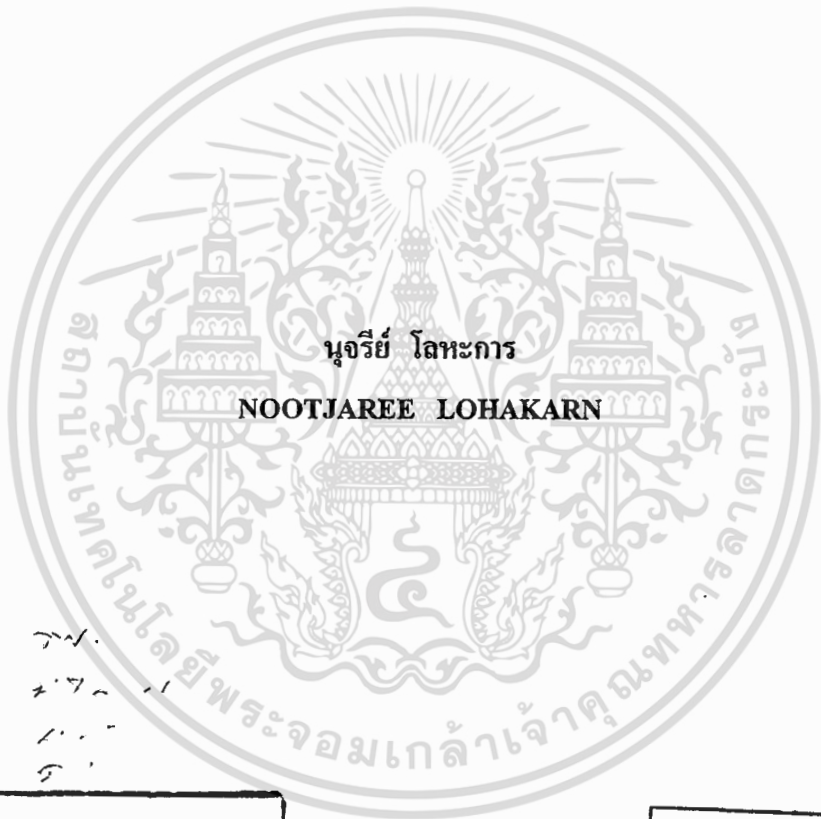


สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TIMBER



นุจรีย์ โลหะการ

NOOTJAREE LOHAKARN

77  
\* 7  
1  
5

เลขหม.....
เลขทะเบียน..... 47732
วัน, เดือน, ปี..... 22 ส.ค. 2546

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ISBN 974-9546-23-7

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TIMBER**



**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
MASTER OF INDUSTRIAL EDUCATION PROGRAM IN EDUCATIONAL  
TECHNOLOGY IN VOCATIONAL AND TECHNICAL EDUCATION  
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

**2002**

**ISBN 974-9546-23-7**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



**COPYRIGHT 2002**

**SCHOOL OF GRADUATE STUDIES**

**KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

ขอสงวนลิขสิทธิ์ของเอกสารนี้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง
นักศึกษา	นางนุจรีย์ โลหะการ
รหัสประจำตัว	42064513
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พรณิ ลีกิจวัฒน์

### บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชา วัสดุการก่อสร้าง เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  : 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย เป็นนักศึกษา ระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ได้มาจากการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย โดยการจับฉลากจำนวน 40 คน แบ่งเป็น 2 กลุ่มๆ ละ 20 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองที่ดำเนินการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มควบคุม ที่เรียนโดยการสอนปกติตามวิธีสอนของอาจารย์ผู้สอน วิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Independent Sample t-test

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ที่ได้สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  : 78.56/80.33 เป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

<b>Thesis Title</b>	Computer Assisted Instruction on Timber
<b>Student</b>	Mrs.Nootjaree Lohakarn
<b>Student ID.</b>	42064513
<b>Degree</b>	Master of Industrial Education
<b>Programme</b>	Educational Technology in Vocational and Technical Education
<b>Year</b>	2002
<b>Thesis Advisor</b>	Associate Professor Dr.Supit Karnjanapun
<b>Thesis Co-Advisor</b>	Assistant Professor Dr.Punnee Leekitchwatana

## ABSTRACT

The purposes of the study were to construct and find out the efficiencies of the computer assisted instruction on Timber: one of the material construction subject contents. The  $E_1/E_2$  : 80/80 criteria was used to identify the effectiveness, and the learning achievement on the computer assisted instruction on timber were higher than did the normal teaching method.

