอร์นิเจอร์ เช่น สีพลาสติก ใช้ทาผนังปูน ฝ้า เพดาน สีน้ำมันใช้ทาประตูหน้าต่าง ส่วนที่เป็นเหล็ก

2) สีสำหรับพ่นรถยนต์ เช่น แล็กเกอร์ ส่วนใหญ่จะใช้สีแล็กเกอร์อีนาเมล ใช้พ่นรถยนต์และเครื่องจักร

3) สีสำหรับงานอุตสาหกรรม ใช้พ่นอุปกรณ์ในโรงงาน เช่น ตู้เย็น ตู้เก็บเอกสาร ส่วนใหญ่จะใช้สีเคลือบ โดยนำไปอบที่อุณหภูมิ 130-160°C

4) สีที่ทนต่อความร้อนและการกัดกร่อน ส่วนใหญ่ใช้สีอะลูมิเนียม ทำท่อส่งน้ำมัน ท่อน้ำร้อน นอกจากนั้นยังเป็นสีที่ทาถังเรือ

2.7.4.4 ชนิดและการเลือกใช้สี

ต้องเลือกสีให้เหมาะสมกับสภาพของงาน โดยมีสีอยู่ 4 ชนิด ดังนี้

1. สีน้ำมัน (Oil Paint) ประกอบด้วย ผงสี ตัวประสาน ตัวทำละลาย สารปรุงแต่ง ตัวประสาน ใช้น้ำมันชักแห้ง ตัวทำละลายใช้น้ำมันสน สีน้ำมันมีอยู่ด้วยกันหลายชนิด ได้แก่

- สีรองพื้น หรือสีไพเมอร์ (Primer Paint) ใช้สำหรับทาพื้นผิววัสดุงานเพื่อป้องกันสนิมก่อนที่จะทาสีจริง

- สีทากันเรือ ได้จากตะกั่วแดงหรือตะกั่วเหลือง ใช้สำหรับทากันเรือ เพื่อป้องกันการกัดกร่อนของน้ำทะเลและป้องกันตัวเพรียง

- สียาง (Bituminous Paint) สีนี้ทำด้วยยางเหมือนน้ำยาง ใช้ทาโลหะและผนังตึกได้ดีมาก ติดแน่นทนทาน ใช้งานได้ดี แต่สีดำเป็นสีที่พึงรังเกียจ

2. สีเคลือบ (Enamel Paint) ประกอบด้วย ผงสี สารปรุงแต่ง ตัวประสานและตัวทำละลาย ตัวประสานจะใช้น้ำมันวานิลจากธรรมชาติ ตัวทำละลายใช้น้ำมันสน สีเคลือบอีกชนิดหนึ่ง ตัวประสานใช้น้ำมันวานิล

3. สีแล็กเกอร์ (Lacquer Paint) ประกอบไปด้วย ผงสี สารปรุงแต่ง ตัวประสาน และตัวทำละลาย ตัวประสานใช้ในโตรเจน เซลลูโลส ตัวทำละลายใช้ทินเนอร์

4. สีพลาสติกหรือสีน้ำ (Emulsion Paint) ประกอบด้วย ผงสี สารปรุงแต่งตัวประสาน ใช้กาวลาเท็กซ์ หรือกาว PVA ตัวทำละลายใช้น้ำ

2.7.4.5 การเตรียมพื้นผิวก่อนการทำสี

การเตรียมพื้นผิวก่อนการทำสี อาจแบ่งตามประเภทของวัสดุ ดังนี้

การเตรียมพื้นผิวเหล็ก แบ่งเป็น

1. Hand Clean Steel การทำความสะอาดด้วยมือ คือ การขัดด้วยแปรงลวด กระดาษทราย เหมาะสำหรับสีประเภทสีน้ำมันธรรมดา เพราะอัตราการแห้งช้ากว่า สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อโลหะได้ดีกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Blast Clean Steel การทำพื้นผิวโดยการพ่นทราย โลหะแข็งมีคมด้วยความแรงสูงจนเนื้อโลหะสึกกร่อนออกมา เป็นวิธีทำความสะอาดพื้นผิวเหล็กที่ได้ผลดีที่สุด เพราะสนิมเหล็กจะหลุดออกมาหมดจนเห็นเนื้อเหล็กขาว เหมาะกับสีประเภททนต่อสภาพดินฟ้าอากาศ เพราะป้องกันการกัดกร่อนของดินฟ้าอากาศได้ดี แต่การแทรกซึมเข้าเนื้อโลหะไม่มากนัก

การเตรียมพื้นผิวที่ไม่ใช่โลหะ พื้นผิวชนิดอื่น ๆ ที่ไม่ใช่โลหะจะต้องทำความสะอาดด้วยวิธีต่าง ๆ ตามความเหมาะสม จนแน่ใจว่าปราศจากคราบไขมัน ในกรณีที่ทาทับสีเก่าต้องขูดสีเก่าทิ้งเสียก่อน แล้วจึงทาสีรองพื้น เช่น พื้นผิวของไม้ ให้ขัดด้วยกระดาษทรายหยาบและละเอียด โป้วผิวให้เรียบ และเช็ดให้สะอาดก่อนทาสี

2.7.4.6 การโป้ว

แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ งานโป้วภายใน และงานโป้วภายนอก

การผสมสีโป้ว การผสมสีโป้วมีอยู่ 3 วิธี คือ

1. เลือดหมูผสมกับปูนขาว โดยเอาปูนขาวอย่างดีที่สุดที่ร่อนแล้วผสมกับเลือดหมูบดและบีให้เข้ากันจนเป็นเนื้อเดียวกัน ส่วนผสมนั้นจะกลายเป็นสีเขียวอ่อน
2. เนื้อสีผสมกับดินสอพอง นำเนื้อสีที่ผสมแล้วผสมกับดินสอพอง (ดินสอพองที่ใช้ต้องจุ่มน้ำดินสอพองจนอืดตัวเสียก่อน เพื่อให้ดินสอพองนิ่มจะได้สะดวกในการผสมกับเนื้อสี) ขณะผสมต้องผสมต้องผสมให้เข้ากันจนดูเหนียว หากผสมอย่างหนึ่งอย่างใดมากเกินไปจะทำให้โป้วไม่ติด
3. ใช้เนื้อสีแต่อย่างเดียว ต้องใช้เนื้อสีชนิดที่หนึ่งที่ยังไม่ได้ผสมกับน้ำมันลินสีดเท่านั้น ใช้กับงานโป้วประตูหน้าต่างหรืองานที่ต้องการความประณีต

วิธีการโป้ว จะต้องโป้วสีส่วนที่แตกร้าวของเนื้อไม้ รอยตะปู หรือรอยชำรุดต่าง ๆ ให้ทั่ว การโป้วจะต้องอุดโป้วให้แน่นในรอยแตกร้าว เมื่อโป้วที่ใดที่หนึ่งไปแล้ว อย่าให้สีที่โป้วติดอยู่ตามผิวไม้หากติดหรือล้นออกมาจะต้องขูดออกให้หมด ให้เสมอกับผิวไม้

เมื่อได้ปรับพื้นผิวของวัตถุที่จะโป้วเรียบร้อยแล้ว ต้องใช้สีโป้วอุดด้วยเหล็กโป้วเป็นแนวขวางกันให้แน่นและเรียบ 2 ครั้ง สำหรับไม้ต้องลากเหล็กโป้วตามแนวไม้หนึ่งครั้ง และขวางแนวไม้อีกหนึ่งครั้งให้เรียบแน่นโดยทั่วกัน แล้วขูดสีโป้วที่เหลือออก

2.7.4.7 หลักการทำสี

แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

สีรองพื้น (Prime Coat) คือ สีชั้นแรกที่ทาทับพื้นผิว เพื่อป้องกันสภาวะแวดล้อมภายนอกทำปฏิกิริยากับพื้นผิว เช่น สีรองพื้นกันสนิม และป้องกันสารเคมีจากพื้นผิวภายในออกฤทธิ์กับสีทับหน้า เช่น สีรองพื้นปูนกันต่าง หรือสีรองพื้นไม้ อะลูมิเนียมป้องกันการซึมของยางไม้

สีรองสุดท้าย (Under Coat) คือ สีที่อยู่ชั้นล่างก่อนทาสีทับหน้า หน้าที่เพิ่มการยึดเกาะระหว่างสีรองพื้นกับสีทับหน้า เพิ่มการปิดบังพื้นผิว และทำให้สีทับหน้าดูสวยงามและเรียบมัน

สีทับหน้า (Too Coat) คือ สีที่ทำหน้าที่ให้ความคงทนถาวรต่อสภาพดินฟ้าอากาศและความสวยงามเป็นหลัก

2.7.4.8 การทำสีแบบต่าง ๆ ในงานเฟอร์นิเจอร์

1. สีนํ้ามัน (Oil Paint) แบ่งออกเป็น 3 ประเภทด้วยกัน คือ

- (1) สีเคลือบ
- (2) สีผสมเสร็จ
- (3) สีผสมเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำสีน้ำมัน มีขั้นตอนดังนี้

- 1) เตรียมผิวที่จะทำให้เรียบร้อย ผิวจะต้องเรียบเสมอกัน คือ ขัดโป้วมาอย่างดีแล้ว
- 2) อ่านคำแนะนำที่ข้างกระป๋องก่อนการเปิดใช้สี ดูวิธีการผสมสี วิธีการเปิดใช้สี เก็บสีตลอดจนข้อกำหนดอื่น ๆ ที่แต่ละบริษัทกำหนดไว้
- 3) ถ้าคำแนะนำนั้นว่าต้องรองพื้นก่อนทาสี ก็อาจจะใช้เซลแล็กเป็นตัวรองพื้นก็ได้
- 4) เขย่าสีให้ทั่วแล้วรินสีลงในภาชนะที่เตรียมไว้
- 5) คนสีด้วยไม้คนสี จนสีเข้ากันได้ดี
- 6) เติมลีนสีหรือทินเนอร์เพื่อให้สีเจือจาง
- 7) เลือกใช้แปรงให้เหมาะสมกับงาน

8) จุ่มแปรงลงไปในสี ให้ลึกประมาณ $\frac{3}{4}$ ของขนแปรง สำหรับครั้งแรก เพื่อให้สีซึมเข้าไปในแปรงได้ทั่ว และปาดแปรงก่อนที่จะนำมาทา เพื่อไม่ให้สีติดมามาก เพราะจะทำให้หนาและหยดลงเลอะเทอะได้ง่าย และในครั้งต่อ ๆ ไป จุ่มให้ลึกประมาณ $\frac{1}{2}$ ของขนแปรง

9) ทาสีไปตามผิวหน้ายาว ๆ โดยให้สีมีความเข้มข้นเสมอกัน การทาแต่ละครั้งต้องยาว ๆ เท่า ๆ กัน และทาแต่เพียงบาง ๆ เท่านั้น

10) ปลอยทิ้งไว้ให้แห้งตามคำแนะนำที่กำหนดไว้ข้างกระป๋อง และขัดผิวให้เรียบด้วยกระดาษทรายละเอียด แล้วเช็ดด้วยผ้าที่สะอาดซึ่งมีเนื้อนุ่ม

11) ทาทับอีก 2-3 ครั้ง แต่สำหรับชั้นสุดท้าย ไม่ต้องขัดหน้าด้วยกระดาษทราย

2. เซลแล็ก (Shellac) เป็นยางไม้ชนิดหนึ่ง ซึ่งใช้ผสมเป็นน้ำมันชักเงา มีลักษณะเป็นแผ่นเล็ก ๆ บาง ๆ คล้ายเศษเซลลูลอยด์ เซลแล็กมีอยู่ 2 ชนิด คือ สีขาว สีน้ำตาล

การทำเซลแล็ก

- 1) ต้องขจัดฝุ่นละอองตามผิวหน้าไม้ให้หมด และต้องไม่ให้มีไขมันหรือน้ำเลย
- 2) รินเซลแล็กลงในภาชนะหรือถ้วยเล็กน้อย
- 3) ผสมเซลแล็กให้เจือจางด้วยแอลกอฮอล์ โดยใช้ส่วนผสม 1:7 เซลแล็ก 1 ส่วนต่อแอลกอฮอล์ 7 ส่วน
- 4) ทาเซลแล็กให้ทั่วและทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง
- 5) ขัดให้เรียบโดยใช้กระดาษทรายละเอียด หรือใช้ฟอยขัด Steel Wool ก็ได้
- 6) ทำการอุดรู หรือรอยเสี้ยนไม้ให้เรียบร้อย
- 7) ทำให้เจือจางโดยเติมแอลกอฮอล์ลงไปอีก $\frac{1}{2}$ ส่วน ของส่วนที่ผสมไว้แล้วจนจนกระทั่งเข้ากันได้
- 8) ใช้แปรงทาให้ทั่วและต้องทาอย่างรวดเร็ว เพราะจะแห้งเร็วมาก
- 9) ปลอยทิ้งไว้ประมาณ 24 ชั่วโมง
- 10) ขัดให้เรียบสม่ำเสมอด้วยกระดาษทราย หรือ Steel Wool
- 11) เช็ดผิวหน้าที่ทาไว้ให้สะอาดโดยใช้ผ้าแห้ง ๆ ที่มีเนื้อนุ่ม
- 12) ในการทาผิวหน้าครั้งสุดท้ายใช้ส่วนผสม 2:3 หรือ 1:3 และทิ้งไว้ให้แห้งอย่างน้อย 24 ชั่วโมง
- 13) ขัดให้เรียบด้วยกระดาษทรายชนิดละเอียดที่สุด
- 14) ถ้าเป็นงานชั้นดีอาจใช้ขี้ผึ้งขัดเงา (Wax) ขัดอีกครั้งหนึ่ง และปลอยทิ้งไว้ให้แห้งประมาณ 20 แล้วจึงขัดด้วยผ้าแห้งที่สะอาดและมีเนื้อนุ่มอีกครั้ง

3. แล็กเกอร์ (Lacquer) คือ วัสดุเคลือบเคลือบเคลือบ หรือเรียกว่าเป็นเคลือบเคลือบเคลือบที่จำกัดความไวไฟให้ลดน้อยลง เหมาะสำหรับใช้กับงานเฟอร์นิเจอร์เพราะแห้งเร็ว มีอยู่ด้วยกันหลายชนิด และมีสีต่าง ๆ กันด้วย

แล็กเกอร์ผสมเจือจางได้ด้วย “แล็กเกอร์ทินเนอร์” (Lacquer Thinner) ใช้ทาหรือพ่นก็ได้

การทำแล็กเกอร์ด้วยแปรงทาสจะต้องผสมให้เจือจางก่อน แปรงที่ใช้ต้องเป็นแปรงชนิดอ่อนและทาเร็ว ๆ มิฉะนั้นจะทำให้ผิวงานเป็นลูกคลื่น เพราะแล็กเกอร์แห้งเร็วมาก ควรตั้งพื้นผิวที่จะทาให้ตั้งฉากกับพื้น เพื่อป้องกันการเป็นลูกคลื่น การทาแล็กเกอร์บนพื้นผิวใหม่ ควรทา 3 ครั้ง โดยครั้งแรกผสมทินเนอร์ให้ใส อีก 2 ครั้งผสมแบบธรรมดา

สำหรับการทาแล็กเกอร์ทาสี ควรผสมบาง ๆ ทาหลาย ๆ ครั้ง การทาแต่ละครั้งควรห่างกันประมาณ 1 ชั่วโมง

4. การย้อมเนื้อไม้ (Wood Staining) เพื่อให้ไม้มีสีตามต้องการ หรือเพื่อให้ดูคล้ายสิ่งมีค่าอื่น ๆ และช่วยปิดบังลวดลายของไม้เดิม สีย้อมแบ่งเป็น 3 ชนิด คือ

- 1) Water Stain สีย้อมชนิดผสมด้วยน้ำ
- 2) Oil Stain สีย้อมชนิดผสมด้วยน้ำมัน
- 3) Spirit Stain สีย้อมชนิดผสมด้วยแอลกอฮอล์

สีย้อมชนิดผสมด้วยน้ำ (Water Stain) เป็นสีที่มีความเหมาะสมกับงานไม้มากที่สุด มีวิธีการทำ ดังนี้

- 1) ใช้ฟองน้ำจุ่มน้ำเช็ดทำความสะอาดไม้ให้ทั่ว แล้วทิ้งให้แห้งประมาณ 2 ชั่วโมง
- 2) ใช้กระดาษทรายละเอียดถูแต่งไปตามเส้นไม้
- 3) ใช้แปรงหรือผ้าเช็ดปิดฝุ่นออกให้หมด
- 4) ผสมสีกับน้ำลงในถ้วยหรือในภาชนะอื่นที่ไม่มีฝาปิด ตามคำแนะนำข้างกล่อง
- 5) ทดสอบสีที่ย้อมกับเศษไม้ รอดูจนกระทั่งแห้ง เพื่อจะได้ทราบสีที่ออกมา
- 6) ใช้แปรงจุ่มสีทาลงบนไม้ตามแห่งที่ต้องการ โดยทายาว ๆ และทิ้งไว้หนึ่งคืน
- 7) ใช้กระดาษทรายชนิดละเอียดที่สุดขัดอย่างแผนเบา เพื่อลบรอยสีให้เรียบเสมอกัน
- 8) ทำความสะอาดโดยปิดฝุ่นออกให้หมด

5. น้ำมันชักเงาวานิช เป็นน้ำมันชักเงาชนิดหนึ่ง ช่วยในการป้องกันเนื้อไม้ เช่น ทำให้ผิวหน้าแข็งขึ้น ป้องกันมิให้ความชื้นจากอากาศเข้าไปในเนื้อไม้ ซึ่งจะเป็ต้นเหตุทำให้ไม้ยัดบิดห่อตัว หรือทำให้เสี้ยนตั้งขึ้น ป้องกันไม่ให้สัตว์บางชนิดเข้าไปกัดกินเนื้อไม้ ป้องกันผิวหน้า ทำให้สามารถที่จะใช้น้ำมันทำความสะอาดรอยเปื้อนได้ นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความสวยงามและรักษาไม้ไม่ให้สีของไม้ซีดหรือเป็นเป็นสีอื่น

ประเภทชิ่งน้ำมันวานิช แบ่งเป็น 2 ประเภทด้วยกัน คือ

- 1) ชนิดที่แห้งโดยการระเหยตัว ชนิดนี้ใช้ผสมให้เจือจางด้วยน้ำมันจำพวกไวไฟ เช่น น้ำมันก๊าส น้ำมันเบนซิน แอลกอฮอล์ หรือน้ำมันสน
- 2) ชนิดที่ผสมด้วยตัวชักแห้ง ซึ่งจะแห้งหรือแข็งตัวได้ช้า ตัวชักแห้งหรือน้ำมันชักแห้งที่สำคัญ ได้แก่ น้ำมันลินสีด และน้ำมันตังอ้ว น้ำมันวานิชประเภทนี้ในภาษาอังกฤษ เรียกว่า Oil Varnishes

น้ำมันชักแห้งสำหรับผสมในน้ำมันวานิช

น้ำมันชกแห้งเป็นน้ำมันที่ใช้ผสมลงในน้ำมันวานิช เพื่อควบคุมการแห้งให้ช้าหรือเร็ว iได้แก่ น้ำมัน Perilla น้ำมันลินสีด น้ำมันตังอิ้ว (Ung Oil) น้ำมันสน (Turpentine) เป็นตัวทำละลายที่ดีที่สุดสำหรับน้ำมันวานิช

การเตรียมผิวเพื่อทาน้ำมันวานิช

- 1) เลือกใช้น้ำมันให้เหมาะสมกับงาน
- 2) แปรงที่ใช้ทาจะต้องเป็นแปรงใหม่ที่ไม่มีฝุ่นจับหรือขนร่วน
- 3) พื้นผิววัสดุจะต้องสะอาด โดยเช็ดให้แห้งก่อนทา และทาในท้องที่ไม่มีฝุ่น
- 4) ก่อนทาในชั้นตอนต่อ ๆ ไป ต้องรอให้พื้นผิวแห้งสนิทเสียก่อน และเช็ดด้วยน้ำทุกครั้ง
- 5) การทาบนของเก่า ก่อนทาต้องล้างด้วยสบู่ให้สะอาดแล้วเช็ดให้แห้ง ใช้กระดาษทรายละเอียดขัดลอกผิวหน้าให้เรียบ แล้วขัดฝุ่นทำความสะอาดให้เรียบร้อย
- 6) ไม่ควรเติมอะไรลงไปใน้ำมันเพื่อให้เงาจาง เพราะส่วนผสมที่มีอยู่ได้สัดส่วนดีอยู่แล้ว แต่หากจำเป็นที่จะต้องผสมให้จาง ควรตุน้ำมันวานิชก่อนเติมน้ำมันสน ทิ้งไว้ 12 ชั่วโมงเป็นอย่างน้อย จึงจะนำมาใช้

2.7.5 กรรมวิธีการผลิตทั่วไป

แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. เป็นขั้นแรกที่ใช้เปลี่ยนแปลงรูปร่างหรือการแปรรูปของวัสดุ
2. เป็นขั้นที่ใช้เครื่องมือเครื่องจักรกระทำต่อชิ้นงานเพื่อให้ได้ขนาดตามที่กำหนดไว้
3. เป็นขั้นแรกที่ตกแต่งผิวชิ้นงานให้เรียบ
4. เป็นชิ้นงานประกอบหรือการประสานงานนั้น ๆ
5. เป็นขั้นเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน

กรรมวิธีการผลิตเฟอร์นิเจอร์นั้นอาจจะทำการประกอบก่อนแล้วมาตกแต่งผิวที่หลังก็ได้ขึ้นอยู่กับวัสดุหรือรูปแบบของเฟอร์นิเจอร์นั้น ๆ เป็นต้น

ข้อควรคำนึงถึงกระบวนการผลิต

- จัดงานบางขั้นหรือรวมกับชิ้นงานอื่นได้หรือไม่
- ทำให้การชิ้นงานนั้นง่ายขึ้นได้หรือไม่
- ใช้กระบวนการผลิตมาตรฐานได้หรือไม่
- ลดขั้นตอนการประกอบชิ้นส่วนได้หรือไม่
- ใช้การประกอบสำเร็จเป็นส่วน ๆ ได้หรือไม่
- ผลิตชิ้นส่วนจำนวนมาก ๆ ได้หรือไม่
- วิธีทำงานแต่ละขั้นจะปรับปรุงได้หรือไม่
- ใช้เครื่องมืออุปกรณ์และเครื่องมือที่เหมาะสมหรือไม่
- เปลี่ยนวิธีการผลิตชิ้นส่วนเพื่อลดความสิ้นเปลืองวัสดุได้หรือไม่
- ส่วนประกอบบางส่วนจะซื้อหรือผลิตเองได้หรือไม่
- อื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 จิตวิทยาของสีที่ใช้ในการออกแบบ

สีมีอยู่ทุกแห่งในการดำเนินชีวิต สีช่วยให้เรารู้สึกมีชีวิตชีวา ก่อให้เกิดอารมณ์ส่งผลต่อพฤติกรรม และความรู้สึกที่มีต่อตนเองและผู้อื่น สีมีอิทธิพลต่อความคิด ทศนคติ ทั้งในทางจิตสำนึกและจิตใต้สำนึก การใช้สีอย่างมีประสิทธิภาพจึงต้องเข้าใจถึงผลกระทบทางจิตวิทยาที่ว่า สีสามารถเข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตเราในด้านจิตใจ การตัดสินใจ ไม่ว่าเราจะเลือกเครื่องแต่งกาย เครื่องประดับ และการจัดสภาพแวดล้อม หากเราเข้าใจถึงเรื่องนี้ก็จะสามารถใช้สีมาช่วยให้การดำเนินชีวิตเป็นไปอย่างมีความสุข (ศรียา นิยมธรรม: 2550)

ในอดีตความสามารถในการมองเห็นสีต่างๆ ของมนุษย์และสัตว์จะนำมาใช้ในการเอาตัวรอด สีบางสีช่วยให้หาอาหารได้ง่ายขึ้น เช่น สีแดงหรือสีเหลืองของผลไม้บางอย่างบอกให้รู้ว่าสุก สีดำบอกให้รู้ว่าเน่า เป็นต้นนอกจากนี้สียังมีผลต่อจิตใจ เช่น สีแดงมักทำให้รู้สึกตื่นเต้น คึกคัก สีฟ้าทำให้ใจสงบ เย็นลง สีหวานๆ ทำให้รู้สึกสบาย ในปัจจุบันมนุษย์ใช้สีเป็นสัญลักษณ์ ในการจัดระเบียบสังคมเพื่อช่วยให้เราดำเนินชีวิตได้ง่ายขึ้น เช่นเมื่อเห็นสัญญาณไฟจราจรเปลี่ยนเป็นสีแดงรถจะหยุด สัญญาณให้คนข้ามถนนเป็นสีเขียว หรือเราจะนำจดหมายไปใส่ตู้ไปรษณีย์สีแดง ส่วนสีทองจะทำให้นึกถึงของที่มีค่าสำหรับการใช้สีในด้านอารมณ์มีการทดลองกับเด็กโดยให้เล่นเกมต่อแท่งไม้โดยใช้สีแดง เด็กๆ จะแสดงความก้าวร้าวระวนกระวายใจมากกว่าปกติ ส่วนผู้ใหญ่ที่ชอบสีแดงมักเป็นคนชอบเสี่ยง โลดโผนและชอบผจญภัยซึ่งอาจจะแสดงออกในรูปของการเล่นการพนัน ด้วยเหตุนี้จึงเห็นได้ว่าบ่อนคาสีโนเก็อบทุกแห่งมักตกแต่งด้วยสีแดง เมื่อเราอยู่ในห้องสีแดงมักรู้สึกว่าวันเวลาผ่านไปอย่างรวดเร็ว ทั้งนี้เพราะสีแดงทำให้หัวใจเต้นถี่กว่าปกติจึงทำให้รู้สึกว่าเวลาผ่านไปเร็วขึ้น เมื่อหัวใจเต้นถี่ขึ้นกล้ามเนื้อจะเกิดความเครียดและทำให้รู้สึกว่าวัตถุที่เห็นดูหนักกว่าที่เป็นจริง ส่วนสีเขียวช่วยสร้างบรรยากาศที่สมดุลทางอารมณ์ เมื่อมองวัตถุสีเขียวดวงตาจะได้ผ่อนคลายทำให้มีสมาธิดีขึ้น ส่วนสีฟ้าจะทำให้หัวใจและกล้ามเนื้อผ่อนคลายเราจึงรู้สึกเหมือนกับว่าเวลาผ่านไปช้าๆ