The population defined in the study were 1<sup>st</sup> year, 2<sup>nd</sup> semester students from the Faculty of Architecture; Bachelor degree program at Rangsit University. The sampling random samples of 40 purposive samplings were divided into 2 groups of 20 students; the 1<sup>st</sup> group for computer assisted instruction students, and the 2<sup>nd</sup> group for a traditional class control group students. Data of study were analyzed statistically by using the independent samples t-test method.

The result of the study in computer assisted instruction was found effective in terms of defined  $E_1/E_2$  : 78.56/80.33 according to the criteria 80/80 and the learning achievement between the group learned with the computer assisted instruction were significantly higher than the group learned with a traditional teaching method with alpha level at 0.05.

# กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ด้วยคำแนะนำ คำปรึกษา และการให้ความรู้เกี่ยวกับออกแบบระบบการเรียนการสอน จาก รองศาสตราจารย์ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธุ์ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ การออกแบบการวิจัยและการคำนวณค่าทางสถิติต่างๆ จากผู้ช่วยศาสตราจารย์ดร.พรณี ลีกิจวัณณะ ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์ดร.สุรสิทธิ์ ราตรี ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้โปรแกรม Macromedia Authorware ซึ่งเป็นโปรแกรมหลักในการผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ และให้คำแนะนำระหว่างการผลิตสื่อ ในรายละเอียดของการใช้โปรแกรมที่ผู้วิจัยแก้ปัญหาไม่ได้

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์อรุณพร ฤทธิเกิด ผู้ให้ความรู้เกี่ยวกับการผลิตสื่อวีดิทัศน์ การเขียนสคริปต์ การตัดต่อ การใส่เสียงประกอบ รวมทั้งคำแนะนำต่างๆ สำหรับทางเลือกในการตัดสินใจระหว่างการประกอบสื่อเหล่านี้ลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธน วิริยะสมบูรณ์ และอาจารย์ชาติ ไกรฤกษ์ ที่ได้ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาวิชา ให้คำแนะนำและให้คำแนะนำและให้คำแนะนำและให้คำแนะนำเกี่ยวกับสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา

ขอขอบคุณ อาจารย์เนือชิน กันตะบุตร อาจารย์กมล เกียรติเรืองกมล และอาจารย์ภรตธรรม สัตถกะชาติ ที่ได้ให้คำแนะนำและประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ขอขอบคุณ อาจารย์ณัฐพัชร หลวงพล หัวหน้าห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ที่ได้อำนวยความสะดวก ขณะทดลองใช้สื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มทดลอง

ขอขอบคุณ คุณวุฒิพล อินทรเทวี เจ้าหน้าที่ศูนย์พัฒนาทรัพยากรมนุษย์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่ได้แนะนำ และสาธิตการใช้โปรแกรม Power VCR II, Studio MP10 และ VCD cutter

ขอขอบคุณ คุณเพิ่มศักดิ์ บางสาตี เจ้าหน้าที่ศูนย์เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต ผู้ควบคุมเครื่องบันทึกเสียงคำบรรยาย ก่อนนำมาบรรจุลงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้

ขอขอบคุณ คุณเจริญ เตชเชษฐาวงศ์ คุณกิตติวัฒน์ โลหะการ นางสาวนิรันดร์พร ชำนาญกุล และเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนที่สละเวลาให้คำแนะนำต่างๆ เพื่อแก้ปัญหาในระหว่างการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการทำวิทยานิพนธ์ครั้งนี้