วาซิลลี แคนดินสกี (Wassily Kandinsky) จิตรกรแนวแอ็บสแตรักชาวรัสเซีย กล่าวว่า “สีมีอิทธิพลต่อจิตวิญญาณ” เขาศึกษาและสังเกตเห็นว่าคนส่วนใหญ่รู้สึกกระตือรือร้นในการใช้ชีวิต สีให้บรรยากาศที่สวยงามสดใส เช่น แสงทองของพระอาทิตย์ สีเขียวของน้ำทะเล มักทำให้เรารู้สึกอบอุ่นและเป็นสุข ดังนั้นจึงนับว่าสีมีอิทธิพลต่อมนุษย์และอาจนำมาประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆ กัน เช่น นำไปใช้ประโยชน์ในเชิงบำบัดเพื่อรักษาอาการทางกายหรือทางจิตได้ด้วย

อย่างไรก็ดีเด็กไม่ว่าจะเป็นผู้หญิงหรือผู้ชายต่างก็อยู่ในช่วงวัยที่ได้รับอิทธิพลจากสีต่างๆ มาก เช่น สีจากตัวการ์ตูน สีจากเครื่องแต่งกายของตัวละคร รายการโทรทัศน์ที่เขาชื่นชอบ พิธีกรแต่งกายด้วยสีโทนอะไรสภาพแวดล้อมที่ปรากฏใช้สีใดโดยความสัมพันธ์กับอารมณ์ในขณะดำเนินเรื่อง เมื่อเข้าสู่วัยรุ่นสีที่ใช้ในการแต่งกาย แต่งหน้าทาปาก ทาเล็บ ล้วนมีอิทธิพลต่อความคิดและเป็นการวางเงื่อนไขในการดำเนินชีวิตและการเลือกใช้สีไปโดยปริยาย จะเห็นได้ว่าความชอบและความพึงพอใจในสียังเกี่ยวข้องกับช่วงวัยและเพศด้วยซึ่งก็มักจะได้รับอิทธิพลจากสิ่งแวดล้อมและการวางเงื่อนไขในสังคม สีสดใสเป็นสัญลักษณ์ของวัยเด็ก สีชมพูมักถูกมองว่าเป็นสีของเด็กผู้หญิง สีฟ้าเป็นสีของเด็กผู้ชาย เมื่อโตขึ้นแนวคิดเหล่านี้จะเปลี่ยนไป โดยทั่วไปแล้วเด็กเล็กจะรู้จักสีต่างๆ แยกสีได้อายุ 2-5 ปี แต่ยังไม่รู้จักชื่อสี เพียงแต่แยกแยะได้ ดังนั้นผู้ใหญ่อาจจะนำความสามารถในด้านนี้มาใช้ในการสอนชื่อสีและโยงความสัมพันธ์ของสีกับสิ่งที่มีในธรรมชาติ เช่น สีเขียวของใบไม้ สีเหลืองกับดอกดาวเรือง หรือกล้วยหอม สีน้ำตาลกับกิ่งไม้ต้นไม้ สีแดงกับมะเขือเทศ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 สื่อกับการแสดงออกของเด็ก (ครีયા นิยมธรรม: 2550)

นักจิตวิทยาหลายท่านเห็นพ้องต้องกันว่า สื่อกับอารมณ์ของมนุษย์มีความเชื่อมโยงกัน และสังเกตว่าสีเป็นสื่ออารมณ์เพราะบุคคลจะถ่ายทอดอารมณ์ความรู้สึกของสิ่งต่างๆ จากการใช้สี การเลือกใช้สีจึงมีผลโดยตรงกับอารมณ์ของบุคคล ในกรณีของเด็กๆ ที่ฟังนิทานเรื่องเล่าที่จบอย่างมีความสุขหากให้วาดรูประบายสีจากเรื่องที่ได้ฟังเด็กมักจะใช้สีเหลืองแต่ถ้าเป็นเรื่องเศร้าก็มีแนวโน้มจะเลือกสีน้ำตาล นักจิตวิทยาที่ศึกษาเกี่ยวกับอารมณ์ของเด็ก โดยใช้เทคนิคที่เรียกว่า “Colour Your Life” ซึ่งเหมาะกับเด็กอายุตั้งแต่ 6 ขวบขึ้นไป เพราะเป็นช่วงที่เด็กๆ พอจะรู้จักชื่อสีและเข้าใจอารมณ์ของตนเอง นักจิตวิทยาหรือนักจิตเวชจะสอนให้เด็กๆ แยกแยะอารมณ์ เขาจะให้เด็กๆ พุดลักษณะอารมณ์ที่ดีด้วยการใช้สีตามที่เขาพอใจ โดยจะให้กระดาษและกล่องสี ซึ่งมีสีหลักๆ เช่น สีแดง น้ำเงิน เหลือง ส้ม ดำ เขียว ม่วง เป็นต้น ขณะเดียวกันก็จะบอกให้เด็กๆ เลือกสีสำหรับสื่ออารมณ์ที่ไม่ดี เช่น อាកาโรโกรธ หงุดหงิด เบื่อ เหงา ฯลฯ เขาพบว่าเด็กๆ มักใช้สีสดใสบ้างกับอารมณ์ดี ใช้สีแดงกับอารมณ์โกรธ ใช้สีส้มกับความสนุกสนาน และใช้สีเทากับความเหงา จากนั้นก็ให้เด็กบอกว่าชอบสีอะไรและสังเกตว่าเขาใช้สีอะไรบ่อยและภาพที่ปรากฏบนกระดาษเป็นอย่างไร

2.8.2 การบำบัดด้วยสี (Colour therapy)

การบำบัดด้วยสี คือ การนำความรู้เกี่ยวกับอิทธิพลของสีไปช่วยรักษาอาการเจ็บป่วยทางกายหรือจิตให้แก่เด็กหรือคนไข้ และใช้สีช่วยกระตุ้นให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานให้เขารู้สึกผ่อนคลายสบายใจขึ้น เมื่อสีมีพลังจึงมีผู้นำความคิดนี้มาประยุกต์ใช้กับผู้ป่วย หรือกับเด็กที่มีความต้องการพิเศษในรูปแบบต่างๆ เช่น ในโรงพยาบาลมักใช้สีโทนอ่อนเพื่อให้ผู้ป่วยรู้สึกผ่อนคลาย สดชื่นสบาย และจะไม่ใช้สีร้อนแรงภายในห้องเด็กออทิสติกที่มีความกลัวลูกกลน ฯลฯ

ทารกที่คลอดก่อนกำหนดมักมีอาการตัวเหลืองอย่างมาก แพทย์จะใช้แสงไฟสีฟ้ามาอาบเพื่อช่วยรักษาอาการดังกล่าว ผู้ป่วยที่เป็นโรคความดันโลหิตสูงควรหลีกเลี่ยงการใช้สีแดงในสิ่งแวดล้อมทั้งในบ้านและที่ทำงาน ผู้ที่มีอาการปวดศีรษะเป็นประจำควรอยู่ในสิ่งแวดล้อมที่มีสีเหลือง คัลยแพทย์มักแต่งตัวด้วยเสื้อผ้าสีเขียวทำนองเดียวกับสีประจำห้องผ่าตัด ทั้งนี้เพราะมีการพิสูจน์แล้วว่าสีเขียวช่วยให้คนไข้สงบสติอารมณ์ลดอาการปวดศีรษะหรือสายตาวูบวาม และช่วยให้คัลยแพทย์และผู้ช่วยมีสมาธิไม่ออกแวกองค์กรใหญ่ๆ เช่น ธนาครที่ต้องสร้างความมั่นใจให้ลูกค้าก็จะใช้สีและสัญลักษณ์ที่สุขุมรอบคอบและระมัดระวัง สีที่ถ่ายทอดภาพพจน์ได้ดีคือสีน้ำเงิน หรือสีโทนฟ้า สำหรับในวงการนักกีฬา มักจะนิยมสีฉูดฉาด เพราะเสื้อผ้าสีสดจะสื่อความหมายถึง สมรรถภาพและสมรรถนะในการแข่งขันและให้ความรู้สึกแจ่มใสกระฉับกระเฉงมีชีวิตชีวา

2.8.3 การใช้สีตามหลักจิตวิทยา

สามารถก่อให้เกิดประโยชน์ได้หลายประการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ประโยชน์ที่ได้รับนั้น สามารถสรุปได้ดังนี้

2.8.3.1 ประโยชน์ในด้านแสดงเวลาของบรรยากาศในภาพเขียน เพราะสีบรรยากาศในภาพเขียนนั้น จะแสดงให้เห็นว่าเป็นภาพตอนเช้าตอนกลางวันหรือตอนบ่าย เป็นต้น

2.8.3.2 ประโยชน์ในด้านการค้า คือ ทำให้สินค้าสวยงาม น่าซื้อหา นอกจากนี้ยังใช้กับงานโฆษณา เช่น โปสเตอร์ต่างๆ ช่วยให้จำหน่ายสินค้าได้มากขึ้น

2.8.3.2 ประโยชน์ในด้านประสิทธิภาพของการทำงาน เช่น โรงงานอุตสาหกรรม ถ้าหาสถานที่ทำงานที่ถูกหลักจิตวิทยา จะเป็นทางหนึ่งที่จะช่วยสร้างบรรยากาศให้น่าทำงาน คนงานจะทำงานมากขึ้น มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น

2.8.3.3 ประโยชน์ในด้านการตกแต่ง สีของห้อง และสีของเฟอร์นิเจอร์ ช่วยแก้ปัญหาเรื่องความสว่างของห้อง รวมทั้งความสุขในการใช้ห้อง ถ้าเป็นโรงเรียนเด็กจะเรียนได้ผลดีขึ้น ถ้าเป็นโรงพยาบาลคนไข้จะหายเร็วขึ้น

2.8.4 การใช้สีในเชิงสัญลักษณ์

- สีแดง มีความอบอุ่น ร้อนแรง เปรียบดังดวงอาทิตย์ นอกจากนี้ยังแสดงถึง ความมีชีวิตชีวา ความรัก ความปรารถนา เช่นดอกกุหลาบแดงวัน วาเลนไทน์ในทางจรรยาศาสตร์แดงเป็นเครื่องหมายประเภทห้าม แสดง ถึงสิ่งที่อันตราย เป็นสีที่ต้องระวัง เป็นสีของเลือด ในสมัยโรมัน สีของราชวงศ์เป็นสีแดง แสดงความมั่งคั่งอุดมสมบูรณ์และอำนาจ

- สีเขียว แสดงถึงธรรมชาติสีเขียว ร่มเย็น มักใช้สื่อความหมายเกี่ยวกับการอนุรักษ์ธรรมชาติ เกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม การเกษตร การเพาะปลูก การเกิดใหม่ ฤดูใบไม้ผลิ การออกกำลังกาย ในเครื่องหมายจราจร หมายถึง ความปลอดภัย ในขณะเดียวกัน อาจหมายถึงอันตราย ยาพิษ เนื่องจากยาพิษ และสัตว์มีพิษ ก็มักจะมีสีเขียวเช่นกัน

- สีเหลือง แสดงถึงความสดใส ความเบิกบาน โดยเรามักจะใช้ดอกไม้สีเหลือง ในการไปเยี่ยมผู้ป่วย และแสดงความรุ่งเรืองความมั่งคั่ง และฐานันดรศักดิ์ ในทางตะวันออกเป็นสีของกษัตริย์จักรพรรดิของจีนใช้ฉลอง พระองค์สีเหลือง ในทางศาสนาแสดงความเจิดจ้า ปัญญา พุทธศาสนา และยังหมายถึงการเจ็บป่วย โรคระบาด ความริษยา ทฤษฎี หลอกหลวง

- สีน้ำเงิน แสดงถึงความเป็นสุภาพบุรุษ มีความสุขุม หนักแน่น และยังหมายถึง ความสูงศักดิ์ ในธงชาติไทย สีน้ำเงินหมายถึงพระมหากษัตริย์ ในศาสนา คริสต์เป็นสีประจำตัวแม่พระ โดยทั่วไป สีน้ำเงินหมายถึงโลก ซึ่งเราจะเรียกว่า โลกสีน้ำเงิน (Blue Planet) เนื่องจากเป็นดาวเคราะห์ที่มองเห็น จากอวกาศโดยเห็นเป็นสีน้ำเงินสดใส เนื่องจากมีพื้นน้ำที่กว้างใหญ่

- สีม่วง แสดงถึงพลัง ความมีอำนาจ ในสมัยอียิปต์สีม่วงแดงเป็นสีของกษัตริย์ต่อเนื่องมาจนถึงสมัยโรมัน นอกจากนี้ สีม่วงแดงยังเป็นสีชุดของพระสังฆราช สีม่วงเป็นสีที่มีพลังหรือการมีพลังแอบแฝงอยู่ และเป็นสีแห่งความผูกพัน องค์การลูกเสือโลกก็ใช้สีม่วง ส่วนสีม่วงอ่อนมักหมายถึงความเศร้า ความผิดหวังจากความรัก

- สีฟ้า แสดงถึงความสว่าง ความปลอดโปร่ง เปรียบเหมือนท้องฟ้า เป็นอิสระเสรี เป็นสีขององค์การสหประชาชาติ เป็นสีของความสะอาด ปลอดภัย สีขององค์การอาหารและยา (อย.) แสดงถึงการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อม การใช้พลังงานอย่างสะอาด แสดงถึงอิสรภาพ ที่สามารถโยกบินเป็นสีแห่งความคิดสร้างสรรค์และจินตนาการที่ไม่มีขอบเขต

- สีทอง มักใช้แสดงถึง คุณค่า ราคา สิ่งของหายาก ความสำคัญ ความสูงส่งสูงศักดิ์ ความศรัทธาสูงสุด ในศาสนาพุทธ หรือ เป็นสีกายของพระ พุทธรูป ในงานจิตรกรรมเป็นสีกายของพระพุทธรูป พระมหากษัตริย์ หรือเป็นส่วนประกอบของเครื่องทรง เจดีย์ต่าง ๆ มักเป็นสีทอง หรือขาว และเป็นเครื่องประกอบยศศักดิ์ ของกษัตริย์และขุนนาง แสดงถึงความสะอาด บริสุทธิ์ เหมือนเด็กแรกเกิด แสดงถึงความว่างเปล่า ปราศจากกิเลส ตัณหา เป็นสีอาภรณ์ของผู้ทรงศีล ความเชื่อถือ ความดีงาม ความศรัทธา และหมายถึงการเกิดโดยที่แสงสีขาว เป็นที่กำเนิดของแสงสี ต่าง ๆ เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความรักและความหวัง ความห่วงใยเอื้ออาทรและเสียสละของ พ่อแม่ ความอ่อนโยน จริงใจ บางกรณี อาจหมายถึง ความอ่อนแอ ยอมแพ้

- สีดำ แสดงถึงความมืด ความลึกลับ สิ้นหวัง ความตายเป็นที่สิ้นสุดของทุกสิ่ง โดยที่สีทุกสี เมื่ออยู่ในความมืด จะเห็นเป็นสีดำ นอกจากนี้ยังหมายถึง ความชั่วร้าย ในคริสต์ศาสนาหมายถึง ซาตาน อาถรรพ์เวทมนต์ มนต์ดำ ไสยศาสตร์ ความชิงชัง ความโหดร้าย ทำลายล้าง ความลุ่มหลงเมา มัว แต่ยังหมายถึงความอดทน กล้าหาญ เข้มแข็ง และเสียสละได้ด้วย

- สีชมพู แสดงถึงความอบอุ่น อ่อนโยน ความอ่อนหวาน นุ่มนวล ความน่ารัก แสดงถึงความรักของมนุษย์โดยเฉพาะรุ่นหนุ่มสาว เป็นสีของความ เอื้ออาทร ปลอดภัย เอาใจใส่ดูแล ความปรารถนาดี และอาจหมายถึงความเป็นมิตร เป็นสีของวัยรุ่น โดยเฉพาะผู้หญิง และนิยมใช้กับสิ่งของเครื่องใช้ของเด็กวัยรุ่นเป็นส่วนใหญ่

2.9 มาตรฐานการทดสอบเฟอร์นิเจอร์

สินค้าที่วางขายอยู่ทั่วไปมีมากมายหลากหลายชนิดและประเภท ส่วนใหญ่สินค้าเหล่านั้นจะผลิตขึ้นมาครั้งละจำนวนมาก ๆ เพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายในการผลิต และสนองความต้องการของผู้ใช้ให้ได้มากที่สุด โดยสินค้าที่ผลิตขึ้นแต่ละอย่างต้องมีขนาด และคุณภาพที่เหมือนกันหรือใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ขึ้นมา เพื่อใช้ในการควบคุมการผลิต การตรวจสอบ และการทดสอบซึ่งจะเป็นส่วนที่พิสูจน์ว่าสินค้านั้นเป็นไปตามที่ต้องการหรือไม่ หลักเกณฑ์ต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้นได้มาจากแนวความคิดทางด้านวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ สรีรศาสตร์ สถาปัตยกรรมศาสตร์ ศิลปศาสตร์และอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสินค้านั้น โดยคำนึงถึงความปลอดภัย ลักษณะการใช้ รูปร่าง และความสามารถในเชิงการผลิตเป็นหลักดังกล่าวสามารถนำมาใช้และแสดงตามที่กำหนดเอาไว้ก็จะยึดถือกันต่อไป (บรรจงศักดิ์ พิมพ์ทอง, 2548 : 76-77)

การที่จะกำหนดเป็นกฎเกณฑ์หรือที่เรียกกันว่า “มาตรฐาน” ก่อนที่จะกำหนดให้เป็นมาตรฐานได้ จะต้องมีการบวกรตรวจสอบ และวิเคราะห์ เพื่อเป็นการพิสูจน์ให้เห็นจริงว่าเป็นไปตามสิ่งที่จะกำหนดเป็นมาตรฐานที่ตั้งไว้

อย่างไรก็ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นไม่ใช่สิ่งที่กำหนดให้ใช้อย่างถาวรตลอดไป แต่หากเมื่อใดมาตรฐานเหล่านั้นไม่เหมาะสมกับเวลา เทคโนโลยี วิทยาการ และอื่น ๆ มาตรฐานเหล่านั้นก็สามารถเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมดีกว่าเดิมได้

2.9.1 มาตรฐานทั่วไป

การมาตรฐาน (Standardization) หมายถึง กิจกรรมที่จัดปัญหาการทำงานซ้ำซ้อนให้ไป โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ปัญหาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และเศรษฐศาสตร์ โดยมุ่งการบรรลุเป้าหมายและประโยชน์สูงสุดตามวิธีการที่กำหนดขึ้น โดยทั่วไปหมายถึง กิจกรรมที่เกี่ยวกับกรรมวิธีในการกำหนดการประกาศใช้ และการนำไปใช้ (หรือบังคับใช้) มาตรฐาน (ความสำคัญหรือคุณประโยชน์สำคัญของการมาตรฐานได้แก่ การปรับปรุงผลิตภัณฑ์ และบริการให้มีความเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการและที่ตั้งไว้)

มาตรฐาน (Standard) หมายถึง ข้อกำหนดทางวิชาการที่ปรากฏในรูปของเอกสารต่าง ๆ มีวัตถุประสงค์ที่จะแพร่หลายแก่บุคคลทั่วไป (สาธารณชน) ซึ่งกำหนดขึ้นโดยความร่วมมือ ความยินยอมหรือการยอมรับของผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องได้เสียร่วมกันโดยใช้วิชาการทางด้านวิทยาศาสตร์ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยี และประสบการณ์เป็นพื้นฐานในการกำหนด โดยจุดมุ่งหมายสูงสุดของส่วนรวมร่วมกัน และผลที่ได้นั้นได้รับความเห็นชอบจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้องกับมาตรฐานนั้น

จุดประสงค์ของการกำหนดมาตรฐานมี 5 ประการ

1. สร้างความยินดีเชื่อถือคุณภาพของผลิตภัณฑ์
2. สร้างความเป็นธรรมในการซื้อขาย การขจัดปัญหาและอุปสรรคในการค้าต่าง ๆ
3. ความปลอดภัยต่อสุขภาพและชีวิตมนุษย์
4. การใช้ทรัพยากรและพลังงานอย่างมีคุณค่า
5. สร้างการเชื่อมโยงในอุตสาหกรรมต่อเนื่อง สำหรับผลิตภัณฑ์ที่นำไปใช้ในโอกาสต่าง ๆ ให้สามารถนำไปใช้

มาตรฐานทั่วไปได้กำหนดเป็น 3 ลักษณะ

1. เอกสารที่ระบุรายการของข้อจำกัดต่าง ๆ
2. หน่วยมูลฐานหรือค่าคงที่ทางกายภาพ
3. สิ่งสำหรับเปรียบเทียบทางกายภาพ

2.9.2 ระดับของมาตรฐานสามารถแบ่งออกเป็น 4 ระดับ

2.9.2.1 มาตรฐานระดับบริษัท (Company Standards) คือมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่บริษัทได้กำหนดขึ้นมาใช้เองเพื่อประโยชน์ด้านต่าง ๆ และความเหมาะสมในการดำเนินงานของบริษัท เช่น การใช้รหัสหรือตัวย่อประจำชิ้นส่วนหรือผลิตภัณฑ์ของบริษัท

2.9.2.2 มาตรฐานระดับสมาคม (Association Standards) คือ มาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่สมาชิกของสมาคมต่าง ๆ ได้ร่วมกันกำหนดขึ้น เพื่อเข้าใจตรงกันและประโยชน์ด้านต่าง ๆ ที่สมาชิกได้รับร่วมกันเช่น การกำหนดส่วนประกอบหรือส่วนผสมของผลิตภัณฑ์ที่สมาชิกเห็นพ้องต้องกัน

2.9.2.3 มาตรฐานระดับประเทศ (National Standards) คือมาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่แต่ละประเทศกำหนดขึ้นมา เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้ในประเทศนั้น ๆ ได้แก่

| ชื่อมาตรฐาน | ตัวย่อ | ประเทศ |
|--|------------|--------------|
| American Society for Testing and Materials | ASTM | สหรัฐอเมริกา |
| American National Standard Institute | ANSI | สหรัฐอเมริกา |
| Australian Standard | AS | ออสเตรเลีย |
| British Standard | BS | อังกฤษ |
| Deutsches Institute for Normung | DIN | เยอรมัน |
| Japanese Industrial Standard | JIS | ญี่ปุ่น |
| Norway Standard | NS | นอร์เวย์ |
| Standardisering skommissionen I Sverige | SIS | สวีเดน |
| Thai Industrial Standard | TIS (มอก.) | ไทย |

การกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์ของแต่ละประเทศ ส่วนใหญ่จะมีแนวทางสอดคล้องกัน แต่จะมีความแตกต่างกันบ้างในรายละเอียดโดยประเทศพัฒนาแล้วในยุโรปตะวันตก สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่นจะมีมาตรฐานที่กำหนดไว้แล้วเป็นจำนวนมาก สำหรับประเทศที่กำลังพัฒนาจะมีมาตรฐานน้อยกว่า เนื่องจากมีการผลิตผลิตภัณฑ์ทางอุตสาหกรรมน้อยกว่า

2.9.2.4 มาตรฐานระดับระหว่างประเทศ (International Standards) คือ มาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่นานาชาติได้ร่วมกันกำหนดขึ้น ได้แก่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ชื่อหน่วยงาน | ตัวย่อ |
|--|--------|
| คณะกรรมการระหว่างประเทศด้านอิเล็กทรอนิกส์ IEC | |
| International Electrotechnic Commission | |
| องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐาน | ISO |
| International Organization for Standardization | |
| สันนิบาตโทรคมนาคมระหว่างประเทศ | ITU |
| International Telecommunication Union | |

อย่างไรก็ตามยังมีมาตรฐานกลุ่มประเทศ คือ มาตรฐานหรือกฎเกณฑ์ที่กำหนดขึ้นโดยกลุ่มประเทศที่อยู่ในภูมิภาคเดียวกัน เช่น European Norm ใช้ตัวย่อ EN ซึ่งกลุ่มประเทศยุโรปได้กำหนดขึ้น

มาตรฐานสากลที่รู้จักและใช้กันแพร่หลายมากที่สุด คือ องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยการมาตรฐานหรือที่เรียกว่า ไอ เอส โอ หรือ ไอโซ (ISO) ได้เริ่มจัดตั้งจาก 25 ประเทศ ในปี 2489 ณ กรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ และเริ่มดำเนินการอย่างเป็นทางการ เมื่อวันที่ 14 ตุลาคม 2490 และองค์การสหประชาชาติก็ได้ยอมรับให้เป็นองค์การชำนาญพิเศษประเภทที่ไม่ใช่หน่วยงานรัฐบาล โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อส่งเสริมความร่วมมือและกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ให้เป็นอันหนึ่งอันเดียวกัน เพื่อประโยชน์ทางการค้า และเกิดระบบมาตรฐานของโลกที่สมบูรณ์ยิ่งขึ้นไปในอนาคต ในปี 2538 ได้มีสมาชิกอยู่ทั่วโลกจำนวน 112 ประเทศและคงจะเพิ่มขึ้นไปอีกประเทศไทยก็เป็นสมาชิกอยู่ด้วย

ปัจจุบันได้มีการกำหนดมาตรฐานระบบการบริหารและการจัดการของกิจกรรมต่าง ๆ รวมทั้งระบบการควบคุมคุณภาพ คือมาตรฐานสากล 9000 (ISO9000) และมาตรฐานที่เกี่ยวข้องกับผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม คือมาตรฐานสากล 14000 (ISO14000) ตลอดจนมาตรฐานอาชีวอนามัยและความปลอดภัยคือมาตรฐานสากล 18000 (ISO80000) ทั้งหมดนี้เป็นความก้าวหน้าของการกำหนดมาตรฐานสากล

มาตรฐานต่าง ๆ ที่กำหนดขึ้น ส่วนใหญ่คือมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งมีไว้เป็นเกณฑ์ในการซื้อขายแลกเปลี่ยนผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันทั่วไปเครื่องเรือนก็เช่นเดียวกันเป็นผลิตภัณฑ์หนึ่งที่ได้กำหนดมาตรฐานไว้แล้ว ในการทำผลิตภัณฑ์เครื่องเรือน 1 ชนิด จะประกอบไปด้วยวัสดุตั้งแต่ 1 อย่างขึ้นไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการออกแบบและการใช้งาน เช่น เก้าอี้ 1 ตัว อาจประกอบไปด้วยโครงสร้างไม้ยึดติดประสานด้วยกาว ที่นั่งเป็นฟองน้ำหุ้มด้วยหนัง มีพนักพิงเป็นผ้า ซึ่งวัสดุเหล่านี้ก็ได้กำหนดเป็นมาตรฐานไว้แล้วหลายผลิตภัณฑ์ เครื่องเรือนที่มีคุณภาพดี ก็จะต้องใช้วัสดุคุณภาพดีได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ดังนั้นเครื่องมือจึงมีความสัมพันธ์กับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุที่นำมาใช้ทดสอบเครื่องเรือน

2.9.3 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไทย

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) ของประเทศไทยได้ถูกกำหนดขึ้น โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (สมอ.) สังกัดกระทรวงอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นหน่วยงานราชการที่จัดตั้งขึ้นมาตามพระราชบัญญัติมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พ.ศ. 2511 เมื่อวันที่ 27 ธันวาคม พ.ศ. 2511 และได้มีการปรับปรุงแก้ไขเพิ่มเติมมาตลอดจนถึงปัจจุบันเป็นฉบับที่ 5 พ.ศ. 2535 ซึ่งเน้นการตรากฎหมายเพื่อกำหนดมาตรฐานสำหรับผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมให้เป็นที่น่าเชื่อถือและเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อประโยชน์ในการส่งเสริมอุตสาหกรรม เพื่อความปลอดภัยหรือเพื่อป้องกันความเสียหายอันอาจเกิดแก่ประชาชน กิจกรรมอุตสาหกรรมหรือเศรษฐกิจของประเทศ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ได้มีการปรับปรุงโครงสร้างส่วนราชการใหม่ ปี พ.ศ. 2538 สะดวกรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพสูงขึ้นในการให้บริการประชาชน

ขั้นตอนการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.)

1. คณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม พิจารณาคัดเลือกผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ที่สมควรกำหนด มอก.

2. รัฐมนตรีว่าการกระทรวงอุตสาหกรรม แต่งตั้งคณะกรรมการวิชาการจากภาครัฐบาลและเอกชนที่เกี่ยวข้องด้วย เพื่อจัดทำร่าง มอก. ขึ้นมา

3. ส่งร่าง มอก. ให้หน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อพิจารณาแสดงข้อคิดเห็นที่สมควรจะแก้ไขปรับปรุงให้ถูกต้องครบถ้วน

4. คณะกรรมการวิชาการพิจารณาข้อคิดเห็นดังกล่าวและปรับปรุงแก้ไข แล้วเสนอรัฐมนตรี

5. รัฐมนตรีเห็นชอบโดยออกเป็นประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม

ปัจจุบันสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้กำหนดมาตรฐานฯ ออกมาใช้แล้ว ประมาณ 1,500 รายการ นอกจากนี้ยังมีการกำหนดมาตรฐานฯ รายการใหม่ออกมาใช้เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง สำหรับมาตรฐานฯ ที่เกี่ยวข้องกัผลิตภัณฑ์เครื่องเรือนโดยตรงมีอยู่หลายรายการ (ภาคผนวกที่ 1) ซึ่งทั้งหมดนี้สามารถจำแนกออกเป็น 4 หมวดมาตรฐานดังนี้

1. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือน
2. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุที่ใช้ทำเครื่องเรือน
3. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมขนาดเครื่องเรือน
4. มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมทดสอบเครื่องเรือน

ขั้นตอนการขอใบอนุญาตแสดงเครื่องหมายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

1. ติดต่อเจ้าหน้าที่สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ซึ่งเกี่ยวข้องกับมาตรฐานฯ ที่ต้องการขอใบอนุญาตเพื่อขอคำแนะนำในการออกแบบฟอร์มคำขอ พร้อมทั้งรับข้อมาด้วย

2. เมื่อกรอกแบบฟอร์มคำขอและจัดเตรียมเอกสารประกอบการพิจารณาเสร็จเรียบร้อยแล้วให้นำมายื่นกับเจ้าหน้าที่หน่วยงานเดิมเพื่อตรวจสอบคำขอและเอกสาร เมื่อถูกต้องครบถ้วนจะต้องไปชำระเงินค่าธรรมเนียมคำขอชุดละ 10 บาท และหากไม่ครบถ้วนก็ให้นำกลับไปแก้ไขเพิ่มเติมแล้วมายื่นใหม่

3. เจ้าหน้าที่ดำเนินการพิจารณารายละเอียดคำขอและเอกสารที่ใช้ประกอบการพิจารณา

4. เจ้าหน้าที่จะนัดไปทำการสุ่มตัวอย่างผลิตภัณฑ์ที่ต้องการขอใบอนุญาตฯ

5. เจ้าหน้าที่จะส่งตัวอย่างไปทำการทดสอบ ณ สถานที่รับรองการทดสอบผลิตภัณฑ์รายการ

นั้น

6. ผู้ยื่นคำขอจะต้องไปชำระเงินค่าทดสอบ แล้วสถานที่รับทดสอบจะรายงานผลการทดสอบให้ สมอ. ทราบ หากเป็นไปตามมาตรฐานฯ ก็จะออกใบอนุญาตให้ โดยต้องชำระค่าธรรมเนียมใบอนุญาตฉบับละ 1,000 บาท หากไม่เป็นไปตามมาตรฐานฯ ก็จะต้องยื่นคำขอใหม่และยกเลิกคำขอเดิม

หมายเหตุ การตรวจสอบของเจ้าหน้าที่จะดำเนินการตามระบบ มอก. 9000

ประโยชน์ของการได้รับใบอนุญาตมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ผู้รับใบอนุญาตได้รับชื่อเสียงและการยอมรับจากผู้ผลิตภัณฑ์นั้น
2. ผลิตภัณฑ์เป็นที่ยอมรับจากผู้ผลิตภัณฑ์นั้น และสามารถจำหน่ายได้อย่างกว้างขวาง
3. ผลิตภัณฑ์ที่ได้รับอนุญาตสามารถนำไปใช้ทดแทนผลิตภัณฑ์เดียวกันที่อ้างอิงมาตรฐานต่างประเทศ แต่มีข้อกำหนดในมาตรฐานเหมือนกัน
4. ผู้ใช้ผลิตภัณฑ์มีความมั่นใจในการตัดสินใจซื้อมากยิ่งขึ้น
5. ผู้รับใบอนุญาตจะได้สิทธิประโยชน์บางอย่าง

2.9.4 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนของไทยได้กำหนดออกมาใช้แล้วหลายรายการ ซึ่งแต่ละรายการมีข้อกำหนด 8 หรือ 9 หัวข้อดังต่อไปนี้

1. ขอบข่าย คือ ส่วนที่กำหนดหัวข้อต่าง ๆ ที่กำหนดเป็นเกณฑ์ของมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนรายการนั้น เช่น แบบ ขนาด วัสดุ คุณสมบัติและอื่น ๆ
2. บทนิยาม คือ ส่วนที่กำหนดความหมายของคำศัพท์สำคัญที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนรายการนั้น เช่น มาตรฐานนี้จะเรียกว่า “โต๊ะ” หมายถึง โต๊ะเขียนหนังสือแบบมีหรือไม่มีลิ้นชัก หรือโต๊ะที่มีลักษณะการใช้งานทำนองเดียวกัน เป็นต้น
3. แบบหรือชนิด คือ ส่วนที่กำหนดผลิตภัณฑ์ที่มีความแตกต่างกันบางอย่าง แต่ใช้กฎเกณฑ์มาตรฐานเดียวกัน หรือแตกต่างกันเล็กน้อย เช่น เก้าอี้แบบมีเท้าแขน เป็นต้น สำหรับผลิตภัณฑ์ที่มีแบบเดียวหรือชนิดเดียวจะไม่มีข้อกำหนดหัวข้อนี้
4. ขนาดและเกณฑ์ความคลาดเคลื่อน หรือรูปร่างและมิติ คือ ส่วนที่กำหนดขนาด เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน รูปร่างและมิติ ซึ่งส่วนใหญ่อ้างอิงหมวดมาตรฐานของเครื่องเรือน เช่น ขนาดมาตรฐานต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ขนาดเครื่องเรือนสำหรับสำนักงาน (มอก. 661-2520)
5. วัสดุ คือ ส่วนที่กำหนดวัสดุต่าง ๆ ที่นำมาผลิตเครื่องตามมาตรฐานนั้น ๆ ซึ่งส่วนใหญ่อ้างอิงถึงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของวัสดุที่นำมาใช้ เช่น หนังเฟอร์นิเจอร์ ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมหนังเฟอร์นิเจอร์ (มอก. 232-2520) เป็นต้น
6. คุณสมบัติที่ต้องการ คือ ส่วนที่กำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของผลิตภัณฑ์ ซึ่งจะกำหนดการตรวจสอบและการทดสอบที่อ้างอิงถึงมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของการทดสอบเครื่องเรือน เช่น เก้าอี้ต้องเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม การทดสอบเครื่องเรือน เล่ม 3 เสถียรภาพของเก้าอี้ (มอก. 1015 เล่ม 3-2534) และเล่ม 4 ความทนทานของเก้าอี้ (มอก. 1015 เล่ม 4-2535) เป็นต้น
7. เครื่องหมายและฉลาก คือ ส่วนที่กำหนดให้ระบุรายละเอียดผู้ผลิตหรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน และหากจะแสดงเครื่องหมายมาตรฐานกับผลิตภัณฑ์นั้น ต้องได้รับอนุญาตจากคณะกรรมการมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมก่อน
8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสินคือส่วนที่กำหนดจำนวนผลิตภัณฑ์ในรุ่นเดียวกันและจำนวนตัวอย่างที่ได้มาโดยวิธีการสุ่มจากผลิตภัณฑ์นั้นเพื่อนำมาทดสอบซึ่งได้มีการกำหนดเกณฑ์ตัดสินของตัวอย่างไว้ด้วยดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ขนาดรูน (ตัว) | ขนาดตัวอย่าง (ตัว) | เลขจำนวนที่ยอมรับ |
|---------------|--------------------|-------------------|
| ไม่เกิน 150 | 2 | 0 |
| 150-280 | 8 | 1 |
| 281-500 | 13 | 2 |
| 501 ขึ้นไป | 20 | 3 |

9. การทดสอบ คือส่วนที่กำหนดเครื่องมือ อุปกรณ์ วิธีวัด และวิธีการทดสอบเพื่อตรวจสอบและพิสูจน์คุณลักษณะที่แท้จริงของเครื่องเรือนรายการนั้น เช่น การวัดขนาดความลึกของพื้นรองนั่งให้วัดระยะจากขอบด้านหน้าของพื้นรองนั่งในแนวกึ่งกลางความกว้างของพื้นรองนั่ง ถึงแนวตัดระหว่างพื้นรองนั่งกับพนักพิง จากมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนอเนกประสงค์:เก้าอี้โลหะ (มอก. 1253-2537)

ข้อกำหนดที่สำคัญในการผลิตเครื่องเรือนให้เป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือนประเภทต่าง ๆ จะอ้างอิงและเกี่ยวข้องกับขนาด วัสดุที่ใช้ และการทดสอบเครื่องเรือน ซึ่งผู้ผลิตจะต้องปฏิบัติให้ได้จึงควรศึกษามาตรฐานฯ ทั้ง 3 หมวดควบคู่ไปกับมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเครื่องเรือน

2.9.5 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุที่ใช้ทำเครื่องเรือน

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมวัสดุที่ใช้ทำเครื่องเรือนสามารถจำแนกออกเป็น 2 กลุ่มใหญ่คือ กลุ่มที่ 1 วัสดุหลักคือวัสดุที่ใช้ทำทุกส่วนของเครื่องเรือนหรือใช้ทำโครงสร้างของเครื่องเรือน

กลุ่มที่ 2 วัสดุเสริมคือวัสดุที่ใช้เป็นส่วนประกอบของเครื่องเรือนหรือใช้ตกแต่งเครื่องเรือนให้สวยงามและสะดวกในการใช้งานมากยิ่งขึ้น

กลุ่มที่ 1 วัสดุหลักแบ่งออกเป็น 5 ประเภท

1. ประเภทหินหรือปูนคือหินธรรมชาติหรือปูนที่ใช้ในงานก่อสร้างมาผสมกรวดทรายและอื่น ๆ หล่อขึ้นรูปและตกแต่งผิวให้สวยงามส่วนใหญ่นำมาทำเป็นเครื่องเรือนใช้งานกลางแจ้งมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ได้กำหนดออกใช้แล้วเช่นปูนซีเมนต์ปอร์ตแลนด์ (มอก.15 เล่ม 1-21)

2. ประเภทไม้คือไม้แปรรูปและแผ่นไม้วิทยาศาสตร์นิยมนำมาทำเป็นเครื่องเรือนใช้ในอาคารบ้านเรือนมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมได้แบ่งไม้แปรรูปออกเป็น 2 ประเภทคือไม้สักและไม้กระยาเลย (มอก.421-2525) นอกจากนี้ยังมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเกี่ยวกับแผ่นไม้วิทยาศาสตร์เช่นแผ่นไม้อัด (มอก.178-2531) แผ่นใยไม้อัดแข็ง (มอก.180-2531) เป็นต้น

3. ประเภทโลหะคือโลหะรูปพรรณแผ่นโลหะหรือโลหะที่นำมาหลอมหล่อขึ้นรูปแล้วตกแต่งผิวให้สวยงามนิยมนำมาทำเครื่องเรือนที่ใช้งานกลางแจ้งและภายในอาคารบ้านเรือนโลหะสามารถแบ่งออกเป็น 2 จำพวกคือโลหะพวกเหล็กและโลหะจำพวกอื่นเช่นอลูมิเนียมทองแดงและอื่น ๆ มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมมีอยู่มากเช่นเหล็กโครงสร้างรูปพรรณกลาง (มอก.107-2533) เหล็กกล้าอะลูมิเนียมรีดร้อนชนิดแผ่นหนาแผ่นบางและแผ่นแถบ (มอก.528-2527) อลูมิเนียมเจียรหน้าตัดรูปต่างๆ (มอก.248-2521) เป็นต้น

4. ประเภทกระจกหรือแก้วคือแผ่นกระจกหรือแท่งแก้วที่นำมาตัดให้ได้ขนาดแล้วลบคมตกแต่งผิวให้สวยงามนิยมนำมาประกอบกับประเภทหินไม้และโลหะใช้งานในอาคารบ้านเรือนกระจกสามารถแบ่งออกเป็น 2 จำพวกคือใสและฝ้า นอกจากนี้ยังมีกระจกสีด้วยมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องมีน้อยเช่นกระจกแผ่น (มอก.54-2516) กระจกโฟลต (มอก.880-2532) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ประเภทวัสดุสังเคราะห์คือพรากริกและเส้นใยสังเคราะห์นำมาผ่านวิธีขึ้นรูปได้หลายวิธีแล้ว ตกแต่งผิวให้สวยงามปัจจุบันเครื่องเรือนพลาสติกเป็นที่นิยมกันมากเนื่องจากราคาถูกน้ำหนักเบา ถึงแม้ว่าจะใช้งานได้ไม่ทนทานนักมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับพลาสติกเช่นแผ่นอะคริลิก (มอก.298-2522) แผ่นเทอร์โมเซตติงแลมินेट (มอก.1163-2536) เป็นต้น

กลุ่มที่ 2 วัสดุเสริมแบ่งออกเป็น 5 ประเภท

1. ประเภทวัสดุติดประสานหรือกาว (Adhesive Materials or Glues) คือวัสดุที่ยึดติดประสานวัสดุ 2 ชิ้นเข้าด้วยกันมีอยู่ 3 ชนิดได้แก่กาวธรรมชาติ (Natural glues) กาวสังเคราะห์ (Synthetic adhesive) และกาวยางสังเคราะห์ (Synthetic rubber) วัสดุติดประสานได้นำมาใช้กับรอยต่อของชิ้นส่วนเครื่องเรือนและประสานแผ่นไม้ให้มีความหนามากขึ้นเพื่อความสวยงามและคงทนมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุติดประสานเช่นกาวโพลีไวนิลเอซีเตทอิมัลชัน (มอก.181-2530) กาวหลอมร้อนเอทิลีนไวนิลเอซีเตท (มอก.1121-2535) กาวเรซินสังเคราะห์ (ฟีนอลิกและอะมีโนพลาสติก) สำหรับไม้ (มอก.360-2523) เป็นต้น

2. ประเภทวัสดุเคลือบ (Coating Materials) คือวัสดุที่พ่นหรือทาลงบนผิวเครื่องเรือนเพื่อความทนทานและสวยงามวัสดุเคลือบแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่วัสดุเคลือบใสวัสดุเคลือบย้อมและวัสดุเคลือบทึบมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุเคลือบเช่นเซลแล็กวานิช (มอก.149-2518) แล็กเกอร์ไฮโปโตรเซลลูโลส (มอก.562-2528) และสีรองพื้น (สีชั้นล่าง) สำหรับงานไม้ (มอก.357-2523) เป็นต้น

3. ประเภทวัสดุตกแต่งผิว (Decorative Laminated Materials) คือแผ่นวัสดุที่นำมาปิดผิวหน้าเครื่องเรือนเพื่อความทนทานและสวยงามวัสดุตกแต่งผิวสามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดได้แก่แผ่นบาง (Foil) และแผ่นหนา (Plate) มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุตกแต่งผิวเช่นแผ่นอัดเคลือบโพลีเอสเตอร์เรซิน (มอก.1108-2535) เป็นต้น

4. ประเภทวัสดุบุวม (Upholstery) คือผ้าหนังและฟองน้ำที่ใช้ในการบุวมเครื่องเรือนเพื่อความสวยงามและการใช้งานที่สุขสบายมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับวัสดุบุวมสามารถแบ่งออกได้ดังนี้เช่นหนังเฟอร์นิเจอร์ (มอก.232-2520) หนังเทียมโพลีไวนิลคลอไรด์ (มอก.681-2530) ผ้าบุเครื่องเรือน (มอก.1248-2537) ยางฟองน้ำ (มอก.173-2519) เป็นต้น

5. ประเภทวัสดุเครื่องโลหะและเครื่องประกอบ (Hardware and Fitting) คือมือจับกลอนบานพับลูกล้อสลักเกลียวและอื่นๆที่ใช้ในการประกอบเครื่องเรือนให้สวยงามและใช้งานได้สะดวกสบายส่วนใหญ่จะมาจากโลหะจำพวกเหล็กอลูมิเนียมและโลหะผสมต่างๆมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับเครื่องโลหะหรือเครื่องประกอบเช่นกลอน : ทองเหลืองและอลูมิเนียมชนิดอัดรีด (มอก.596-2528) ลูกล้อสำหรับเครื่องเรือน : ล้อยาง (มอก.916-2532) ตะปูเกลียวหัวเหลี่ยม (มอก.763-2531) เป็นต้น

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ทรงยศ ทมทิตขงค์ (2548) ได้ทำการการศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา เพื่อศึกษาสภาพปัญหาและความต้องการเฟอร์นิเจอร์ของห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา โดยพัฒนาองค์ประกอบต่างๆ ให้สอดคล้องกันมากที่สุด ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มตัวอย่างที่ 1 คือนักศึกษาระดับปริญญาตรี สถาบันบัณฑิตพัฒนศิลป์ จำนวน 30 คน พบว่าด้านหน้าที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอยค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.52 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด ด้านความแข็งแรงค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.35 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.38 อยู่ในระดับพึงพอใจมาก ด้านความสวยงามน่าใช้ค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.75 อยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด โดยผลการประเมินทั้ง 4 ด้าน ผลการประเมินเฉลี่ยเท่ากับ 4.46 ความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่างอยู่ในระดับพอใจมาก สรุปการออกแบบและพัฒนาเพื่อพฤติกรรม ณ กลุ่มฯ หนึ่งช่วยให้ การทำงานและการเรียนรู้ ของผู้บริโภคไปในทางที่ดีขึ้น

กุลจิต เสงี่ยม (2549) ได้ศึกษาพัฒนาชุดโต๊ะเก้าอี้เรียนศิลปะ เพื่อศึกษาพัฒนาชุดโต๊ะเก้าอี้เรียนใช้ในโรงเรียนสอนศิลปะอุดรธานี เพื่อศึกษาพัฒนาชุดโต๊ะเก้าอี้เรียนศิลปะตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม เพื่อประเมินความคิดเห็นของผู้บริโภคและผู้เชี่ยวชาญ ผู้วิจัยได้สรุปรูปแบบจากการศึกษาทฤษฎีต่างๆ โดยใช้คุณสมบัติ 3 ประการ คือด้านรูปทรงภายนอกสอดคล้องกับความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย ด้านคุณภาพการใช้งาน ด้านรูปลักษณะสวยงาม ชุดโต๊ะเก้าอี้เรียนศิลปะตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม สรุปผลในด้านความพึงพอใจนั้นมีความพึงพอใจมาก

ลือศักดิ์ มาตราพรหม (2547) ได้ทำการศึกษาปัญหาการสอนปฏิบัติการเคมีของครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล มีวัตถุประสงค์วิจัยเพื่อศึกษาปัญหาการสอนปฏิบัติการเคมีของครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล และเพื่อเปรียบเทียบปัญหาการสอนปฏิบัติการเคมีของครูระดับมัธยมศึกษาตอนปลายของโรงเรียนเอกชนในกรุงเทพมหานครและปริมณฑล ที่มีสาขาวิชาการศึกษาและประสบการณ์การสอนเคมีที่ต่างกัน ผลการวิจัยพบว่า ครูสอนปฏิบัติการวิชาเคมีโดยรวมและทุกด้านอยู่ในระดับน้อย เมื่อจำแนกตามสาขาวิชาที่จบมีปัญหาการสอนปฏิบัติการเคมีโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับน้อย ทั้งสาขาวิชาการศึกษาที่จบเอกหรือวิชาโททางเคมี โดยมีระดับปัญหาไม่ต่างกัน ยกเว้นครูสอนปฏิบัติการเคมีน้อยกว่า 5 ปี มีปัญหาการสอนปฏิบัติการเคมีโดยรวมทุกด้านอยู่ในระดับปานกลาง

รายงานสรุปผลโครงการจัดทำระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมีกรมวิทยาศาสตร์บริการ (2549) ห้องปฏิบัติการที่ต้องการเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถให้เป็นที่ยอมรับในระดับสากลจำเป็นต้องจัดทำระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการให้เป็นไปตามข้อกำหนดในมาตรฐานสากล เช่น มาตรฐาน ISO/IEC 17025 ซึ่งเป็นเรื่องที่ยากลำบากสำหรับหน่วยงาน ด้วยเหตุนี้โครงการเคมีกรมวิทยาศาสตร์บริการซึ่งเป็นห้องปฏิบัติการกลางของรัฐ รับผิดชอบวิเคราะห์ทดสอบทางเคมีและมีประสบการณ์ทั้งด้านวิเคราะห์ทดสอบและด้านระบบคุณภาพ ได้เล็งเห็นถึงปัญหาที่เกิดขึ้นกับหน่วยงานที่ต้องการพัฒนาระบบคุณภาพของห้องปฏิบัติการ จึงได้จัดทำโครงการที่ปรึกษาการจัดทำระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมีขึ้น เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนภาคเอกชน ภาครัฐ และสถาบันการศึกษา ด้านการพัฒนาคุณภาพและสมรรถนะของห้องปฏิบัติการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้เป็นที่ยอมรับตามมาตรฐานสากล ได้ดำเนินการให้คำปรึกษาการจัดทำระบบคุณภาพห้องปฏิบัติการทดสอบด้านเคมีใน

ประเทศ 5 สาขา ได้แก่ สาขาแร่และโลหะ น้ำดื่ม น้ำใช้ ขุ่ย ผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียมและเคมีภัณฑ์ และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคมีสาขาละ 1 ห้องปฏิบัติการ ผลการดำเนินงานมีห้องปฏิบัติการที่ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมตามข้อกำหนดในมาตรฐาน ISO/IEC 17025 ได้แก่ สาขาน้ำดื่ม น้ำใช้ ห้องปฏิบัติการวิเคราะห์ทดสอบด้านเคมีฝ่ายบริการการใช้ประโยชน์เครื่องมือ สาขาผลิตภัณฑ์ปิโตรเลียม สาขาแร่และโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ห้องปฏิบัติการทดสอบ บริษัท ไทยน็อกซ์สตีลจำกัด(มหาชน) ส่วนสาขาปุ๋ย ห้องปฏิบัติการกลาง คณะ
ทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา และสาขา
เคมีภัณฑ์และผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเคมี ห้องปฏิบัติการมาตรฐานกลาง บริษัท ทีพีโอ โพลีน จำกัด
(มหาชน) อำเภอแก่งคอย จังหวัดสระบุรี ประโยชน์เพื่อเพิ่มศักยภาพและขีดความสามารถของ
ห้องปฏิบัติการในประเทศให้ได้รับการรับรองความสามารถห้องปฏิบัติการให้เป็นที่ยอมรับในระดับ
สากลและสามารถแข่งขันในเวทีการค้าโลกได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้แบ่งวิธีการดำเนินการวิจัยออกเป็น 4 ขั้นตอน ตามวัตถุประสงค์ ดังนี้