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอบอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นุจรีย์ โลหะการ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง .....	VI
สารบัญภาพ .....	VII
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	2
1.3 สมมติฐานการวิจัย.....	2
1.4 กรอบแนวคิดหรือทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย .....	2
1.5 ขอบเขตของการวิจัย .....	2
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	4
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย .....	4
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.1 ระบบการศึกษาตามระเบียบมหาวิทยาลัยรังสิต .....	6
2.2 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต .....	7
2.3 หลักสูตรรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง .....	8
2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	9
2.5 ขั้นตอนการออกแบบแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	22
2.6 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	28
2.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	41
2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	43
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	45
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	45
3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....	45

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล .....	56
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....	56
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	60
4.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	60
4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ.....	61
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	62
5.1 สรุปผลการวิจัย .....	62
5.2 การอภิปรายผล .....	64
5.3 ข้อเสนอแนะ .....	65
บรรณานุกรม .....	66
ภาคผนวก ก.  รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ .....	70
ภาคผนวก ข.  แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (ด้านเนื้อหา) .....	72
ภาคผนวก ค.  แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ).....	75
ภาคผนวก ง.  เนื้อหาวิชา เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง.....	79
ภาคผนวก จ.  ผลการประเมินความสอดคล้องระหว่างแบบร่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมโดยผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา .....	119
ภาคผนวก ฉ.  แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน .....	132
ภาคผนวก ช.  ตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง .....	142
ภาคผนวก ซ.  การคำนวณค่าทางสถิติ .....	157
ภาคผนวก ฅ.  หนังสือราชการต่างๆ .....	170
ประวัติผู้เขียน .....	179

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1	แสดงตารางการสอน วิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง 3(2-3).....9
2.2	แสดงการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ Gagne'.....29
3.1	แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการประเมินผลของ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา .....48
3:2	แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการประเมินผลของ ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....49
4.1	แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง .....61
4.2	แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติ .....61
ง.1	แสดงการจำแนกประเภทของไม้ .....84
ง.2	แสดงตัวอย่าง ไม้แปรรูปชนิด ไม้เนื้อแข็ง .....85
ง.3	แสดงตัวอย่าง ไม้แปรรูปชนิด ไม้เนื้อแข็งปานกลาง.....86
ง.4	แสดงตัวอย่าง ไม้แปรรูปชนิด ไม้เนื้ออ่อน.....87
จ.1	แสดงจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม .....120
จ.2	แสดงรายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ..121
จ.3	แสดงผลการพิจารณาแบบร่างข้อสอบเทียบกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด .....130
ช.1	แสดงค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t.....158
ช.2	แสดงรายการค่าคะแนนที่คำนวณค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อเลือกนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียน .....159
ช.3	แสดงรายการค่าคะแนนที่คำนวณเพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .. .....160
ช.4	แสดงค่าคะแนนจากผลการทำแบบฝึกหัดและข้อสอบของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง ..163
ช.5	แสดงค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษา ที่เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม .....165

# สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการฝึกหัดและปฏิบัติ .....	13
2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้สอนเนื้อหา.....	14
2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง.....	15
2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอน.....	15
2.5 แสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์.....	35
2.6 แสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	36
3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	51
3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	55
ง.1 แสดงส่วนต่างๆ ของหน้าต่างไม้ .....	81
ง.2 แสดงการหดตัวของไม้แผ่นเรียบ ไม้สี่เหลี่ยม และ ไม้กลม .....	93
ง.3 แสดงการโค้งบิดของไม้ในลักษณะต่างๆ กัน .....	94
ง.4 แสดงลักษณะเครื่องปอกไม้ และเครื่องผ่านไม้.....	100
ง.5 แสดงลักษณะการเลื่อยไม้แปรรูป .....	101
ง.6 แสดงลักษณะสายไม้.....	101
ง.7 แสดงลักษณะการเปลาะไม้.....	113
ง.8 แสดงลักษณะการเข้าชน .....	114
ง.9 แสดงลักษณะการเข้าป่า .....	114
ง.10 แสดงลักษณะการเข้าลิ้น .....	115
ง.11 แสดงลักษณะการเข้าปากกบ .....	115
ง.12 แสดงลักษณะการเข้าทาบ .....	116
ง.13 แสดงลักษณะการเข้าเดือย.....	116
ง.14 แสดงลักษณะการเข้าหางเหยี่ยว .....	117
ง.15 แสดงโครงสร้างพื้น .....	118
ง.16 แสดงโครงสร้างหลังคา .....	118
ช.1 แสดงภาพหน้าจอเริ่มต้น .....	143
ช.2 แสดงภาพหน้าจอลงทะเบียน.....	143
ช.3 แสดงภาพหน้าจอยินดีต้อนรับ.....	143
ช.4 แสดงภาพหน้าจอรายการหลัก.....	144