3.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.2 เพื่อออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

โดยผู้วิจัยได้กำหนดวิธีการดำเนินงานวิจัยของแต่ละขั้นตอนในประเด็นต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.1.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มผู้ให้ข้อมูลที่ใช้ในการศึกษาพฤติกรรมและความต้องการเบื้องต้นในใช้งานชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ได้แก่ ครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวาง จำนวน 7 คน (เลือกแบบเฉพาะเจาะจงจากปริมาณบุคลากรที่มีของแต่ละโรงเรียน)

- (1) โรงเรียนประชาราษฎร์บำเพ็ญ จำนวน 3 คน
- (2) โรงเรียนพระราม ๙ กาญจนภิเษก จำนวน 3 คน
- (3) โรงเรียนวัดใหม่ช่องลม จำนวน 1 คน

3.1.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1.2.1 แบบสัมภาษณ์ (Interview Guide) โดยเป็นแบบสัมภาษณ์แบบมีโครงสร้างหรือแบบมาตรฐาน (Standardized interview) ในเรื่องการออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา การกำหนดคำถามขึ้นมาจากการทบทวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วรรณกรรม การศึกษาแนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ความมุ่งหมายของการ โดยใช้เทปบันทึกเสียงและการจดบันทึก และภาพถ่าย

3.1.2.2 แบบสอบถามความต้องการเบื้องต้นของครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาโดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบใช้ร้อยละ (Percentage)

3.1.2.3 การสร้างเครื่องมือ

3.1.2.3.1 ศึกษาทฤษฎี เอกสาร แนวคิดและงานวิจัยที่เกี่ยวกับชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ เพื่อสรุปประเด็นการสัมภาษณ์และแบบสอบถาม ศึกษาการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัยกำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แล้วนำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย

3.1.2.3.1 การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบสอบถาม (Index of item Objective Congruence : IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านได้แก่

- (1) ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (3) ดร.ธนิษฐ์ รัตนโอฬาร สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.1.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.3.1 ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์ข้อมูลจาก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เพื่อขออนุญาตหน่วยงานและสถาบันการศึกษาต่างๆในการเก็บรวบรวมข้อมูล

3.1.3.2 ศึกษาข้อมูลต่างๆ เพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาให้เหมาะสมแล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาต่อไป

3.1.3.3 ลักษณะการเก็บข้อมูลใช้การบันทึกด้วยแถบบันทึกเสียง สมุดจด การถ่ายภาพ และการสังเกต แล้วนำผลที่ได้มาทำการสรุปเป็นเพื่อจะไปวิเคราะห์เพื่อหาแนวการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.1.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้จากการสัมภาษณ์ เทปบันทึกเสียง และภาพถ่าย นำมาจัดหมวดหมู่และนำไปวิเคราะห์แบบเชิงเนื้อหาเป็นแนวทางในการออกแบบ

3.2 เพื่อออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.2.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

คือผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบและการผลิตชุดโตะเก้าอี้ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- (1) ผศ.สุรกันต์ รวยสูงเนิน สาขาออกแบบอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น
- (2) ผศ.ธนศ ภิรมย์การ สาขาวิชาครุศาสตร์สถาปัตยกรรมและการออกแบบ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (3) อ.มนันยา นิมพิศาล สาขาวิชาสื่ออนุมัติ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

3.2.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 แบบสอบถามความคิดเห็นผู้ที่มีความรู้ความเชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดโตะเก้าอี้ (Rating Scale) 5 ระดับ โดยมีเกณฑ์แปลความหมาย ดังนี้

| | | |
|-------------|---------|------------------------------------|
| 4.51 – 5.00 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก |
| 2.51 – 3.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | หมายถึง | มีความเหมาะสมอยู่ในระดับน้อยที่สุด |

3.2.2.2 การสร้างเครื่องมือ

ศึกษาทฤษฎี เอกสารที่เกี่ยวข้อง ศึกษาการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในวิจัยกำหนดประเด็นและจำนวนข้อของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย นำแบบสอบถามที่สร้างเสร็จเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา และตรวจสอบความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์ และกรอบแนวคิดในการวิจัย

3.2.2.3 การตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจสอบแบบสอบถาม (Index of item Objective Congruence : IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน ได้แก่

- (1) ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (3) ดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

3.2.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการออกแบบชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ตามลำดับดังนี้

1. ศึกษาข้อมูลทบทวนวรรณกรรมและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องมาเป็นพื้นฐานในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ผู้วิจัยได้ลงพื้นที่เพื่อสัมภาษณ์ และสอบถาม เพื่อรวบรวมข้อมูลสำหรับใช้เป็นแนวทางในการ ออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3. นำผลสรุปของการศึกษาและเก็บรวบรวมข้อมูลมาใช้กำหนดแนวคิดในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

4. ทำการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จำนวน 3 รูปแบบ จากนั้นนำแบบร่างที่ได้ไปทำการสอบถามความคิดเห็นของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ เพื่อทำการคัดเลือกที่เหมาะสมที่สุดและนำไปพัฒนาต่อเพื่อนำไปประเมินคุณภาพในลำดับต่อไป

3.2.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

นำข้อมูลที่ได้จากแบบสอบถามความคิดเห็นจากผู้เชี่ยวชาญ มาการวิเคราะห์เพื่อนำผลจากการวิเคราะห์มาสรุปในรูปแบบที่ได้คะแนนเฉลี่ยในทุก ๆ ด้านมากที่สุด จากนั้นนำมาปรับปรุงสู่กระบวนการเขียนแบบเท่า แล้วนำไปสร้างต้นแบบขนาดเท่าจริงเพื่อนำไปใช้ในการทดสอบความแข็งแรงตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม โดยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลแบบใช้ค่าความถี่ (Frequency) ค่าร้อยละ (Percentage) ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

3.3 เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

3.3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เจ้าหน้าที่ผู้ประเมินมาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

3.3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่พัฒนาขึ้น ดำเนินงานดังนี้

3.3.2.1 การประเมินด้านการทดสอบความแข็งแรง ตามมาตรฐานอุตสาหกรรม โดยเครื่องมืออุปกรณ์เฉพาะทาง เป็นการทดสอบในห้องปฏิบัติการ (LAB) อาศัยตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ดังนี้

มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือนที่กำหนด โดยสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม จึงมีด้วยกัน 2 มาตรฐาน ดังนี้

(1) มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของโต๊ะเรียน

(มอก.1494 - 2541)

(2) มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของเก้าอี้ (ISO 7173)

3.3.3 วิธีการเก็บรวบรวมข้อมูล

การเก็บข้อมูลใช้การบันทึกเสียง สมุดจด การถ่ายภาพ และเอกสารจากเจ้าหน้าที่ แล้วนำผลที่ได้มาทำการสรุปเป็นเพื่อจะไปวิเคราะห์เพื่อประสิทธิภาพจากออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

วิเคราะห์ผลที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาตามเกณฑ์มาตรฐาน

3.4 เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

3.4.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

เลือกจากโรงเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร เขตห้วยขวางเพราะเป็นเขตที่มีโรงเรียนที่เน้นการ สนับสนุนด้านวิทยาศาสตร์ทั้งหมดและเป็นเขตที่มีจำนวนนักเรียนที่แตกต่างกันเพราะปริมาณนักเรียน มีผลต่ออัตราการเข้าใช้ห้อง โดยเลือกแบบเฉพาะเจาะจง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มที่ 1) คือ ครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ ระดับประถมศึกษาที่สังกัดสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร จำนวน 7 คน (เลือกแบบเฉพาะเจาะจง จากปริมาณบุคลากรที่มีของแต่ละโรงเรียน) ดังนี้

- (1) โรงเรียนประชาราษฎร์บำเพ็ญ จำนวน 3 คน
- (2) โรงเรียนพระราม ๙ กาญจนาภิเษก จำนวน 3 คน
- (3) โรงเรียนวัดใหม่ช่องลม จำนวน 1 คน

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง (กลุ่มที่ 2) คือ นักเรียนระดับประถมศึกษา ในโรงเรียนระดับ ประถมศึกษาที่สังกัดสำนักการศึกษากรุงเทพมหานคร สำนักงานเขตห้วยขวางจำนวน 15 คน โดย นักเรียนที่มีขนาดสัดส่วนร่างกายแตกต่างกัน ดังนี้

- (1) โรงเรียนประชาราษฎร์บำเพ็ญ จำนวน 5 คน
- (2) โรงเรียนพระราม ๙ กาญจนาภิเษก จำนวน 5 คน
- (3) โรงเรียนวัดใหม่ช่องลม จำนวน 5 คน

3.4.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แบบประเมินความพึงพอใจ ในรูปแบบโดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจ ในรูปแบบ ด้าน หน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความสวยงาม ด้านความแข็งแรงและ ความปลอดภัย ด้านวัสดุและการผลิตประเมินโดยผู้ใช้งานใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์ (กลุ่มตัวอย่าง) โดยนำชุดโต๊ะเก้าอี้ที่ผลิตสมบูรณ์ให้กลุ่มตัวอย่างทดลองใช้งาน และ ประเมินความพึงพอใจ

ตรวจสอบหาความเที่ยงตรงโดยผู้ทรงคุณวุฒิในการตรวจแบบสอบถาม (Index of item Objective Congruence : IOC) โดยผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่านได้แก่

- (1) ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (2) ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- (3) ดร.ธนิษฐ์ รัตน์โอฬาร สาขาวิชาครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การวิเคราะห์ข้อมูล

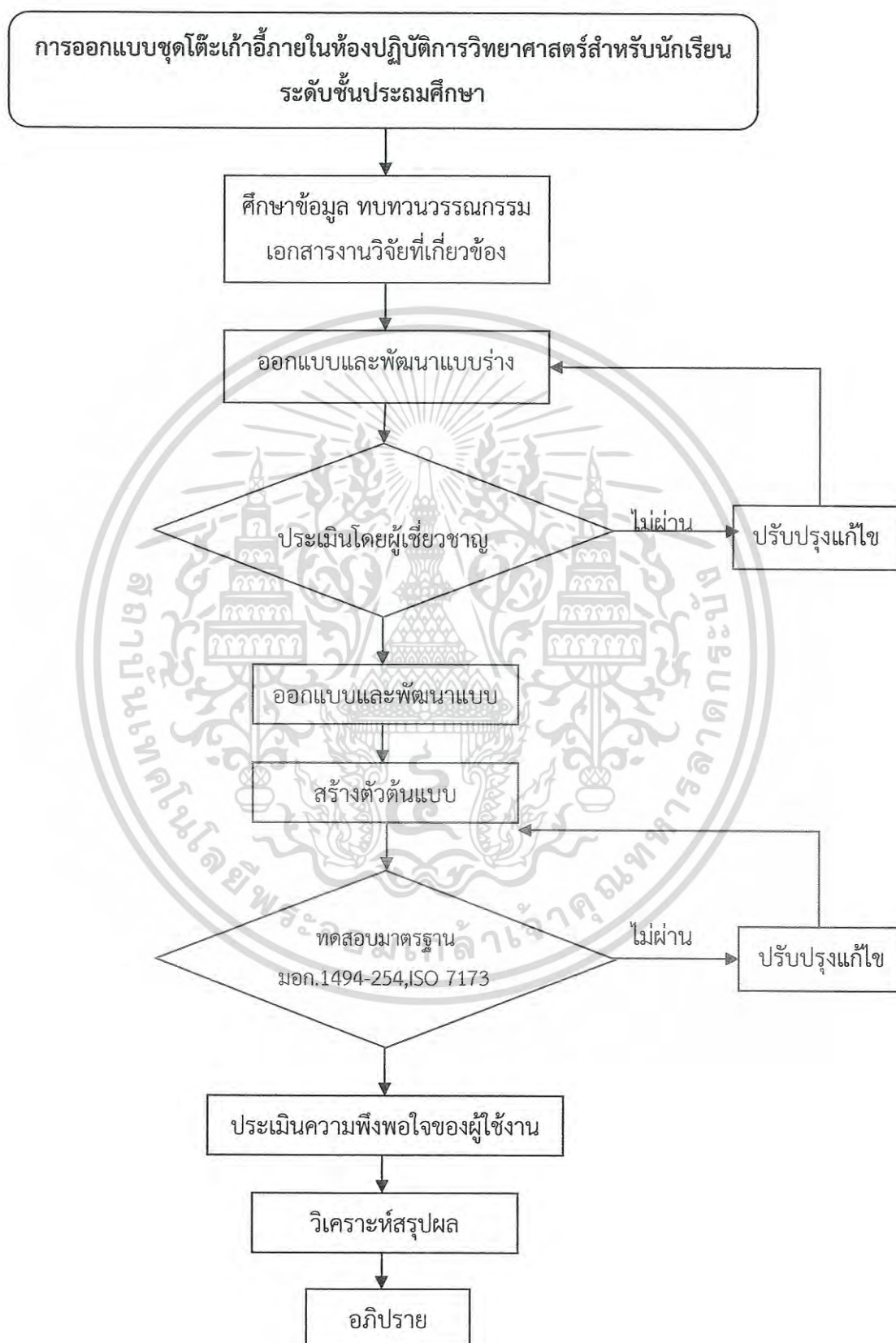
วิเคราะห์แบบประเมินความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยใช้ ค่าเฉลี่ย (\bar{X}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) นำเสนอในรูปแบบตารางประกอบความเรียงโดยแบ่งเกณฑ์ดังนี้ (ธีรยุทธ พึ่งเที่ยร. 2543 : 39)

| | | |
|-------------|---------|------------|
| 4.51 – 5.00 | หมายถึง | มากที่สุด |
| 3.51 – 4.50 | หมายถึง | มาก |
| 2.51 – 3.50 | หมายถึง | ปานกลาง |
| 1.51 – 2.50 | หมายถึง | น้อย |
| 1.00 – 1.50 | หมายถึง | น้อยที่สุด |

และนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลในลักษณะของการบรรยาย และการนำตารางมาใช้ในการช่วยวิเคราะห์ผลของข้อมูล



แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย
(RESEARCH AND DEVELOPMENT DIAGRAM)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ภาพที่ 3.1 แผนผังวิธีดำเนินการวิจัย
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยได้นำข้อมูลจากการศึกษารวบรวมเอกสาร จากการสัมภาษณ์ครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์และนักเรียนชั้นประถมศึกษา แบบสอบถามความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ แบบประเมินความพึงพอใจ โดยดำเนินการที่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของการวิจัย มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

4.1 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

4.1.1 การวิเคราะห์ปัญหาชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ตารางที่ 4.1 ตารางวิเคราะห์ปัญหาของโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาที่มีอยู่เดิม

| รายการวิเคราะห์ | ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เดิม | |
|--------------------------|---|---|
| | โต๊ะ | เก้าอี้ |
| <u>ด้านหน้าที่ใช้สอย</u> |  <ol style="list-style-type: none">มีรูปแบบการใช้งานที่ไม่เฉพาะด้านการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีประโยชน์ใช้สอยไม่ครบถ้วนต่อการใช้งาน |  <ol style="list-style-type: none">โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความไม่เหมาะสมกับการใช้งานในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

| รายการวิเคราะห์ | ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์เดิม | |
|-------------------------------|--|--|
| | โต๊ะ | เก้าอี้ |
| ด้านวัสดุและการผลิต | 10. วัสดุไม่มีความทนทานต่อการใช้งาน 11. วัสดุไม่ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ | 8. วัสดุไม่มีความทนทานต่อการใช้งาน 9. วัสดุไม่ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ |
| ความสะดวกสบายในการใช้งาน | 3. ขนาดความกว้างของโต๊ะไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานทุกคน 4. ขนาดความสูงของโต๊ะไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานทุกคน | 2. ขนาดความสูงของเก้าอี้ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานทุกคน |
| ด้านความสวยงาม | 5. รูปแบบล้าสมัย ไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน 6. รูปทรงไม่เหมาะสมและไม่ดึงดูดผู้ใช้งาน 7. สีสนไม่เหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | 3. รูปแบบล้าสมัย ไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน 4. รูปทรงไม่เหมาะสมและไม่ดึงดูดผู้ใช้งาน 5. สีสนไม่เหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน |
| ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย | 8. ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน ไม่มีมีการลอบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ 9. มีการชำรุด ซ่อมแซมดูแลรักษายาก | 6. ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน ไม่มีมีการลอบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ 7. มีการชำรุด ซ่อมแซมดูแลรักษายาก |

สรุปผลการวิเคราะห์ พบปัญหาของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่มีอยู่เดิม ได้แก่

ด้านหน้าที่ใช้สอย โต๊ะมีรูปแบบการใช้งานที่ไม่เฉพาะด้านการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และประโยชน์ใช้สอยไม่ครบถ้วนต่อการใช้งานเก้าอี้มีโครงสร้างเก้าอี้ไม่เหมาะสมกับการใช้งานในการปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ขนาดความกว้างและความสูงของโต๊ะไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานทุกคน ขนาดความสูงของเก้าอี้ไม่เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งานทุกคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความสวยงาม โตะและเก้าอี้รูปแบบล้าสมัย ไม่เหมาะสมกับผู้ใช้งาน รูปทรงไม่เหมาะสมและไม่ดึงดูดผู้ใช้งาน สีส้นไม่เหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน

ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย โตะและเก้าอี้ไม่ปลอดภัยในการใช้งาน ไม่มีมีการลบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ มีการชำรุด ซ่อมแซมดูแลรักษายาก

ด้านวัสดุและการผลิต โตะและเก้าอี้ใช้วัสดุที่ไม่มีความทนทานต่อการใช้งานวัสดุไม่ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์วัสดุไม่มีความทนทานต่อการใช้งาน วัสดุไม่ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์

4.1.2 การวิเคราะห์ข้อมูลชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์จากการศึกษาความต้องการเบื้องต้นของอาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์

ตารางที่ 4.2 แสดงคำร้อยละของระดับความต้องการเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

| ลำดับ | รายการ | จำนวน (คน) | ร้อยละ (percent) |
|----------------------|--|---------------|---------------------|
| | | N=7 | |
| 1. | <u>ตอนที่ 2</u> ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานชุดโตะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา | | |
| | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 | | |
| | 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ | 7 | 100.0 |
| | 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - |
| | 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - |
| | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 | | |
| | 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ | 6 | 85.7 |
| | 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ | 1 | 14.3 |
| | 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - |
| | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 | | |
| | 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ | 4 | 57.1 |
| | 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ | 3 | 42.9 |
| | 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - |
| | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 | | |
| 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - | |
| 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ | 7 | 100.0 | |
| 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์ | - | - | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | จำนวน (คน) | ร้อยละ (percent) |
|-------|---|---------------|----------------------|
| | | N=7 | |
| 2. | นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์ | - 6 1 | - 85.7 14.3 |
| 3. | กิจกรรมการเรียนการสอนในห้องวิทยาศาสตร์เป็นแบบใด มากที่สุด แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม | - 7 | - 100.0 |
| 4. | จำนวนนักเรียนที่ใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์แบบเป็น กลุ่ม กลุ่มละกี่คน 4 คน/กลุ่ม 5 คน/กลุ่ม 6 คน/กลุ่ม | 4 2 1 | 57.1 28.6 14.3 |
| 1. | <u>ตอนที่ 3</u> ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของชุดโต๊ะ เก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียน ระดับชั้นประถมศึกษา <u>ด้านหน้าที่ใช้สอย</u> 1. รูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ ใช้เฉพาะการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ภายในห้อง วิทยาศาสตร์เท่านั้น ใช้งานเอนกประสงค์สามารถใช้กับห้องเรียนอื่นๆได้ | 5 2 | 71.4 28.6 |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | จำนวน (คน) | ร้อยละ (percent) |
|-----------------|---------------------------------------|------------|---------------------|
| | | N=7 | |
| | 2. ประเภทโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์ | | |
| | แบบถอดประกอบได้ | 4 | 57.1 |
| | แบบสำเร็จรูป | 3 | 42.9 |
| | 3. โครงสร้างโต๊ะ | | |
| | มีลิ้นชัก | 7 | 100.0 |
| | ไม่มีลิ้นชัก | - | - |
| | มีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ | 6 | 85.7 |
| | ไม่มีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ | 1 | 14.3 |
| | 4. โครงสร้างเก้าอี้ | | |
| | ปรับระดับได้ | 6 | 85.7 |
| ปรับระดับไม่ได้ | 1 | 14.3 | |
| มีพนักพิง | 2 | 28.6 | |
| ไม่มีพนักพิง | 5 | 71.4 | |
| มีล้อ | 3 | 42.9 | |
| ไม่มีล้อ | 4 | 57.1 | |
| 2. | ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน | | |
| | ส่งเสริมการใช้งานสัมพันธ์กันเป็นกลุ่ม | 5 | 71.4 |
| | มีความเป็นส่วนตัวในการใช้งาน | 2 | 28.6 |
| 3. | ด้านความสวยงาม | | |
| | 1. รูปทรงในการออกแบบ | | |
| | รูปทรงเรขาคณิต | 5 | 71.4 |
| | รูปทรงเลียนแบบธรรมชาติ | 1 | 14.3 |
| | รูปทรงอิสระ | 1 | 14.3 |
| | 2. สีที่ใช้ในการออกแบบ | | |
| | ใช้จิตวิทยาสี | 7 | 100.0 |
| | สีประจำโรงเรียน | - | - |
| 4. | ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย | | |
| | มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน | 2 | 28.6 |
| | ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย | 2 | 28.6 |
| | มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม | 3 | 42.9 |
| | เหลี่ยมมุมต่างๆ | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 (ต่อ)

| ลำดับ | รายการ | จำนวน (คน) | ร้อยละ (percent) |
|-------|---------------------------------------|------------|---------------------|
| | | N=7 | |
| 5. | ด้านวัสดุและการผลิต | | |
| | 1. วัสดุหลักที่ใช้ผลิตโต๊ะวิทยาศาสตร์ | | |
| | ไม้ | 6 | 85.7 |
| | พลาสติก | 1 | 14.3 |
| | เหล็ก | - | - |
| | อื่นๆ | - | - |
| | 2. วัสดุหลักที่ใช้ผลิตเก้าอี้ | | |
| | ไม้ | 1 | 14.3 |
| | พลาสติก | 1 | 14.3 |
| | เหล็ก | 5 | 71.4 |
| อื่นๆ | - | - | |

จากตารางที่ 4.2 สรุปผลข้อมูลความต้องการเบื้องต้นของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ จากแบบสอบถามครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 7 คน ดังนี้

จากแบบสอบถามตอนที่ 2 สรุปผลเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จากค่าร้อยละที่สูงที่สุด ดังนี้

อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 100.0 อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 85.7 อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 57.1 อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 100.0 อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 100.0 อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 85.7

กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบกลุ่มมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 100.0

จำนวนนักเรียนที่ใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์แบบเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน/กลุ่ม มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 57.1

จากแบบสอบถามตอนที่ 3 สรุปผลความต้องการเบื้องต้นของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา จากค่าร้อยละที่สูงที่สุด ดังนี้
ด้านหน้าที่ใช้สอย สรุปได้ว่า

กลุ่มตัวอย่างต้องการรูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์แบบใช้เฉพาะการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ภายในห้องวิทยาศาสตร์เท่านั้น มากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 71.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่มตัวอย่างต้องการโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์แบบถอดประกอบได้มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 57.1

กลุ่มตัวอย่างต้องการโครงสร้างโต๊ะแบบมีลิ้นชักมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 100.0 แบบมีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 85.7

กลุ่มตัวอย่างต้องการโครงสร้างเก้าอี้แบบปรับระดับได้มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 85.7 แบบไม่มีพนักพิงมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 71.4 แบบไม่มีล้อมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 57.1

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างต้องการการส่งเสริมการใช้งานสัมพันธ์กันเป็นกลุ่มมากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 71.4

ด้านความสวยงาม สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างต้องการรูปทรงในการออกแบบรูปทรงเรขาคณิตมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 71.4 กลุ่มตัวอย่างต้องการสีที่ใช้ในการออกแบบใช้จิตวิทยาสีมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 100.0

ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย สรุปได้ว่า กลุ่มตัวอย่างต้องการมีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม เหลี่ยมมุมต่างๆมากที่สุดโดยคิดเป็นร้อยละ 42.9

ด้านวัสดุและการผลิต สรุปได้ว่า

กลุ่มตัวอย่างต้องการวัสดุหลักที่ใช้ผลิตโต๊ะวิทยาศาสตร์เป็นไม้มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 85.7 กลุ่มตัวอย่างต้องการวัสดุหลักที่ใช้เหล็กผลิตเก้าอี้มากที่สุด โดยคิดเป็นร้อยละ 71.4

4.1.3 การสร้างแนวคิดหลักในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

จากผลการวิเคราะห์ปัญหาของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์และการเก็บข้อมูลสอบถามความต้องการเบื้องต้นของผู้ใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สรุปมาเป็นแนวทางในการออกแบบได้ดังนี้

4.1.3.1 โต๊ะวิทยาศาสตร์

ด้านหน้าที่ใช้สอย

- รูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์แบบใช้เฉพาะการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ภายในห้องวิทยาศาสตร์เท่านั้น

- ประโยชน์ใช้สอยมีโครงสร้างโต๊ะแบบมีและมีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

- เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

- ขนาดความกว้างและความสูงของโต๊ะมีสัดส่วนเหมาะสมกับผู้ใช้งานทุกคน

ด้านความสวยงาม

- รูปทรงในการออกแบบรูปทรงเรขาคณิต

- สีที่ใช้ในการออกแบบใช้ตามจิตวิทยาสี เลือกใช้สี ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และเป็นสีที่ส่งเสริมให้เกิดสมาธิ

ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย

- มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ

ด้านวัสดุและการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไซ้ไม้เป็นวัสดุหลักที่ใช้ผลิตโต๊ะวิทยาศาสตร์
 - ไซ้วัสดุเกรดสำหรับห้องแลปที่ทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์
- 4.1.3.2 เก้าอี้วิทยาศาสตร์
- ด้านหน้าที่ใช้สอย
- แบบไม่มีพนักพิง และไม่มีล้อ
- ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- โครงสร้างเก้าอี้แบบปรับระดับได้
- ด้านความสวยงาม
- รูปทรงในการออกแบบรูปทรงเรขาคณิต
 - สีที่ใช้ในการออกแบบใช้ตามจิตวิทยาสี เลือกใช้สี ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยี และเป็นสีที่ส่งเสริมให้เกิดสมาธิ
- ด้านความแข็งแรงความและความปลอดภัย
- มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ
- ด้านวัสดุและการผลิต
- ไซ้เหล็กเป็นวัสดุหลักที่ใช้ผลิตเก้าอี้

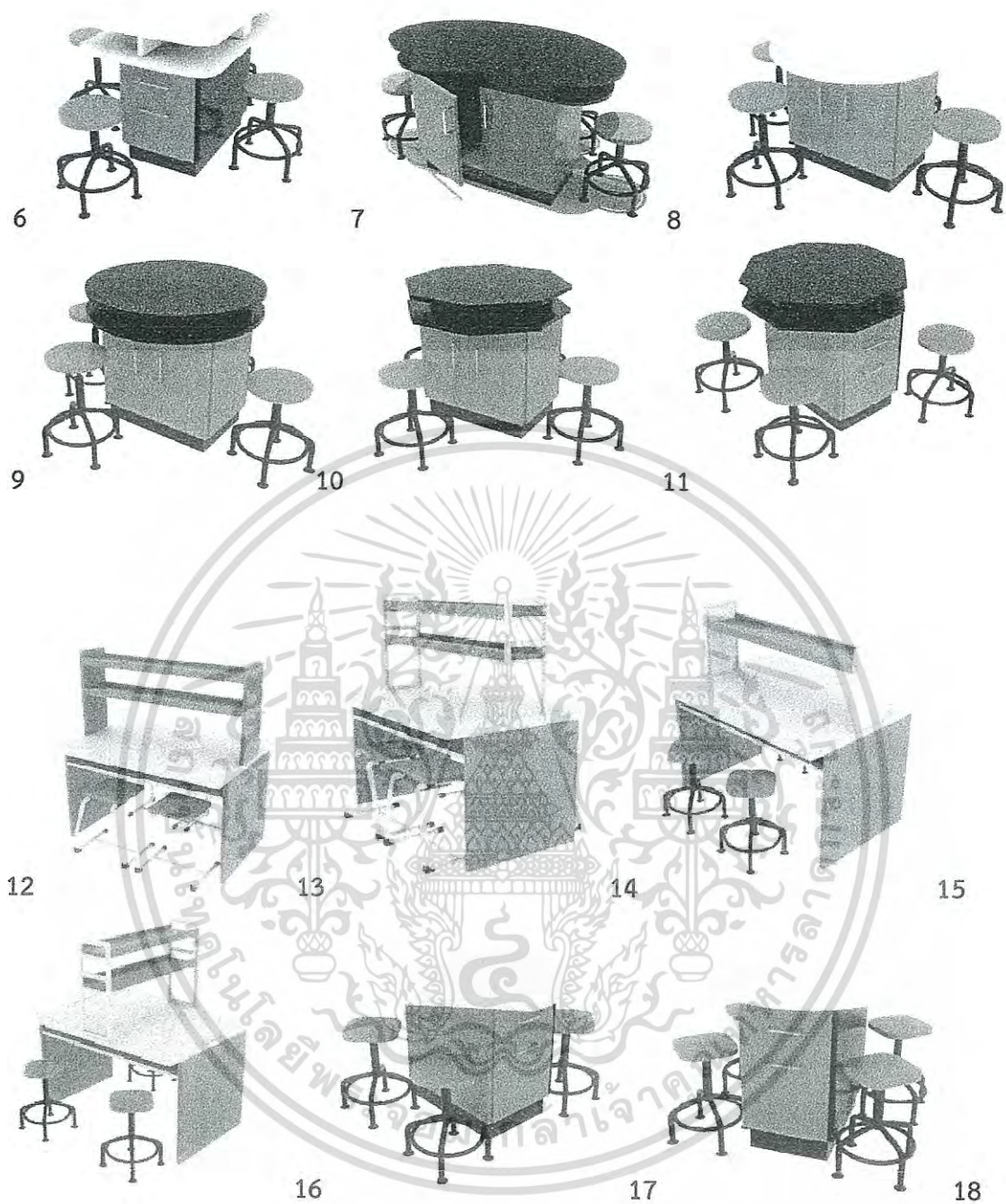
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

4.2.1 การออกแบบร่าง



ภาพที่ 4.1 ภาพร่าง 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.2 ภาพร่าง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.3 ภาพร่าง 3

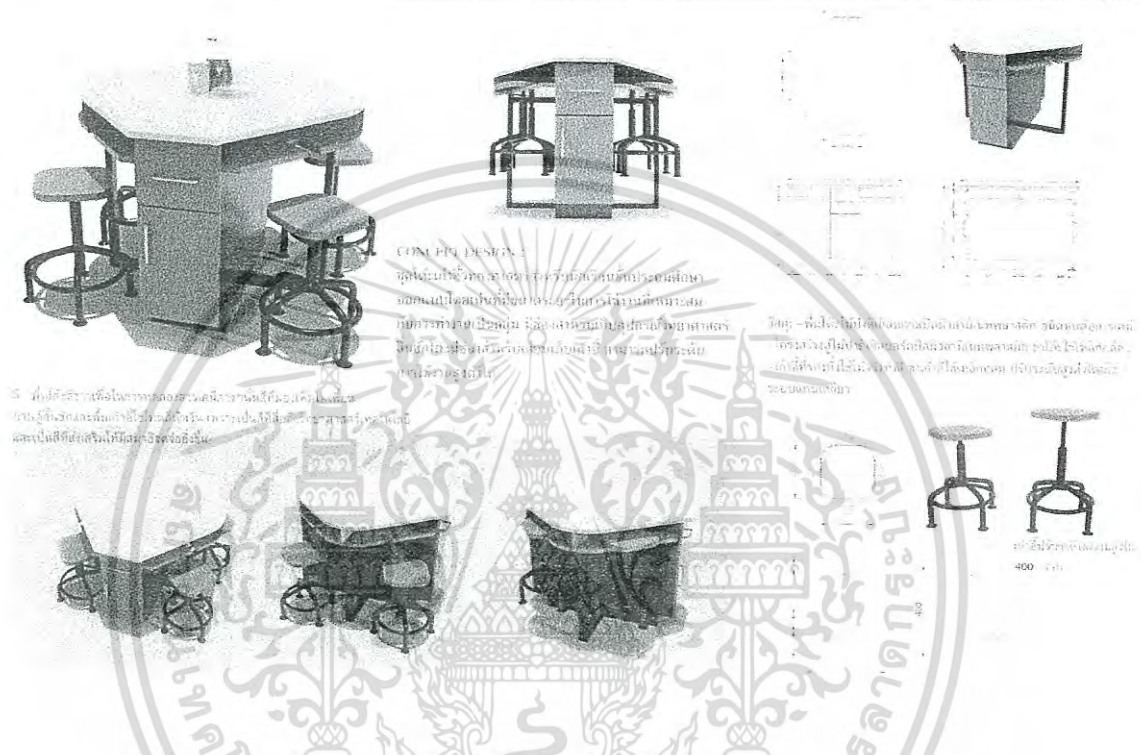
ผลการวิเคราะห์ผู้วิจัยได้คัดเลือกแบบที่สอดคล้องกัน 3 แบบ คือ แบบที่ 7 แบบที่ 13 และแบบที่ 20 มาพัฒนา เพื่อให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินและแสดงความคิดเห็นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการวิเคราะห์แนวคิดในการออกแบบผลิตภัณฑ์ที่มีความเหมาะสมมากที่สุด
จำนวน 3 รูปแบบ

ผู้วิจัยได้ใช้เครื่องมือในการวิจัยอันได้แก่ แบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ 3 รูปแบบ และนำไปประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน

SKD.1 การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
DESIGN OF SCIENCE LAB TABLE AND CHAIR FOR ELEMENTARY STUDENTS

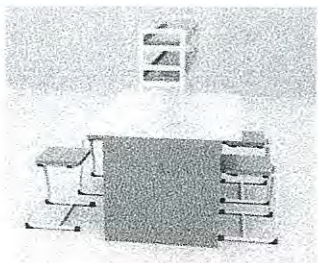


ภาพที่ 4.4 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SKD.2

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
DESIGN OF SCIENCE LAB TABLE AND CHAIR FOR ELEMENTARY STUDENTS



CONCEPT DESIGN : ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาออกแบบโดยเน้นที่ประโยชน์ใช้สอย โดยการใช้วัสดุที่แข็งแรงทนทานและมีความปลอดภัยในการใช้งานและเน้นรูปทรงที่เรียบง่ายเพื่อลดการรบกวนทางสายตาและเสียง และลดการรบกวนทางเสียงในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาสามารถใช้งานได้สะดวกและปลอดภัย โดยเน้นที่ประโยชน์ใช้สอยและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

วิธี : ใช้วัสดุที่แข็งแรงทนทานและมีความปลอดภัยในการใช้งาน โดยเน้นที่ประโยชน์ใช้สอยและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

ผลการดำเนินงาน : ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา

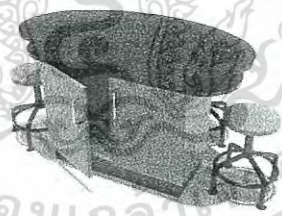


วางซ้อนกันได้

ภาพที่ 4.5 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ B

SKD.3

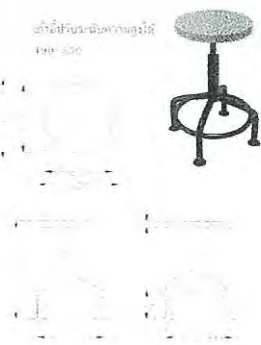
การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา
DESIGN OF SCIENCE LAB TABLE AND CHAIR FOR ELEMENTARY STUDENTS



CONCEPT DESIGN : ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาออกแบบโดยเน้นที่ประโยชน์ใช้สอย โดยการใช้วัสดุที่แข็งแรงทนทานและมีความปลอดภัยในการใช้งานและเน้นรูปทรงที่เรียบง่ายเพื่อลดการรบกวนทางสายตาและเสียง และลดการรบกวนทางเสียงในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

วัตถุประสงค์ : เพื่อให้นักเรียนชั้นประถมศึกษาสามารถใช้งานได้สะดวกและปลอดภัย โดยเน้นที่ประโยชน์ใช้สอยและมีความปลอดภัยในการใช้งาน

ผลการดำเนินงาน : ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา



เก้าอี้ปรับระดับความสูงได้ 100-500

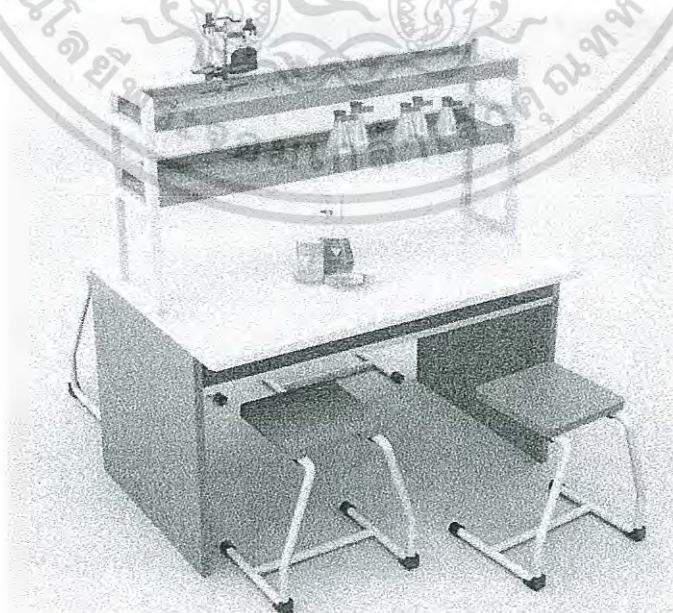
ภาพที่ 4.6 การนำเสนอแบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.7 แบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ A

รูปแบบ A ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาออกแบบโดยโต๊ะเน้นที่มีขนาดระยะในการใช้งานที่เหมาะสมกับการทำงานเป็นกลุ่ม มีตู้และลิ้นชักสำหรับเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และลิ้นชักเก็บหนังสือเรียน เก้าอี้กลมแบบปรับระดับได้การใช้งานได้โดยใช้แกนหมุนวัสดุ โต๊ะใช้พาทิเคลือบปิดผิวลามิเนตเกรดห้องแล็บ เก้าอี้ใช้วัสดุ ขาเหล็กกลม ที่นั่งไม้สี ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสีที่ส่งเสริมให้เกิดสมาธิ หน้าโต๊ะสีขาวเพื่อการมองเห็นสีสารเคมีชัดเจน



ภาพที่ 4.8 แบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปเพื่อประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบ B ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา มีชั้นด้านบนสำหรับเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ และลิ้นชักเก็บหนังสือเรียน เก้าอี้สามารถยกพาดกับโต๊ะได้เพื่อความสะดวกในการทำความสะอาด

วัสดุ โต๊ะใช้พาทิเคลือบอร์ดปิดผิวลามิเนตเกรดห้องแลป เก้าอี้ใช้วัสดุ ขาเหล็กกลม ที่นั่งไม้ สี ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสีที่ส่งเสริมให้เกิดสมาธิ หน้าโต๊ะสีขาวเพื่อการมองเห็นสีสารเคมีชัดเจน



ภาพที่ 4.9 แบบร่างชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ รูปแบบ C

รูปแบบ C ชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา รูปแบบโต๊ะเน้นการหันหน้าไปด้านเดียวกัน มีตู้สำหรับเก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ด้านหน้า และลิ้นชักเก็บหนังสือเรียน เก้าอี้แบบหมุนปรับระดับได้

วัสดุ โต๊ะใช้พาทิเคลือบอร์ดปิดผิวลามิเนตเกรดห้องแลป เก้าอี้ใช้วัสดุ ขาเหล็กกลม ที่นั่งไม้ สี ใช้สีน้ำเงิน ซึ่งสื่อถึงวิทยาศาสตร์เทคโนโลยีและเป็นสีที่ส่งเสริมให้เกิดสมาธิ หน้าโต๊ะสีดำเพื่อการมองเห็นสีสารเคมีชัดเจน

ตารางที่ 4.3 สรุปค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ 3 ท่าน ประเมินชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ แบบ A, แบบ B, และแบบ C (N=3) ปรากฏผลวิเคราะห์ตามค่าในตาราง ดังนี้

| รายการประเมิน | รูปแบบ A | | | รูปแบบ B | | | รูปแบบ C | | |
|---|----------|------|--------------------------|----------|------|--------------------------|----------|------|--------------------------|
| | X | S.D. | ระดับความ ความคิดเห็น | X | S.D. | ระดับความ ความคิดเห็น | X | S.D. | ระดับความ ความคิดเห็น |
| ด้านหน้าที่ใช้สอย | | | | | | | | | |
| 1. มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง |
| 2. มีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 3. โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน | 4.33 | 0.58 | มาก | 4.33 | 0.58 | มาก | 2.67 | 0.58 | ปานกลาง |
| 4. สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับกิจกรรมและพื้นที่ได้ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง |
| รวม | 4.58 | 0.58 | มากที่สุด | 3.67 | 0.43 | มาก | 3.00 | 0.29 | ปานกลาง |
| ความสะดวกสบายในการใช้งาน | | | | | | | | | |
| 1. มีน้ำหนักที่เหมาะสมเคลื่อนย้ายสะดวก | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง | 2.33 | 0.58 | น้อย |
| 2. ขนาดความกว้างของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง |
| 3. ขนาดความสูงของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 4.00 | 0.00 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 4. ขนาดความกว้างของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 5.00 | 0.00 | มากที่สุด | 3.67 | 0.58 | มาก | 2.67 | 0.58 | ปานกลาง |
| 5. ขนาดความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 4.00 | 1.00 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| รวม | 4.53 | 0.35 | มากที่สุด | 3.80 | 0.66 | มาก | 2.93 | 0.46 | ปานกลาง |
| ด้านความสวยงาม | | | | | | | | | |
| 1. รูปแบบสวยงาม ทันสมัย | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 2. รูปทรงเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง | 3.00 | 0.00 | ปานกลาง |
| 3. สีสีนเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 4. มีความกลมกลืนกับบรรยากาศภายในห้องเรียน | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 (ต่อ)

| รายการประเมิน | รูปแบบ A | | | รูปแบบ B | | | รูปแบบ C | | |
|--|----------|------|--------------------------|----------|------|--------------------------|----------|------|--------------------------|
| | X | S.D. | ระดับ ความ คิดเห็น | X | S.D. | ระดับ ความ คิดเห็น | X | S.D. | ระดับ ความ คิดเห็น |
| รวม | 4.50 | 0.58 | มากที่สุด | 3.42 | 0.43 | ปานกลาง | 3.25 | 0.43 | ปานกลาง |
| ด้านความแข็งแรงความและ ปลอดภัย | | | มากที่สุด | | | ปานกลาง | | | ปานกลาง |
| 1. มีความแข็งแรงทนทานต่อ การใช้งาน | 4.67 | 0.58 | | 3.33 | 0.58 | | 2.67 | 0.58 | |
| 2. ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 3. มีความปลอดภัยในการใช้ งาน มีการลอบคม เหลี่ยมมุม ต่างๆ | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| รวม | 4.44 | 0.58 | มาก | 3.56 | 0.58 | มาก | 3.11 | 0.58 | ปานกลาง |
| ด้านวัสดุและการผลิต | | | | | | | | | |
| 1. วัสดุมีความทนทานต่อการใช้ งาน | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.33 | 0.58 | | 2.67 | 0.58 | ปานกลาง |
| 2. วัสดุมีความทนทานต่อ สารเคมีที่ใช้ในการทดลอง วิทยาศาสตร์ | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.33 | 0.58 | | 2.67 | 0.58 | ปานกลาง |
| 3. วัสดุมีความปลอดภัยต่อ ผู้ใช้งาน | 4.00 | 0.00 | มาก | 3.67 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 4. ความเหมาะสมในการ ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ และการ ติดตั้ง | 4.33 | 0.58 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| 5. ความเหมาะสมในการผลิตใน ระบบอุตสาหกรรม | 4.67 | 0.58 | มากที่สุด | 3.67 | 0.58 | มากที่สุด | 4.00 | 0.00 | มาก |
| 6. แนวโน้มของการผลิตได้จริง | 4.33 | 0.58 | มาก | 4.00 | 1.00 | มาก | 3.33 | 0.58 | ปานกลาง |
| รวม | 4.44 | 0.48 | มาก | 3.56 | 0.65 | มาก | 3.22 | 0.48 | ปานกลาง |
| สรุปความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ รวมทุกด้าน | 4.50 | 0.51 | มากที่สุด | 3.60 | 0.55 | มาก | 3.10 | 0.45 | ปานกลาง |

จากตารางที่ 4.3 ผู้วิจัยนำรูปแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ทั้ง 3 รูปแบบ ให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ จำนวน 3 ท่าน ทำการประเมิน และนำแบบประเมินความคิดเห็นมา วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ซึ่งสามารถสรุปประเด็นสำคัญที่จะ นำไปสู่การพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่ ในขั้นตอนต่อไป ดังนี้

ด้านหน้าที่ใช้สอย รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวม 4.58 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวม 3.67 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวม 3.00 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้านความสะอาดสวยงามในการใช้งาน รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวม 4.53 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวม 3.80 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวม 2.93 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง

ด้านความสวยงาม รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวม 4.50 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมากที่สุด รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวม 3.42 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวม 3.25 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง

ด้านความความแข็งแรงและความปลอดภัย รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวม 4.44 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวม 3.56 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวม 3.11 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง

ด้านวัสดุและการผลิต รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวม 4.44 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวม 3.56 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมมาก รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวม 3.22 อยู่ในระดับมีความเหมาะสมปานกลาง

สรุปความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญรวมทุกด้าน

รูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมากที่สุด

รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.60 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมาก

รูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.10 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมปานกลาง

สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน รูปแบบ A เป็นรูปแบบที่ได้รับคะแนนรวมทุกด้าน สูงที่สุด อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X}=4.50$) ดังนั้นผู้วิจัยจึงนำชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ รูปแบบ A มาพัฒนาปรับปรุงในแต่ละด้านให้ดียิ่งขึ้น ตามผลวิเคราะห์และข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญ แล้วนำมาเขียนแบบระบุสัดส่วนจริงเพื่อนำไปผลิตสร้างต้นแบบขนาดเท่าจริงและนำไปทดสอบประสิทธิภาพและประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ต่อไป

4.3 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

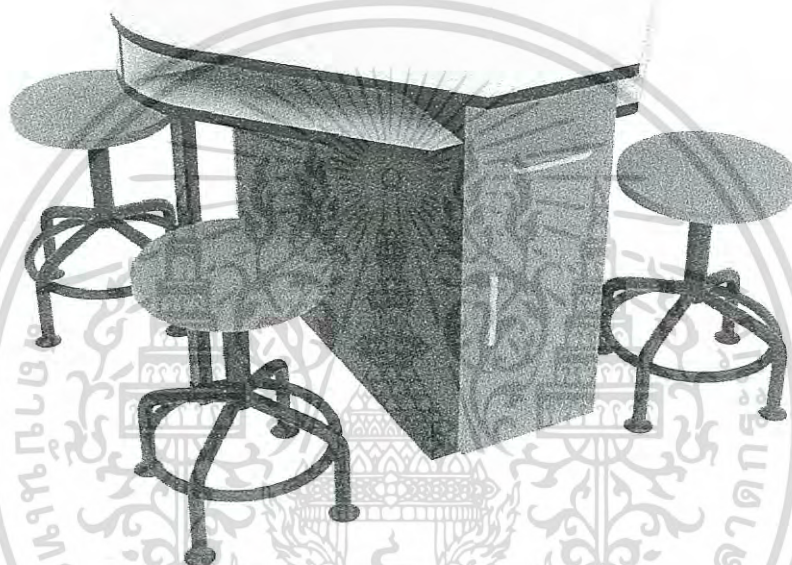
ตารางที่ 4.4 แสดงผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพ และแข็งแรงความทนทานของโต๊ะเรียน (มอก.1494-2541) และมาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรงความทนทานของเก้าอี้ (ISO 7173)

| วิธีการทดสอบ | ผลการทดสอบ |
|--|------------|
| 1.การทดสอบเสถียรภาพของโต๊ะ | |
| 1.1 แรงกระทำในแนวตั้ง | ผ่าน |
| 1.2 แรงกระทำในแนวระดับ | ผ่าน |
| 2. การทดสอบความแข็งแรงทนทานของโต๊ะ | |
| 2.1 แรงสถิตกระทำในแนวตั้ง | ผ่าน |
| 2.2 แรงสถิตกระทำต่อพื้นเป็นเวลานาน | ผ่าน |
| 2.3 แรงสถิตกระทำในแนวระดับ | ผ่าน |
| 2.4 แรงกระทำในแนวตั้ง | ผ่าน |
| 2.5 การตกกระแทก | ผ่าน |
| 2.6 ความล้าเนื่องจากแรงกระทำในแนวระดับ | ผ่าน |
| 3.การทดสอบเสถียรภาพและความแข็งแรงของเก้าอี้ | |
| 3.1 น้ำหนักกดบนพื้น | ผ่าน |
| 3.2 ทดสอบขาทางด้านหน้า | ผ่าน |
| 3.3 ทดสอบแรงกระทำ | ผ่าน |

วันที่ทดสอบ 4-29 เมษายน 2557 ทดสอบที่สวนอุตสาหกรรมเครื่องเรือนคลองเตย กรุงเทพฯ
สรุปผลการทดสอบ ผ่านการทดสอบตามเกณฑ์มาตรฐาน

4.4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล การประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

จากการวิเคราะห์ข้อมูลด้านการออกแบบผู้วิจัยได้นำแบบที่ทำการพัฒนาไปสร้างตัวต้นแบบและทดสอบประสิทธิภาพ จากนั้นได้นำไปทดสอบการใช้งานเพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ได้แก่ ครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ระดับประถมศึกษา จำนวน 7 คนและนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 1-6 จำนวน 15 คน



ภาพที่ 4.10 ตัวต้นแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการออกแบบและพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลในด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้ ได้แก่ ครูอาจารย์
ประจำกลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ จำนวน 7 คนและนักเรียน จำนวน 15 คน

| รายการประเมิน | n = 22 | | ระดับความพึงพอใจ |
|---|-----------|------|------------------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| ด้านหน้าที่ใช้สอย | | | |
| 1. มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งาน ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | 4.27 | 0.46 | มาก |
| 2. มีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วนกับการใช้งาน | 4.55 | 0.51 | มากที่สุด |
| 3. โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมกับการใช้ งาน | 4.18 | 0.66 | มาก |
| 4. สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับกิจกรรมและ พื้นที่ได้ | 4.27 | 0.46 | มาก |
| รวม | 4.32 | 0.52 | มาก |
| ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน | | | |
| 1. มีน้ำหนักที่เหมาะสม เคลื่อนย้ายสะดวก | 4.09 | 0.29 | มาก |
| 2. ขนาดความกว้างของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | 4.73 | 0.46 | มากที่สุด |
| 3. ขนาดความสูงของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 4.45 | 0.51 | มาก |
| 4. ขนาดความกว้างของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | 4.55 | 0.51 | มากที่สุด |
| 5. ขนาดความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | 4.27 | 0.46 | มาก |
| รวม | 4.42 | 0.45 | มาก |
| ด้านความสวยงาม | | | |
| 1. รูปแบบสวยงาม ทันสมัย เหมาะสมกับผู้ใช้งาน | 4.91 | 0.29 | มากที่สุด |
| 2. รูปทรงเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | 4.55 | 0.51 | มากที่สุด |
| 3. สีสีนเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | 4.41 | 0.50 | มาก |
| 4. มีความกลมกลืนกับบรรยากาศภายในห้องเรียน | 4.59 | 0.50 | มากที่สุด |
| รวม | 4.61 | 0.45 | มากที่สุด |
| ด้านความแข็งแรงความและความปลอดภัย | | | |
| 1. มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน | 4.55 | 0.51 | มากที่สุด |
| 2. ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย | 4.45 | 0.51 | มาก |
| 3. มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม เหลี่ยม | 4.41 | 0.50 | มาก |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 (ต่อ)

| รายการประเมิน | n = 22 | | ระดับความพึงพอใจ |
|--|-------------|-------------|------------------|
| | \bar{x} | S.D. | |
| รวม | 4.47 | 0.51 | มาก |
| ด้านวัสดุและการผลิต | | | |
| 1. วัสดุมีความทนทานต่อการใช้งาน | 4.59 | 0.50 | มากที่สุด |
| 2. วัสดุมีความทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ | 4.14 | 0.35 | มาก |
| 3. วัสดุมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน | 4.41 | 0.50 | มาก |
| 4. การประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | 4.45 | 0.51 | มาก |
| รวม | 4.40 | 0.47 | มาก |
| สรุปความพึงพอใจรวมทุกด้าน | 4.44 | 0.48 | มาก |

จากตารางที่ 4.5 สรุปผลด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีความพึงพอใจเฉลี่ยอยู่ในระดับมาก โดยแบ่งเป็น 5 ด้าน ดังนี้

ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.32$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.42$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.61$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด

ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.47$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

ด้านวัสดุและการผลิตมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.40$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

สรุป ความพึงพอใจค่าเฉลี่ยในทุกด้านเท่ากับ ($\bar{X} = 4.44$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก



ภาพที่ 4.11 ทดสอบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์กับนักเรียนระดับชั้น
ประถมศึกษาเพื่อการประเมินความพึงพอใจ

ที่มา : น.ส. สิริยากร สุมสร (2557)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผู้วิจัยสามารถสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ผลของการวิจัยสำเร็จไปตามวัตถุประสงค์ที่คาดหวัง คือ

1. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ขั้นตอนการศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สรุปผล จากศึกษาข้อมูลเบื้องต้นและการสัมภาษณ์ความต้องการของผู้ใช้งานภายในห้องเรียนวิทยาศาสตร์นั้นสรุปผลได้ว่า มีความต้องการรูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์เฉพาะเพื่อการปฏิบัติงานในห้องวิทยาศาสตร์ เป็นโต๊ะห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์แบบถอดประกอบได้ มีลิ้นชักและตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ เก้าอี้แบบปรับระดับได้ไม่มีพนักพิงไม่มีล้อ ชุดโต๊ะเก้าอี้รูปแบบเรขาคณิต เลือกใช้สีตามจิตวิทยาสี ด้านความปลอดภัยแข็งแรง เน้นความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบเหลี่ยมมุมต่างๆ ความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน ซ่อมแซมง่าย ตามลำดับ ด้านวัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตโต๊ะ ได้แก่ ไม้ วัสดุหลักที่ใช้ในการผลิตเก้าอี้ ได้แก่ เหล็ก ตามกรอบแนวคิดหลักการออกแบบ ของนวนน้อย บุญวงศ์ (.2539) ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความสวยงาม ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย ด้านวัสดุและการผลิต

ขั้นตอนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สรุปผล จากการศึกษาความต้องการดังกล่าวผู้วิจัยได้ทำการออกแบบนำเสนอแบบร่าง สรุปความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 ท่าน ตามกรอบแนวคิดหลักการออกแบบของนวนน้อย บุญวงศ์ (2539) ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน ด้านความสวยงาม ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย ด้านวัสดุและการผลิต ผลการประเมินรูปแบบ A มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 4.50 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมากที่สุด รูปแบบ B มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.60 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมมากรูปแบบ C มีค่าเฉลี่ยรวมเท่ากับ 3.10 อยู่ในระดับ มีความเหมาะสมปานกลางผู้วิจัยได้นำรูปแบบที่ได้รับคะแนนรวมทุกด้านสูงที่สุด มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.50 อยู่ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระดับ มีความเหมาะสมมากที่สุด แล้วมาพัฒนาปรับปรุงและสร้างตัวต้นแบบเพื่อทดสอบประสิทธิภาพประเมินความพึงพอใจต่อไป

ขั้นตอน การทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน โดยใช้เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรง ความทนทานของโต๊ะเรียน (มอก.1494-2541) และมาตรฐานการทดสอบเสถียรภาพและแข็งแรง ความทนทานของเก้าอี้ (ISO 7173 สรุปผลการทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือนผ่านตามเกณฑ์มาตรฐานอุตสาหกรรม ที่กำหนดไว้

ขั้นตอนการประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา สรุปผล ด้านการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ด้านหน้าที่ใช้สอย มีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.32$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก ด้านความสะดวกสบายในการใช้งานมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.42$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก ด้านความสวยงามมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.61$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมากที่สุด ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัยมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.47$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก ด้านวัสดุและการผลิตมีค่าเฉลี่ย ($\bar{X} = 4.40$) อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก มีค่าเฉลี่ยในทุกด้านเท่ากับ 4.44 อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

การประเมินในด้านประโยชน์ใช้สอยที่ใช้ในการประเมินการออกแบบและการประเมินความพึงพอใจมีเกณฑ์การอยู่ในระดับมาก ซึ่งชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์นั้นมีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วน ดังที่ ดลต์ รัตนทัศน์ (2528 : 1) กล่าวว่า คำว่าประโยชน์ใช้สอยดี (HIGH FUNCTION) นั้น ประโยชน์ใช้สอยครบถ้วนและสมบูรณ์ และผลของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญสามารถตอบสนองกับหลักหน้าที่ใช้สอยของ วิรัตน์ พิชญ์ไพฑูริย์ (2527 : 40-43) กล่าวว่า การออกแบบที่ดีนั้นต้องออกแบบให้มีหน้าที่ใช้สอยครบตามความต้องการ ฉะนั้น ก่อนออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาก่อนว่าหน้าที่ใช้สอยมีอะไรบ้าง เพื่อให้เราออกแบบให้เหมาะสมกับความต้องการนั้น ในส่วนด้านความแข็งแรง การออกแบบให้แข็งแรงเหมาะสมกับการใช้งานของผู้บริโภค และความทนทานนั้นเป็นจุดเด่นของเฟอร์นิเจอร์ ได้อย่างดี

ผลการประเมินความพึงพอใจในด้านความสวยงาม อยู่ในระดับ พึงพอใจมากที่สุด มีรูปทรงที่แปลกใหม่ทันสมัย และสีสันทันที่เหมาะสม ดึงดูดผู้ใช้งานได้ดีซึ่งผลของความคิดเห็นสามารถตอบสนองกับหลักในการออกแบบเฟอร์นิเจอร์ของ วัฒนะ จุฑะวิภาค (2577 : 25) กล่าวว่า เครื่องเรือนที่สมบูรณ์ ต้องมีความงามในตัว นับตั้งแต่ รูปทรง สัดส่วน ความสมดุล การเน้นจุดเด่นความกลมกลืน ลวดลาย นอกจากความงามที่ตัวเรือนแล้วยังต้องคำนึงถึงความเหมาะสมในการนำไปจัดวางในตำแหน่งที่ต้องการอีกด้วย

การประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์มีค่าเฉลี่ยในทุกด้านเท่ากับ 4.44 อยู่ในระดับมีความพึงพอใจมาก ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของทรงยศ ทมทิตชงค์ (2548) ได้ทำการการศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา ซึ่งใช้เกณฑ์การพิจารณาเดียวกันทั้ง ด้านหน้าที่ใช้สอย ด้านความแข็งแรง ด้านความสะดวกสบาย และ

ด้านความสวยงาม ที่มีผลวิจัยอยู่ในระดับพึงพอใจมาก และสอดคล้องในเรื่องการการศึกษาพฤติกรรม
การใช้งาน ของผู้ใช้ในการเรียน

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะจากผลการวิจัยที่ได้

ในการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประถมศึกษา ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะในด้านการผลิต เนื่องจากการสร้างตัวต้นแบบ เป็นการผลิตแบบกึ่ง
อุตสาหกรรมใช้ฝีมือช่างเป็นส่วนใหญ่ ไม่ได้ผลิตในระบบอุตสาหกรรม จึงไม่พบข้อบกพร่องจริง ดังนั้น
ควรศึกษาพัฒนาด้านขั้นตอนการผลิตเพิ่มเติม เพื่อนำไปปรับใช้ต่อไป

ข้อเสนอแนะ จากผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ คือ เนื่องจากเด็กวัยประถมศึกษาที่มีขนาด
ร่างกายแตกต่างกันค่อนข้างมาก ระหว่าง ป.1- ป.6 หากโต๊ะสามารถปรับระดับ หรือเอื้อต่อการทำ
กิจกรรมการทดลองสำหรับเด็กที่มีขนาดร่างกายต่างกันมาก หรืออาจปรับให้สามารถนั่งกับพื้นได้ใน
บางกรณี

ข้อเสนอแนะจากครูผู้สอนประจำกลุ่มวิทยาศาสตร์ คือ ควรเพิ่มจำนวนที่นั่งให้สำหรับการ
ทำงานเป็นกลุ่มที่ใหญ่ขึ้น และควรปรับปรุงให้มีน้ำหนักเบาขึ้นจากเดิม

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้น
ประถมศึกษา งานวิจัยนี้เป็นเพียงตัวอย่างหนึ่งของงานวิจัยหนึ่ง เพื่อแสวงหาองค์ความรู้ใหม่เพื่อนำ
ความรู้ที่ได้ไปออกแบบพัฒนาให้เกิดสิ่งใหม่ให้ได้รับประโยชน์มากกว่าเดิม นำไปสู่การพัฒนาสร้าง
ผลิตภัณฑ์ใหม่

สามารถนำการแนวทางการออกแบบพัฒนาไปต่อยอดในการออกแบบพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ชิ้น
อื่นๆภายในห้องวิทยาศาสตร์ เช่น ตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ โต๊ะสาธิตวิทยาศาสตร์ เป็นต้น และ
สามารถนำหลักการวิจัยนี้ ไปเป็นแนวทางปรับปรุงประยุกต์ใช้กับงานวิจัยที่ใกล้เคียงกันเพื่อพัฒนา
ผลิตภัณฑ์ในต่อไป

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2544). หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 . กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กุลจิต เส็งนา. 2547. “การศึกษาพัฒนาชุดโต๊ะเก้าอี้เรียนศิลปะ.” วิทยานิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ทรงยศ ทมทิศรงค์. 2547. “การศึกษาและพัฒนาเฟอร์นิเจอร์ในห้องปฏิบัติการเครื่องปั้นดินเผา.” สารนิพนธ์ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- นิรัช สุดสังข์. 2548. การวิจัยการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- นวนน้อย บุญวงษ์. 2539. หลักการออกแบบ. กรุงเทพฯ : กระดาษบางปะอิน.
- วรรณิ สหสมโชค. 2549. หลักการออกแบบเฟอร์นิเจอร์. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- วาสนา กิรติ จำเริญ. 2553. “สื่อการเรียนรู้ กระตุ้นต่อมคิดห้องปฏิบัติการ. หน้า 44-49. นิตยสาร สสวท.172. กรุงเทพฯ : เอ็นดูเอ็ดดูเคชั่น.
- บุญสนอง รัตนสุทรากุล. 2542. การออกแบบเฟอร์นิเจอร์ฉบับก้าวหน้า . กรุงเทพฯ . ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2553. คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2553). กรุงเทพฯ : อินเทอร์เน็ตดูเคชั่น ซีพพลายส์.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546 . คู่มือการจัดห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์. กรุงเทพฯ : รุ่งศิลป์การพิมพ์.
- สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร.2555, 26 ธันวาคม.จำนวนนักเรียนสังกัดกรุงเทพมหานคร (จำแนกรายโรงเรียน) 2555.[Online]. Available ; <http://www.bangkokeducation.in.th>
- สำนักงานศึกษากรุงเทพมหานคร.2555, 26 ธันวาคม.รายงานสรุปจำนวนนักเรียน ห้องเรียน สังกัดกรุงเทพมหานครปีการศึกษา 2555(จำแนกรายระดับชั้น).[Online]. Available ; <http://www.bangkokeducation.in.th>
- อุดมศักดิ์ สารบุตร. 2550. ออกแบบเฟอร์นิเจอร์. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔/ 0298



คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๐๕๒๐

๗๔ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษา

เรียน ผู้อำนวยการสถานศึกษา โรงเรียนวัดใหม่ช่องลม

ด้วย นางสาวสิริยากร สุตสมร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้า
คุณทหารลาดกระบัง มีความประสงค์จะทดสอบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ที่ได้รับการออกแบบแล้วกับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาและตอบแบบสอบถามความต้องการและความพึงพอใจในการใช้ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายใน
ห้องวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา และถ่ายภาพชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์ประถมศึกษา เพื่อ
ประกอบการจัดทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษา”

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาให้ความอนุเคราะห์ให้กับนักศึกษาดังกล่าว และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะ
ได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดี และขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ์ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดี กำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๕-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๕-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๕๖๕-๕๑๑๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ ศธ ๐๕๐๔.๐๔/ 0255



คณะกรรมการอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดกระบัง เขตลาดกระบัง
กรุงเทพฯ ๑๕๒๐

๗ มกราคม ๒๕๕๗

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้

เรียน ผศ.สุรกานต์ รวยสูงเนิน

ด้วย นางสาวสิริยากร สุสมร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาะห์เพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถในเรื่องดังกล่าว
เป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ ของ นางสาวสิริยากร สุสมร

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ



(รองศาสตราจารย์สุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี

ส่วนสนับสนุนวิชาการ

โทร. ๐๒-๓๒๙-๘๐๐๐ ต่อ ๓๖๙๒

โทรสาร. ๐๒-๓๒๙-๘๔๓๖

ติดต่อนักศึกษา โทร.๐๘๓-๕๖๕-๔๑๑๔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนสนับสนุนวิชาการ โทร.๓๖๙๒
ที่ ศธ ๐๕๒๔.๐๔ / 4684 วันที่ ๖ ธันวาคม ๒๕๕๖

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามเพื่อการวิจัย

เรียน ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์

ด้วย นางสาวสิริยากร สุสมร นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา” โดยมี ผศ.ดร.จตุรงค์ เลาหะเพ็ญแสง เป็นอาจารย์ที่
ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อุดมศักดิ์ สาริบุตร เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอ
เชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจแบบสอบถามนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการ
ตรวจของท่านจะช่วยให้งานวิจัย ของ นางสาวสิริยากร สุสมร มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น พร้อมกันนี้ได้แนบ
แบบสอบถามเพื่อการวิจัยมาด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(รองศาสตราจารย์วิสุทธิ สุนทรกนกพงศ์)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านวิชาการและบัณฑิตศึกษา
ปฏิบัติการแทนคณบดี



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบสอบถามความต้องการเบื้องต้นของครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์
เพื่อการวิจัยเรื่อง**

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง

แบบสอบถามนี้จัดทำขึ้นเพื่อสอบถามความต้องการเบื้องต้นของครูผู้สอนประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาใช้ในการทำงานวิจัย การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ซึ่งข้อมูลที่ได้จากการตอบแบบสอบถาม จะนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลแบบร้อยละ และค่าเฉลี่ย เพื่อสรุปหาประเด็นสำคัญในการพัฒนารูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาเพื่อให้ตรงกับความต้องการและพฤติกรรมของกลุ่มผู้ใช้งานจริง

ผู้วิจัยขอรับรองว่าข้อมูลในแบบสอบถามนี้จะใช้เฉพาะเพื่อการทำวิจัยเท่านั้น และผู้วิจัยขอขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้ ที่ท่านได้ให้ความอนุเคราะห์ในการตอบแบบสอบถามในครั้งนี้

โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

แบบสอบถามชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

นางสาวสิริยากร สุสมร

**นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง**

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่เป็นจริงเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย / ลงใน หน้าข้อความที่เป็นจริงเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 20 ปี

21 – 29 ปี

30 – 39 ปี

40 – 49 ปี

มากกว่า 50 ปีขึ้นไป

2 ตำแหน่ง/หน้าที่ในปัจจุบัน

3 สถานที่ทำงาน/สังกัด

4 วุฒิการศึกษา

ตอนที่ 2 ข้อมูลทั่วไปเกี่ยวกับพฤติกรรมการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์
สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่เป็นจริง

1. อัตราการเข้าใช้ห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาต่อสัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 1

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์

3-4 คาบเรียน/สัปดาห์

5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์

3-4 คาบเรียน/สัปดาห์

5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์

3-4 คาบเรียน/สัปดาห์

5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์

3-4 คาบเรียน/สัปดาห์

5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1-2 คาบเรียน/สัปดาห์ 3-4 คาบเรียน/สัปดาห์ 5-6 คาบเรียน/สัปดาห์

2. กิจกรรมการเรียนการสอนเป็นแบบใด

แบบเดี่ยว แบบกลุ่ม

3. จำนวนนักเรียนที่ใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้วิทยาศาสตร์แบบเป็นกลุ่ม กลุ่มละกี่คน

4 คน/กลุ่ม 5 คน/กลุ่ม 6 คน/กลุ่ม

ตอนที่ 3 ข้อมูลเกี่ยวกับความต้องการพื้นฐานของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่ท่านมีความต้องการมากที่สุด

1. ด้านหน้าที่ใช้สอย

1.1 รูปแบบการใช้งานชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องวิทยาศาสตร์

ใช้เฉพาะการปฏิบัติงานวิทยาศาสตร์ภายในห้องวิทยาศาสตร์เท่านั้น

ใช้งานนอกประสงค์สามารถใช้กับห้องเรียนอื่นๆได้

1.2 ประเภทโครงสร้างของเฟอร์นิเจอร์

แบบถอดประกอบได้ แบบสำเร็จรูป

1.3 โครงสร้างโต๊ะ

มีลิ้นชัก ไม่มีลิ้นชัก

มีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์ ไม่มีตู้เก็บอุปกรณ์วิทยาศาสตร์

1.4 โครงสร้างเก้าอี้

ปรับระดับได้ ปรับระดับไม่ได้

มีพนักพิง ไม่มีพนักพิง

มีล้อ ไม่มีล้อ

2. ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ส่งเสริมการใช้งานสัมพันธ์กันเป็นกลุ่ม
- มีความเป็นส่วนตัวในการใช้งาน

3. ด้านความสวยงาม

3.1 รูปทรงในการออกแบบ

- รูปทรงเรขาคณิต รูปทรงเลียนแบบธรรมชาติ รูปทรงอิสระ

3.2 สีที่ใช้ในการออกแบบ

- ใช้จิตวิทยาสี สีประจำโรงเรียน

4. ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย

- มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน
- ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย
- มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ

5. ด้านวัสดุและการผลิต

5.1 วัสดุหลักที่ใช้ผลิตโต๊ะวิทยาศาสตร์

- ไม้ พลาสติก เหล็ก อื่นๆ

5.2 วัสดุหลักที่ใช้ผลิตเก้าอี้

- ไม้ พลาสติก เหล็ก อื่นๆ

ผู้ประเมิน

(.....)

ขอขอบพระคุณยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
 สิริยากร สุสมร (ผู้จัดทำแบบสอบถาม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการ
วิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ
ในการวิจัยเรื่อง

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาและออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา ประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบ เพื่อหารูปแบบของแนวทางการออกแบบที่เหมาะสมในงานออกแบบผลิตภัณฑ์

- (1) ด้านหน้าที่ใช้สอย
- (2) ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- (3) ด้านความสวยงาม
- (4) ด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย
- (5) ด้านวัสดุ

โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

แบบสัมภาษณ์ชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม
- ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
- ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นางสาวสิริยากร สุสมร

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบประเมินความเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 ชื่อ - นามสกุล ของผู้ประเมิน

2 ตำแหน่ง/หน้าที่ในปัจจุบัน

3 สถานที่ทำงาน

4 วุฒิการศึกษา

5 ประสบการณ์ในการทำงาน


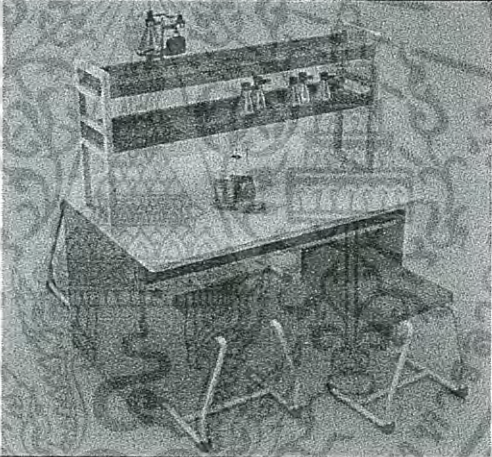

โดยในแต่ละข้อของแบบประเมินความเหมาะสมจากผู้เชี่ยวชาญและผู้ทรงคุณวุฒิ มีเกณฑ์การให้คะแนนแบบประเมินความเหมาะสม ดังนี้

| | | | |
|-------|---|---------|-------------------------|
| ระดับ | 5 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมากที่สุด |
| ระดับ | 4 | หมายถึง | มีความเหมาะสมมาก |
| ระดับ | 3 | หมายถึง | มีความเหมาะสมปานกลาง |
| ระดับ | 2 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อย |
| ระดับ | 1 | หมายถึง | มีความเหมาะสมน้อยที่สุด |







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 แบบประเมินความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับคะแนนความเหมาะสมของแนวทางการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

| แบบที่ | แนวทางการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา |
|--------|--|
| 1 |  |
| 2 |  |
| 3 |  |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

|  | |  | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|--|--|--|--|--|--|
| รูปแบบที่ 1 | | รูปแบบที่ 2 | | | | | รูปแบบที่ 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
| ข้อที่ | รายการประเมินความเหมาะสม | รูปแบบที่ 1 | | | | | รูปแบบที่ 2 | | | | | รูปแบบที่ 3 | | | | | | | | | | |
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | | | | | | |
| 1 | ด้านหน้าที่ใช้สอย | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.1 มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.2 มีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วนกับการใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.3 โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 1.4 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับกิจกรรมและพื้นที่ได้ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2. | ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.1 มีน้ำหนักที่เหมาะสมเคลื่อนย้ายสะดวก | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.2 ขนาดความกว้างของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.3 ขนาดความสูงของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.4 ขนาดความกว้างของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 2.5 ขนาดความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|  | |  | | | | |  | | | | | | | | | | | | | | | |
| รูปแบบที่ 1 | | รูปแบบที่ 2 | | | | | รูปแบบที่ 3 | | | | | | | | | | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ข้อที่ | รายการประเมินความเหมาะสม | รูปแบบที่ 1 | | | | | รูปแบบที่ 2 | | | | | รูปแบบที่ 3 | | | | |
|--------|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|-------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 3. | ด้านความสวยงาม | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.1 รูปแบบสวยงาม ทันสมัย | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.2 รูปทรงเหมาะสมและดึงดูด ผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.3 สีสีนเหมาะสมและดึงดูด ผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 3.4 มีความกลมกลืนกับบรรยากาศ ภายในห้องเรียน | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | ด้านความแข็งแรงความและ ปลอดภัย | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.1 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้ งาน | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.2 ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 4.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน มี การลอบคม เหลี่ยมมุมต่างๆ | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | ด้านวัสดุและการผลิต | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.1 วัสดุมีความทนทานต่อการใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.2 วัสดุมีความทนทานต่อสารเคมีที่ ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.3 วัสดุมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน | | | | | | | | | | | | | | | |
| ข้อที่ | รายการประเมินความเหมาะสม | รูปแบบที่ 1 | | | | | รูปแบบที่ 2 | | | | | รูปแบบที่ 3 | | | | |
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| | 5.4 ความเหมาะสมในการประกอบ ชิ้นส่วนต่างๆ และการติดตั้ง | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.5 ความเหมาะสมในการผลิตใน ระบบอุตสาหกรรม | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 5.6 แนวโน้มของการผลิตได้จริง | | | | | | | | | | | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ
ออกแบบ

(ครูอาจารย์ประจำกลุ่มสาระวิทยาศาสตร์)

เพื่อการวิจัยเรื่อง

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาและออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้รูปแบบใหม่ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อเก็บข้อมูลด้านต่างๆดังนี้

- (1) ความพึงพอใจด้านหน้าที่ใช้สอย
- (2) ความพึงพอใจด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- (3) ความพึงพอใจด้านความสวยงาม
- (4) ความพึงพอใจด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย
- (5) ความพึงพอใจด้านวัสดุ

โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

แบบสอบถามชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
- ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นางสาวสิริยากร สุสมร

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่เป็นจริงเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

ต่ำกว่า 20 ปี

21 – 29 ปี

30 – 39 ปี

40 – 49 ปี

มากกว่า 50 ปีขึ้นไป

2 ตำแหน่ง/หน้าที่ในปัจจุบัน

3 สถานที่ทำงาน/สังกัด

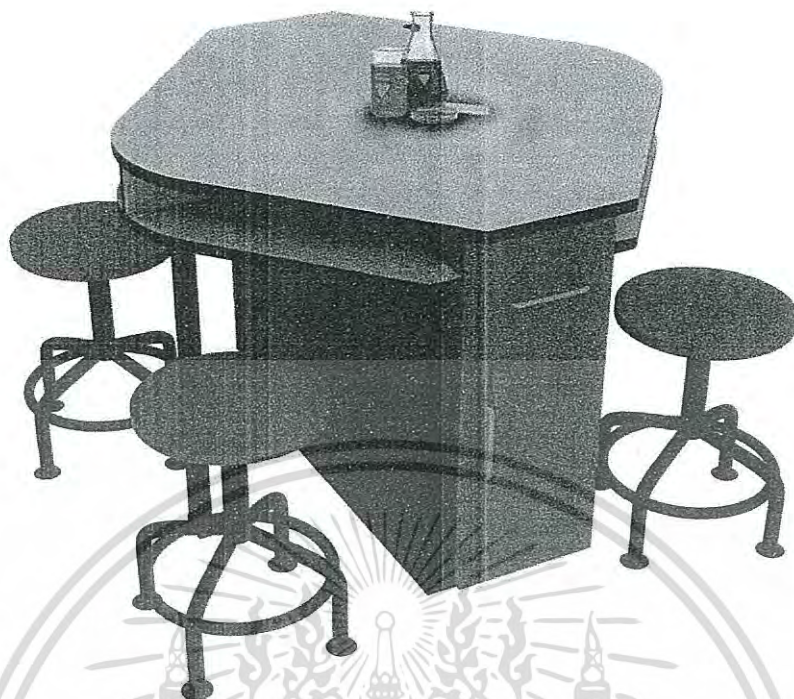
4 วุฒิการศึกษา

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับคะแนนที่ท่านพึงพอใจต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

| | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ข้อที่ | รายการประเมินความพึงพอใจ | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | ความพึงพอใจด้านหน้าที่ใช้สอย | | | | | |
| | 1.1 มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งาน ปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| | 1.2 มีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วนกับการใช้งาน | | | | | |
| | 1.3 โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมกับการ ใช้งาน | | | | | |
| | 1.4 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับกิจกรรม และพื้นที่ได้ | | | | | |
| 2 | ด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน | | | | | |
| | 2.1 มีน้ำหนักที่เหมาะสม เคลื่อนย้ายสะดวก | | | | | |
| | 2.2 ขนาดความกว้างของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.3 ขนาดความสูงของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.4 ขนาดความกว้างของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.5 ขนาดความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วน ผู้ใช้งาน | | | | | |
| 3 | ด้านความสวยงาม | | | | | |
| | 3.1 รูปแบบสวยงาม ทันสมัย เหมาะสมกับผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.2 รูปทรงเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.3 สีสีนเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.4 มีความกลมกลืนกับบรรยากาศภายใน ห้องเรียน | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ข้อที่ | รายการประเมินความพึงพอใจ | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|--------|---|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | ด้านความแข็งแรงความและความปลอดภัย | | | | | |
| | 4.1 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน | | | | | |
| | 4.2 ซ่อมแซมดูแลรักษาง่าย | | | | | |
| | 4.3 มีความปลอดภัยในการใช้งาน มีการลดคมเหลี่ยมมุมต่างๆ | | | | | |
| 5. | ด้านวัสดุและการผลิต | | | | | |
| | 5.1 วัสดุมีความทนทานต่อการใช้งาน | | | | | |
| | 5.2 วัสดุมีความทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| | 5.3 วัสดุมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 5.4 การประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบพระคุณยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
สิริยากร สุสมร (ผู้จัดทำแบบสอบถาม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบสอบถามความพึงพอใจที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ที่ได้รับการ
ออกแบบ
(นักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา)
เพื่อการวิจัยเรื่อง
การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง

แบบประเมินความเหมาะสมนี้จัดทำขึ้นเพื่อการศึกษาและออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อจะประเมินความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้รูปแบบใหม่ ซึ่งผู้วิจัยใช้แบบสอบถามความพึงพอใจเพื่อเก็บข้อมูลด้านต่างๆ ดังนี้

- (1) ความพึงพอใจด้านหน้าที่ใช้สอย
- (2) ความพึงพอใจด้านความสะดวกสบายในการใช้งาน
- (3) ความพึงพอใจด้านความสวยงาม
- (4) ความพึงพอใจด้านความแข็งแรงและความปลอดภัย
- (5) ความพึงพอใจด้านวัสดุ

โดยมีวัตถุประสงค์ของงานวิจัย ดังนี้

1. เพื่อศึกษากระบวนการออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
2. เพื่อออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตามเกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน
4. เพื่อประเมินความพึงพอใจรูปแบบของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

แบบสอบถามชุดนี้ แบ่งออกเป็น 2 ตอน ดังนี้

- ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม
- ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา
- ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

นางสาวสิริยากร สุสมร

นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาเทคโนโลยีการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่หรือใช้ซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 1 ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถาม

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงใน หน้าข้อความที่เป็นจริงเกี่ยวกับผู้ตอบแบบสอบถาม

1. เพศ

ชาย

หญิง

2. อายุ

7 - 9 ปี

10 - 12 ปี

3. ระดับการศึกษา

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-3

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4-6

ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของกลุ่มเป้าหมายที่มีต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษา

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในตารางตามระดับคะแนนที่ท่านพึงพอใจต่อชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ โดยมีระดับคะแนน ดังนี้

| | | |
|---|---------|-------------------|
| 5 | หมายถึง | พึงพอใจมากที่สุด |
| 4 | หมายถึง | พึงพอใจมาก |
| 3 | หมายถึง | พึงพอใจปานกลาง |
| 2 | หมายถึง | พึงพอใจน้อย |
| 1 | หมายถึง | พึงพอใจน้อยที่สุด |



รูปแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| ข้อที่ | รายการประเมินความพึงพอใจ | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|--------|--|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 1 | ความพึงพอใจด้านหน้าที่ใช้สอย | | | | | |
| | 1.1 มีรูปแบบการใช้งานที่เหมาะสมกับการใช้งานปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| | 1.2 มีประโยชน์ใช้สอยที่ครบถ้วนกับการใช้งาน | | | | | |
| | 1.3 โครงสร้างชุดโต๊ะเก้าอี้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน | | | | | |
| | 1.4 สามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบให้เข้ากับกิจกรรมและพื้นที่ได้ | | | | | |
| 2 | ด้านความสะอาดสบายในการใช้งาน | | | | | |
| | 2.1 มีน้ำหนักที่เหมาะสม เคลื่อนย้ายสะดวก | | | | | |
| | 2.2 ขนาดความกว้างของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.3 ขนาดความสูงของโต๊ะเหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.4 ขนาดความกว้างของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 2.5 ขนาดความสูงของเก้าอี้เหมาะสมกับสัดส่วนผู้ใช้งาน | | | | | |
| 3 | ด้านความสวยงาม | | | | | |
| | 3.1 รูปแบบสวยงาม ทันสมัย เหมาะสมกับผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.2 รูปทรงเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.3 สีสีนเหมาะสมและดึงดูดผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 3.4 มีความกลมกลืนกับบรรยากาศภายในห้องเรียน | | | | | |

| ข้อที่ | รายการประเมินความพึงพอใจ | ระดับความพึงพอใจ | | | | |
|--------|------------------------------------|------------------|---|---|---|---|
| | | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 4 | ด้านความแข็งแรงความและความปลอดภัย | | | | | |
| | 4.1 มีความแข็งแรงทนทานต่อการใช้งาน | | | | | |
| | 4.2 ซ่อมแซมดูแลรักษาได้ง่าย | | | | | |

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ จังหวัดปทุมธานี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

| | | | | | | |
|----|---|--|--|--|--|--|
| | 4.3 มีความปลอดภัยในการทำงาน มีการลดความเสี่ยงมมต่างๆ | | | | | |
| 5. | ด้านวัสดุและการผลิต | | | | | |
| | 5.1 วัสดุมีความทนทานต่อการใช้งาน | | | | | |
| | 5.2 วัสดุมีความทนทานต่อสารเคมีที่ใช้ในการทดลองวิทยาศาสตร์ | | | | | |
| | 5.3 วัสดุมีความปลอดภัยต่อผู้ใช้งาน | | | | | |
| | 5.4 การประกอบชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่างๆ มีความเหมาะสม | | | | | |

ตอนที่ 3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

ขอขอบพระคุณยิ่งที่ให้ความร่วมมือในการตอบแบบสอบถาม
สิริยากร สุสมร (ผู้จัดทำแบบสอบถาม)

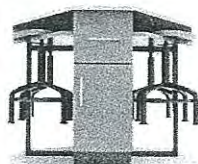
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



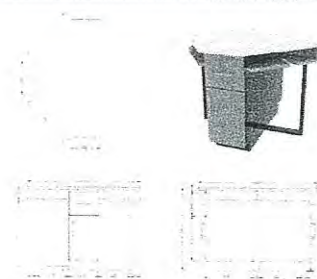
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SKD.1

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา DESIGN OF SCIENCE LAB TABLE AND CHAIR FOR ELEMENTARY STUDENTS

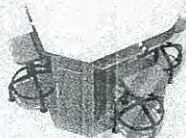


CONCEPT DESIGN :
ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
- โต๊ะขนาดสี่เหลี่ยมที่มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อ
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้



โต๊ะ - ที่โต๊ะ มีแป้นกดสำหรับปรับความสูงโต๊ะ ปรับความสูงของโต๊ะ
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้

ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
- โต๊ะขนาดสี่เหลี่ยมที่มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อ
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้



เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้า
400 (mm)

SKD.2

การออกแบบชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษา DESIGN OF SCIENCE LAB TABLE AND CHAIR FOR ELEMENTARY STUDENTS



CONCEPT DESIGN : ชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ ประกอบด้วย
- โต๊ะขนาดสี่เหลี่ยมที่มีขนาดโต๊ะและเก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อ
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้
- เก้าอี้ปรับได้โดยมีล้อและมีที่วางเท้าปรับได้

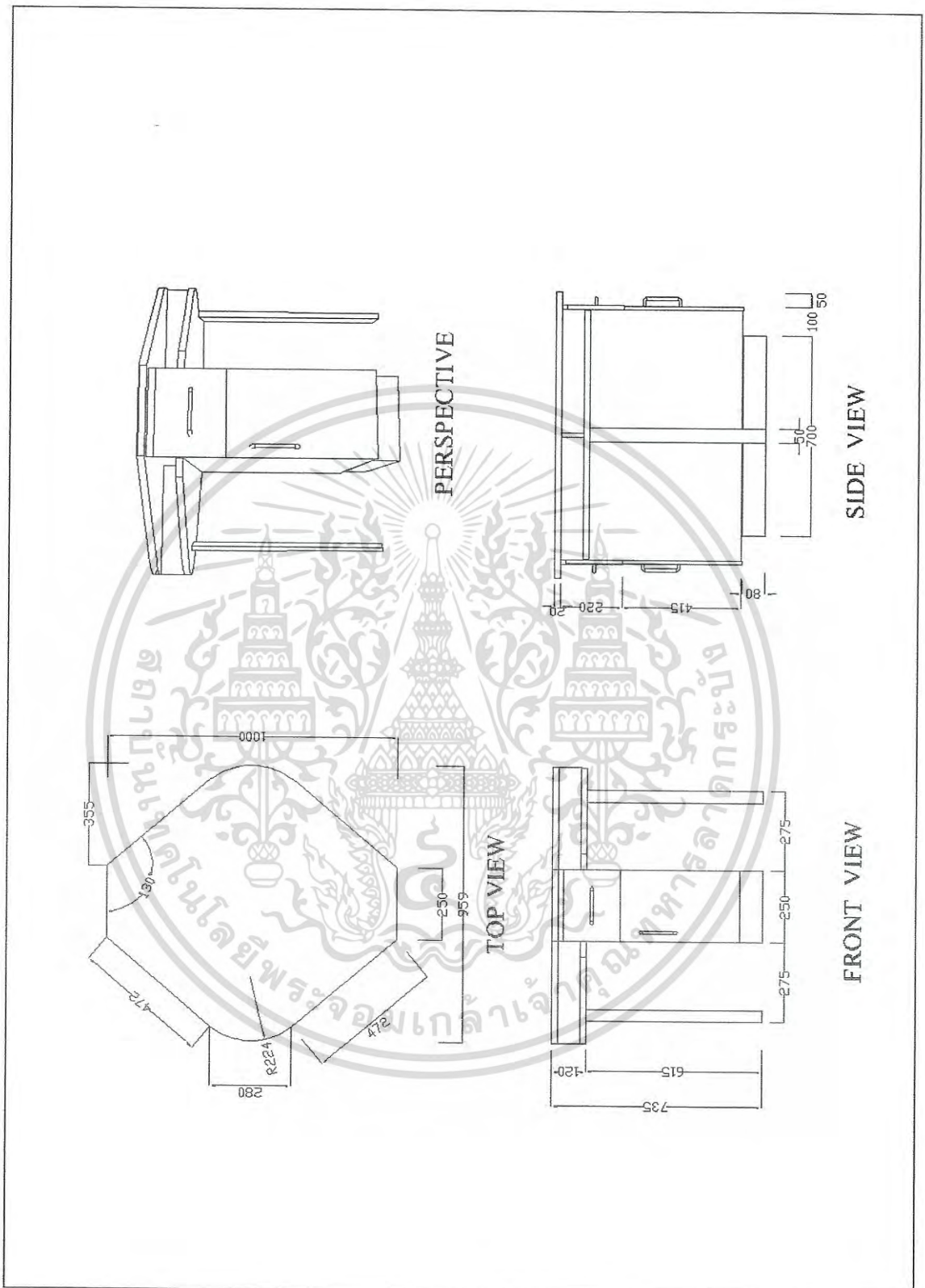


วางซ้อนกันได้

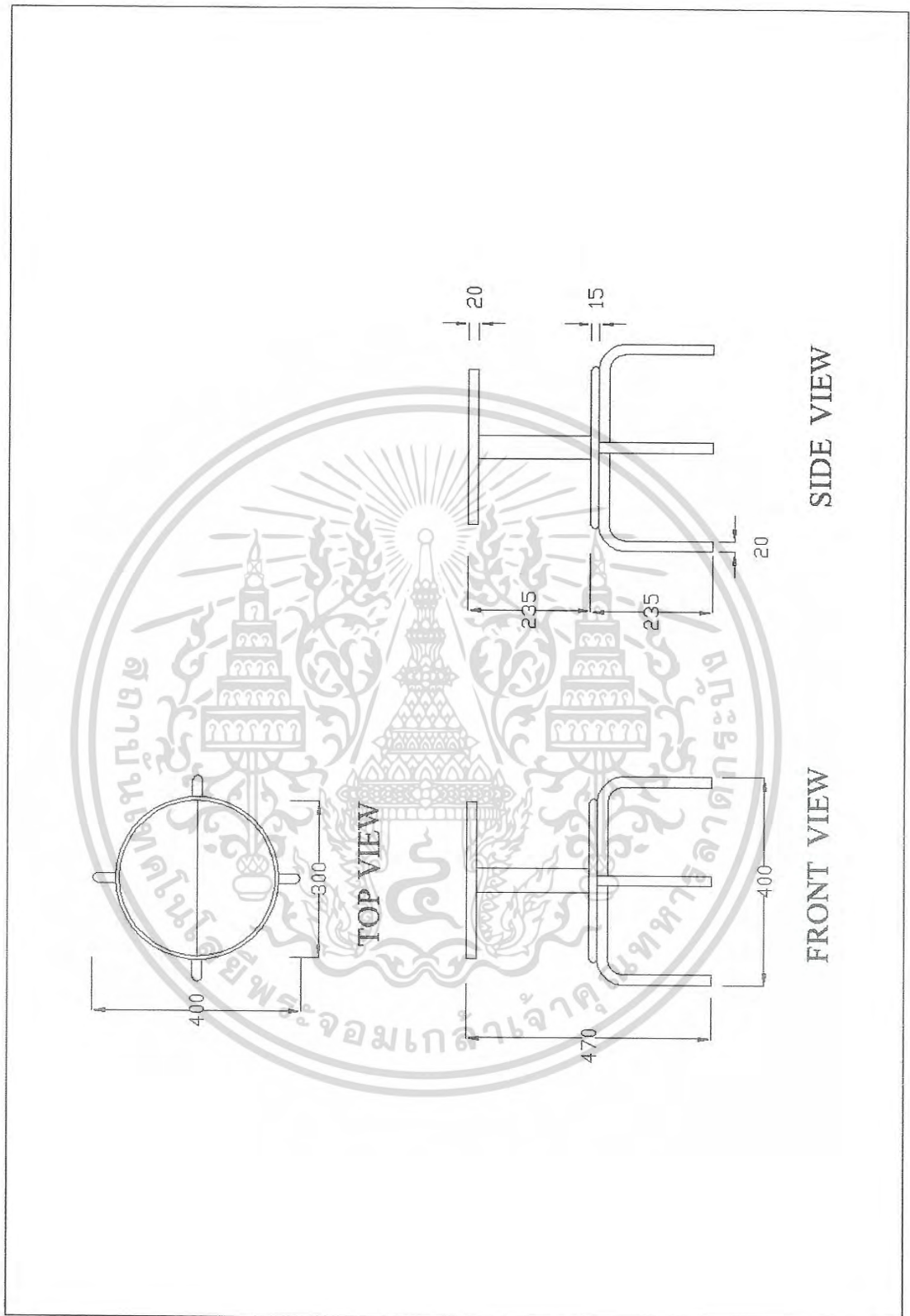
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



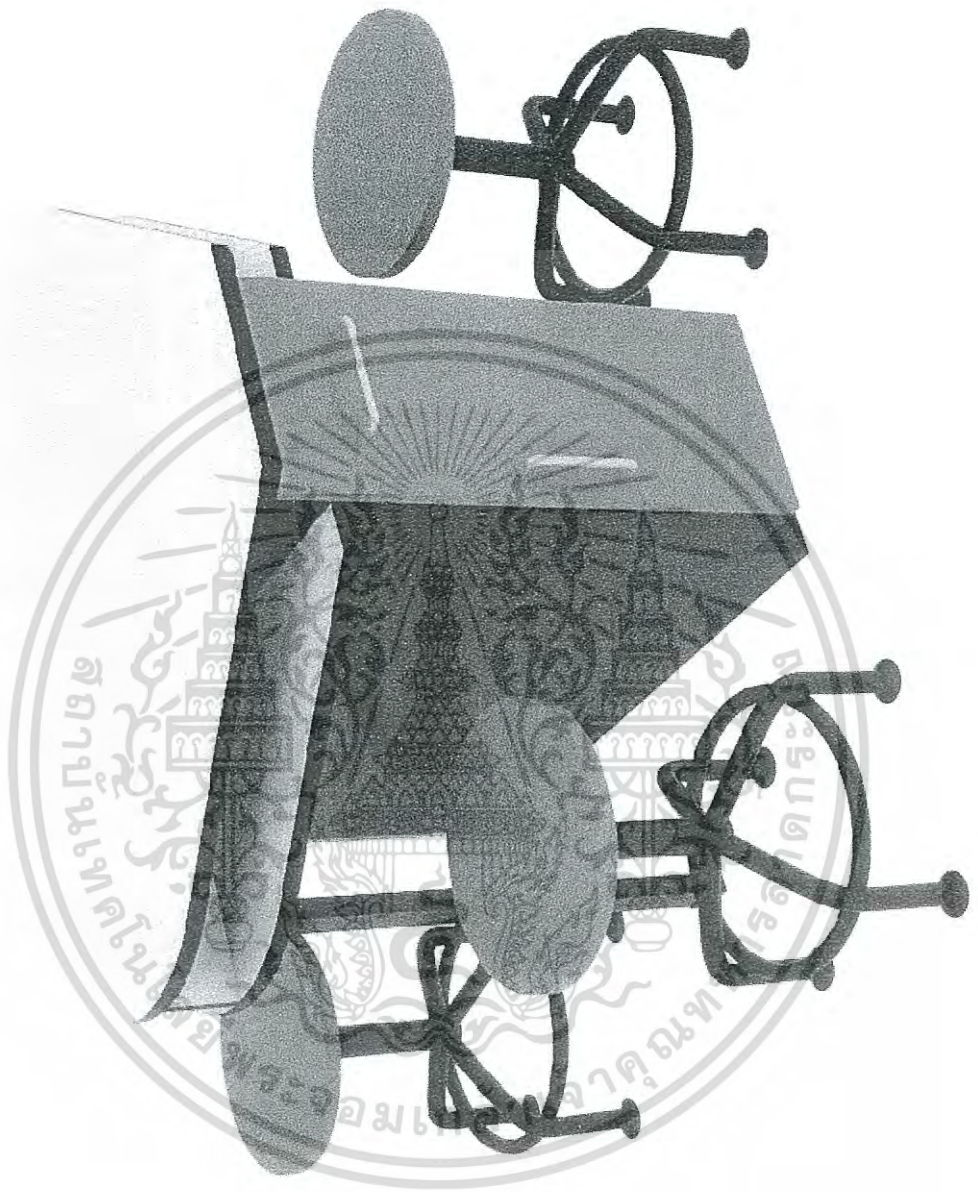
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



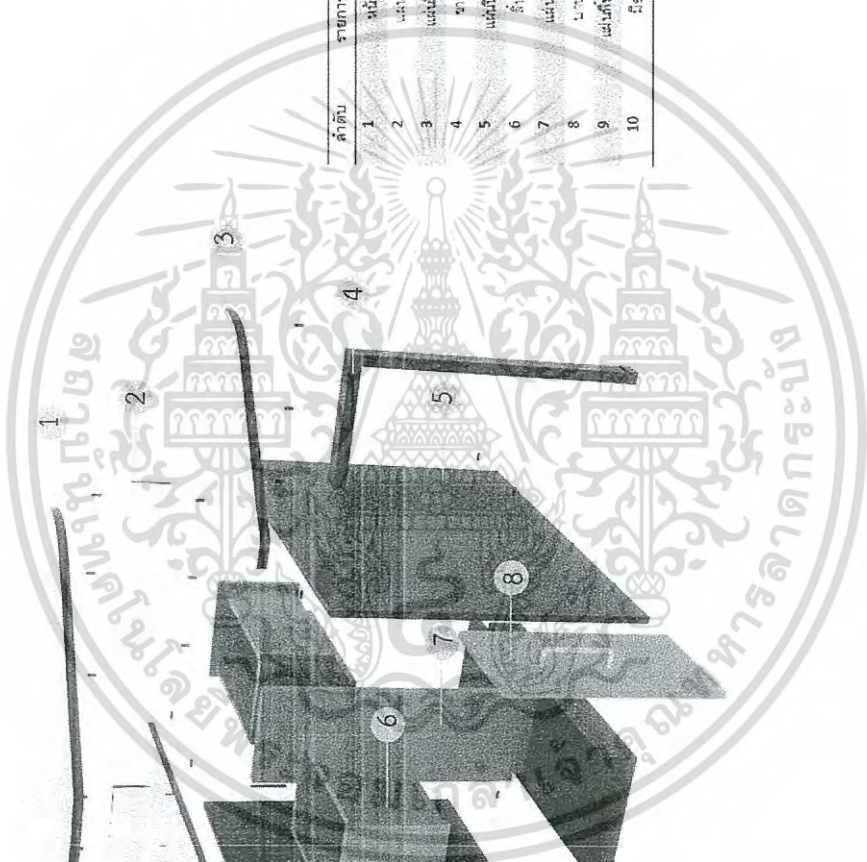
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางรายการวัสดุ

| ลำดับ | รายการชิ้นส่วน | วัสดุ | จำนวน (ชิ้น) |
|-------|----------------|--|--------------|
| 1 | หน้าโต๊ะ | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้าขนาด 1 เมตร x 0.5 เมตร | 1 |
| 2 | แผงบาน | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 2 |
| 3 | แผ่นหลัง | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 2 |
| 4 | ขาโต๊ะ | เหล็กกล่อง 4 นิ้ว | 2 |
| 5 | แผ่นยึดข้าง | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 2 |
| 6 | ลิ้นชัก | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 2 |
| 7 | แผ่นกั้นผู้ | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 1 |
| 8 | บานเปิด | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 2 |
| 9 | แผ่นกั้นกันตะ | พลาสติกชนิดแข็งสีฟ้า 0.5 เมตร x 0.5 เมตร | 1 |
| 10 | มือจับ | สแตนเลส | 4 |

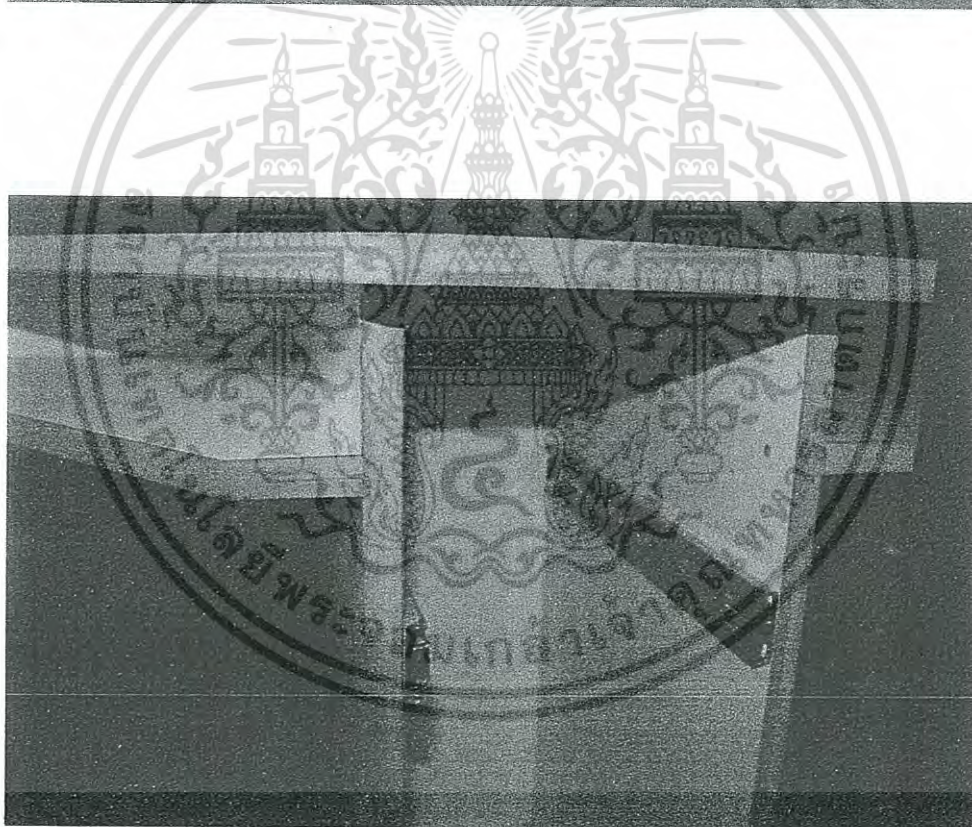
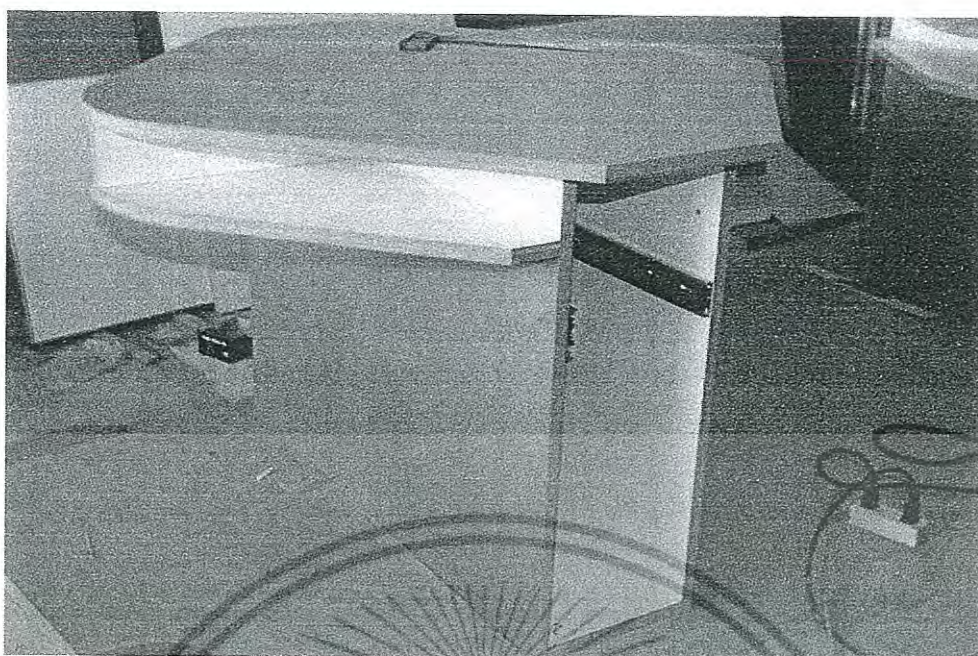


Assembly

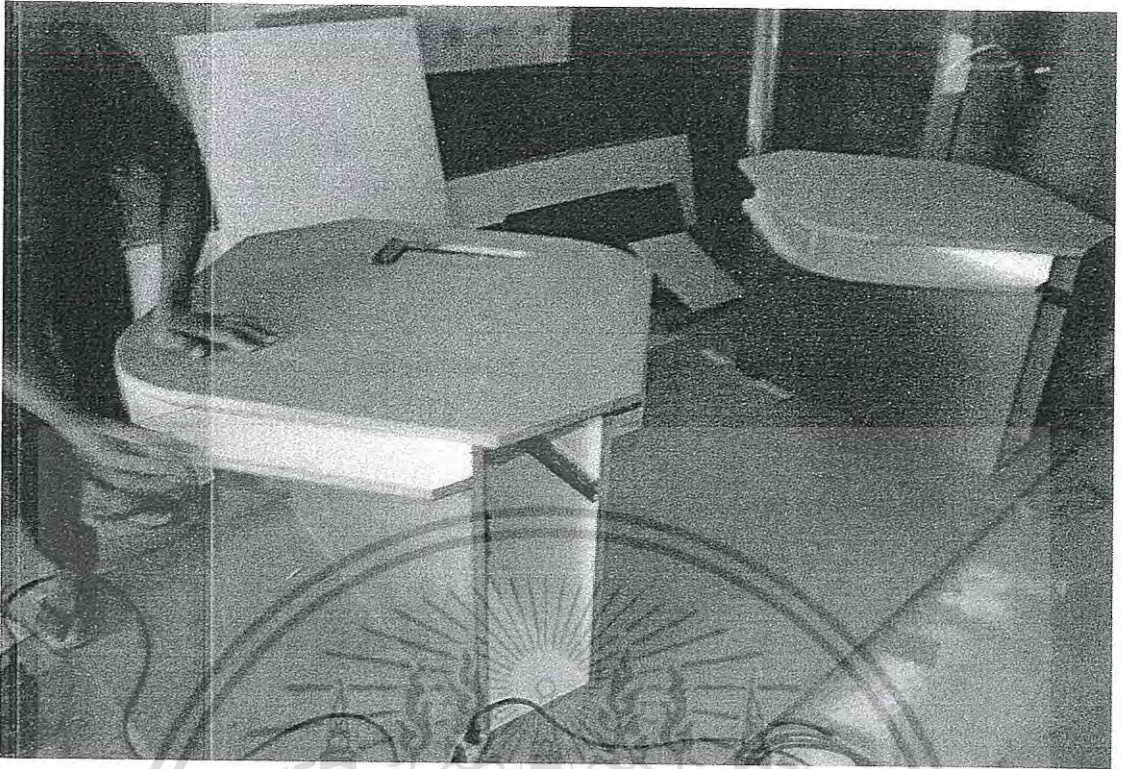
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

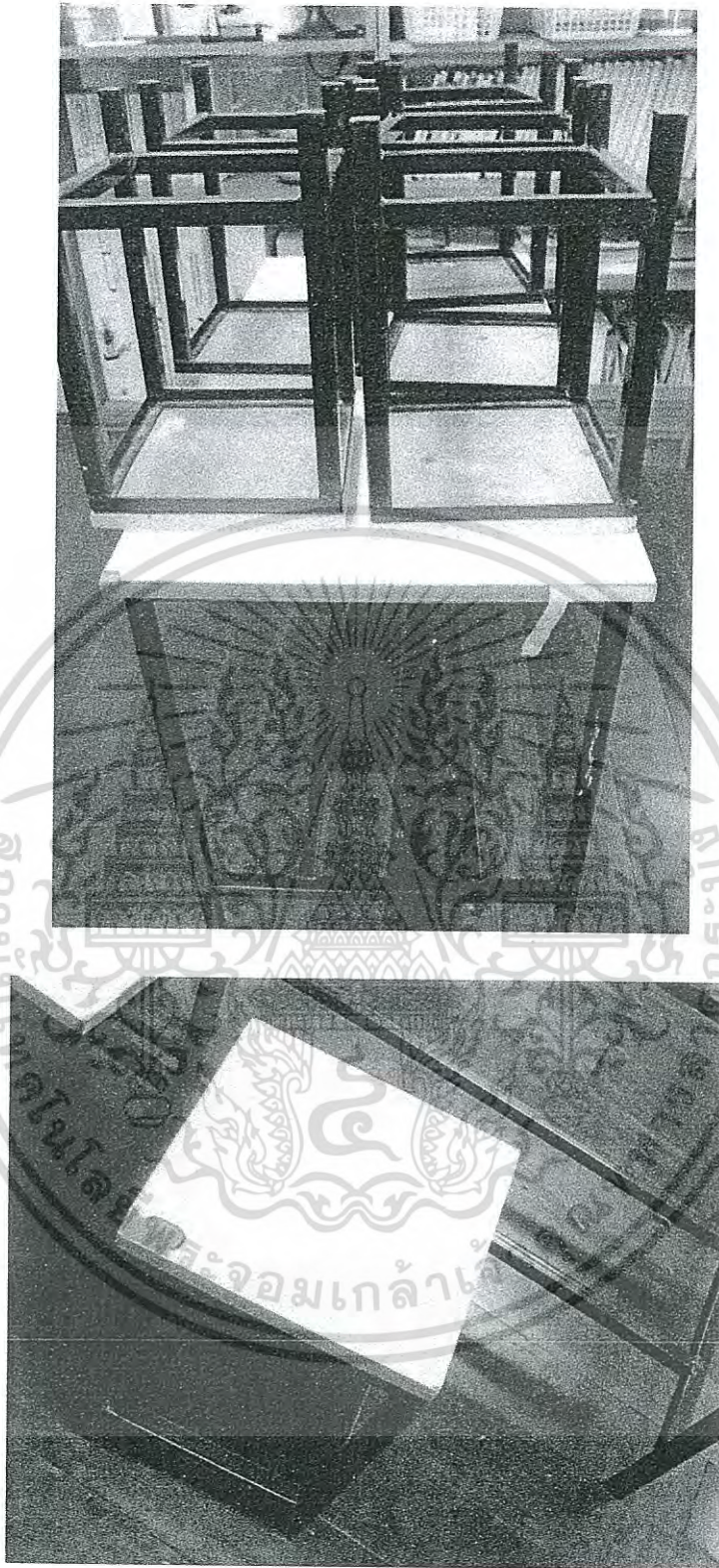


ภาคผนวก ฉ
ภาพการลงพื้นที่เก็บข้อมูลเบื้องต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

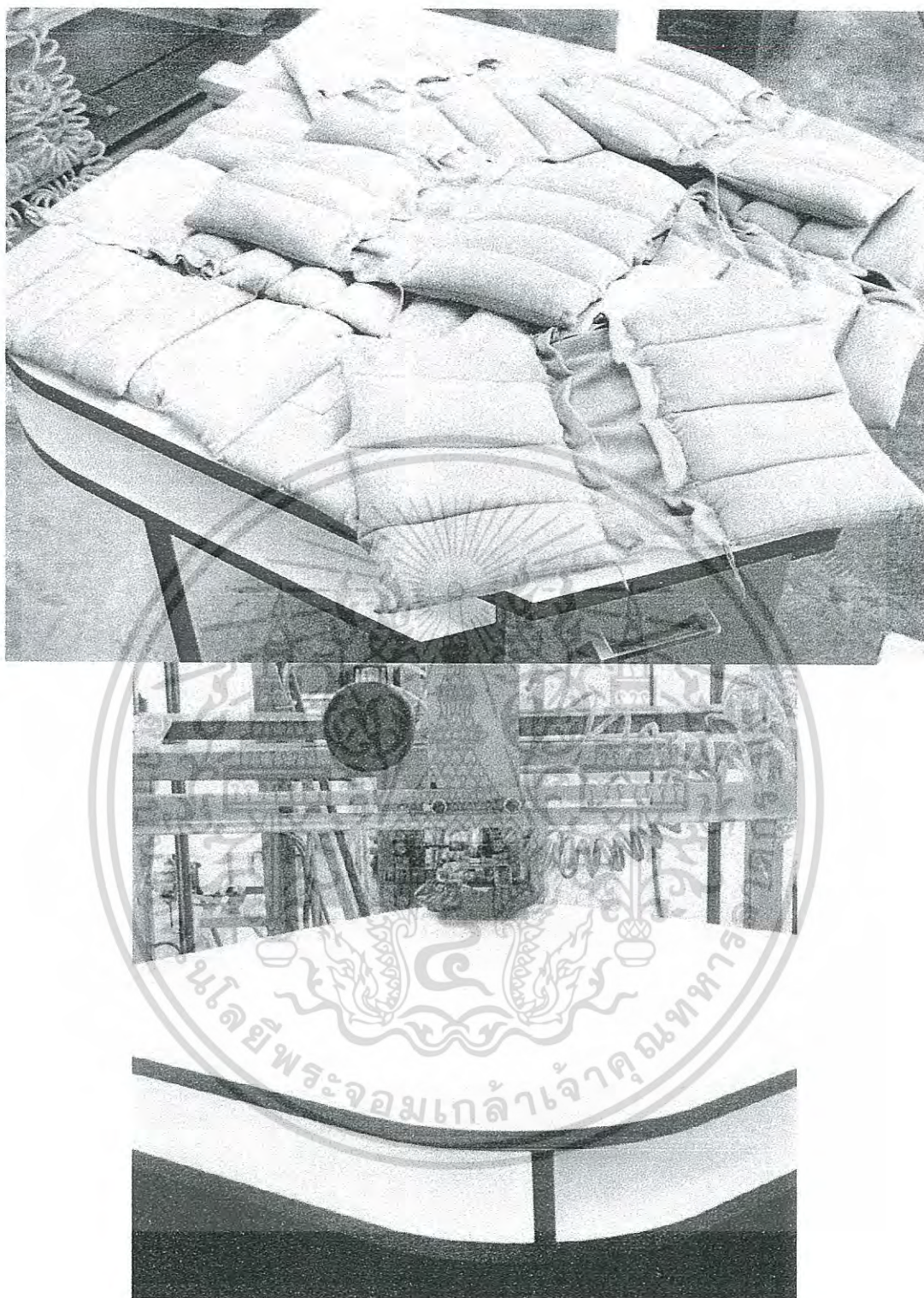


ภาคผนวก ช
ภาพทดสอบประสิทธิภาพของชุดโต๊ะเก้าอี้ภายในห้องปฏิบัติการวิทยาศาสตร์ตาม
เกณฑ์มาตรฐานการทดสอบเครื่องเรือน

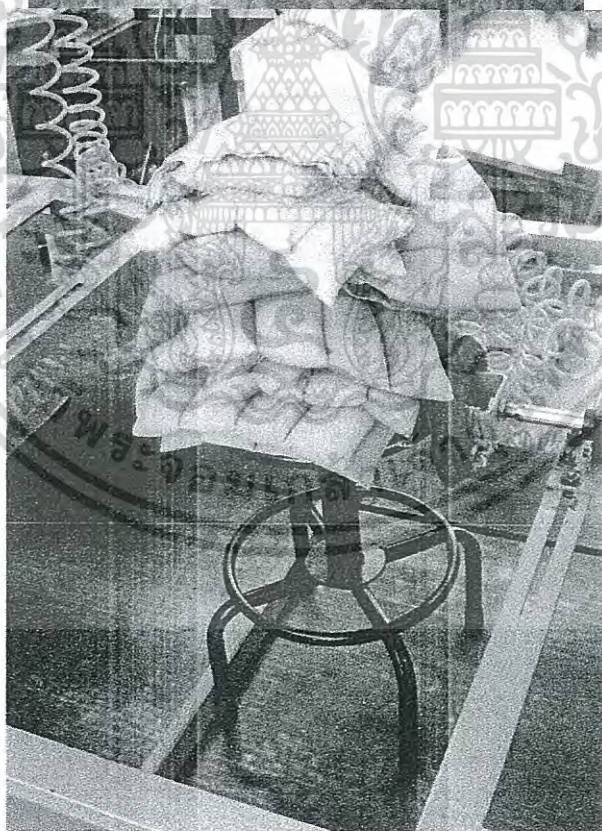
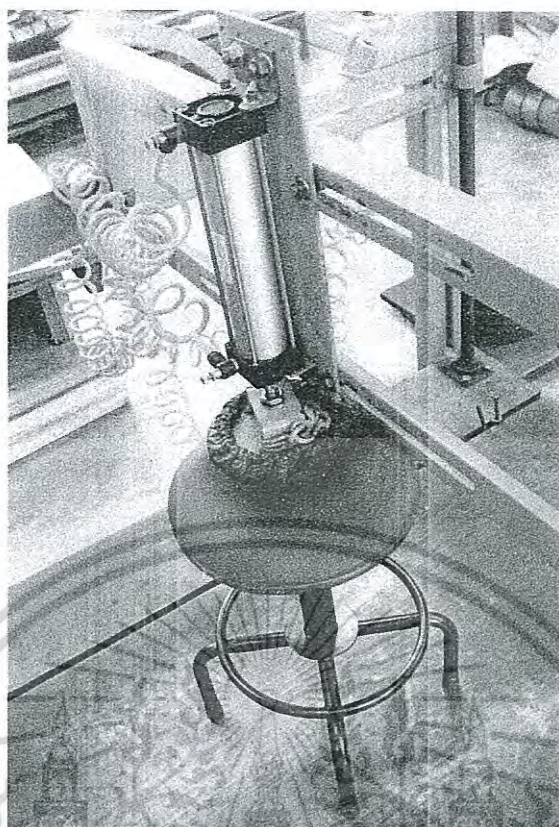
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



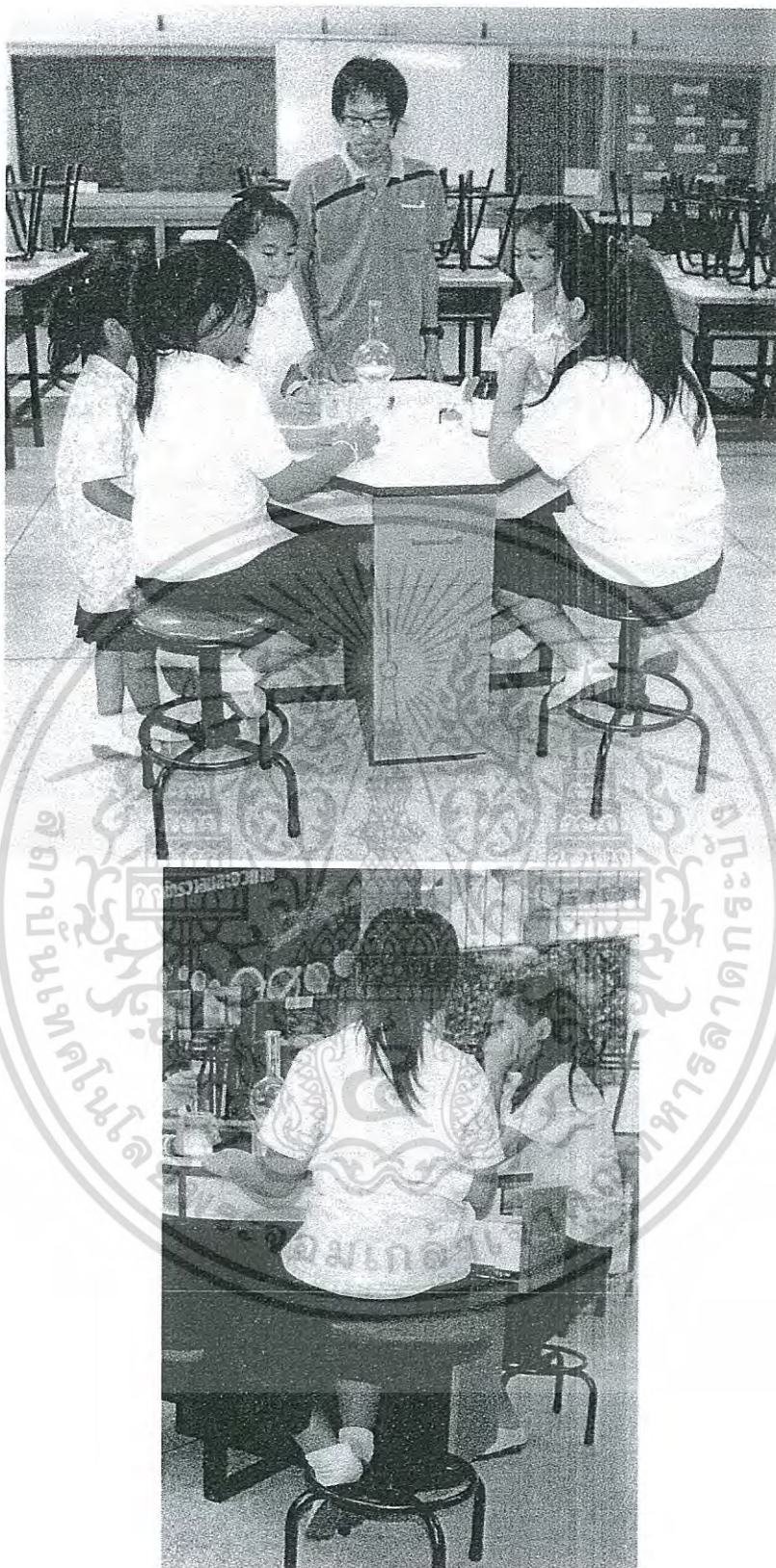
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



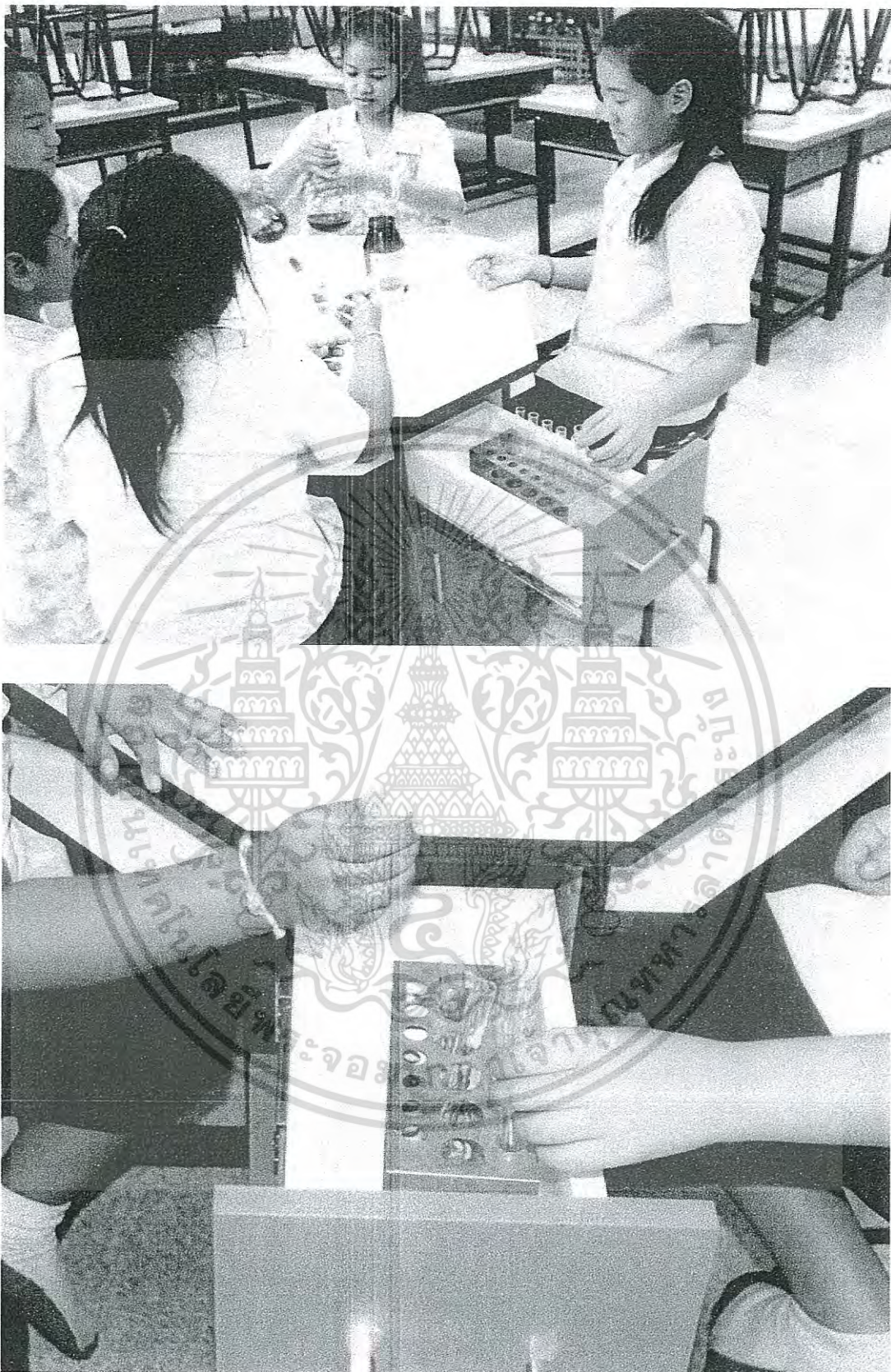
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

| | |
|------------------|---|
| ชื่อ - สกุล | นางสาวสิริยากร สุขสมร |
| วัน เดือน ปีเกิด | 21 ธันวาคม 2530 |
| ที่อยู่ | 583/207 ซิตีโฮม รัชดาภิเษก ซอย 10 ถนนรัชดาภิเษก แขวงห้วยขวาง เขตห้วยขวาง กรุงเทพมหานคร |
| ประวัติการศึกษา | ปีการศึกษา 2553 ปริญญาสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาการ ออกแบบอุตสาหกรรม (สธ.บ.) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ปีการศึกษา 2557 ปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยี ออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง |
| ประวัติการทำงาน | พ.ศ.2554 – 2556 นักออกแบบผลิตภัณฑ์ บริษัท แชนพริซิชั่น จำกัด |



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้