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ช.5 แสดงภาพหน้าจอกำแนะนำ 1 .....	144
ช.6 แสดงภาพหน้าจอกำแนะนำ 2 .....	144
ช.7 แสดงภาพหน้าจอจุดประสงค์ 1 .....	145
ช.8 แสดงภาพหน้าจอจุดประสงค์ 2 .....	145
ช.9 แสดงภาพหน้าจอเนื้อหาบทเรียน 1 .....	145
ช.10 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (พื้นหลัง) .....	146
ช.11 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (สารบัญ) .....	146
ช.12 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (เนื้อหา) .....	146
ช.13 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (พื้นหลัง) .....	147
ช.14 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (สารบัญ) .....	147
ช.15 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (เนื้อหา) .....	147
ช.16 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (พื้นหลัง) .....	148
ช.17 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (สารบัญ) .....	148
ช.18 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (เนื้อหา) .....	148
ช.19 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (พื้นหลัง) .....	149
ช.20 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (สารบัญ) .....	149
ช.21 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (เนื้อหา) .....	149
ช.22 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 5 (พื้นหลัง) .....	150
ช.23 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 5 (สารบัญ) .....	150
ช.24 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 5 (เนื้อหา) .....	150
ช.25 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (พื้นหลัง) .....	151
ช.26 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (สารบัญ) .....	151
ช.27 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (เนื้อหา) .....	151
ช.28 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (พื้นหลัง) .....	152
ช.29 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (สารบัญ) .....	152
ช.30 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (เนื้อหา) .....	152
ช.31 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (พื้นหลัง) .....	153
ช.32 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (สารบัญ) .....	153

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

## สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
ช.33 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (เนื้อหา) .....	153
ช.34 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (พื้นหลัง) .....	154
ช.35 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (สารบัญ) .....	154
ช.36 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (เนื้อหา) .....	154
ช.37 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (พื้นหลัง) .....	155
ช.38 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (สารบัญ) .....	155
ช.39 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (รายการ) .....	155
ช.40 แสดงภาพหน้าจอข้อสอบ .....	156
ช.41 แสดงภาพหน้าจอแสดงคะแนน .....	156
ช.42 แสดงภาพหน้าจอก่อนจบ .....	156



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการสอนวิชา วัสดุการก่อสร้าง ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต เป็นการสอนแบบบรรยายโดยใช้สื่อการสอนหลายชนิดร่วมกันในแต่ละครั้ง มีเนื้อหาวิชาครอบคลุมวัสดุที่ใช้ในการก่อสร้างทั้งหมด แบ่งเนื้อหาการสอนออกเป็น 15 ครั้ง ใช้เวลาเรียนครั้งละ 2 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 50 นาที สำหรับเนื้อหาเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ที่ใช้สอนเป็นเรื่องที่มีปริมาณเนื้อหามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับเนื้อหาวัสดุก่อสร้างเรื่องอื่นๆ ที่สอน

จากการสัมภาษณ์นักศึกษาที่ได้เรียนวิชานี้มาก่อนพบว่านักศึกษาส่วนใหญ่ประสบปัญหาในการทบทวนเนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจ รวมทั้งเพื่อเตรียมตัวสอบ เนื่องจากปริมาณเนื้อหาของวัสดุก่อสร้างทั้งหมดมีมาก หนังสือที่ใช้อ่านประกอบซึ่งมีจำหน่ายทั่วไปนั้น ทุกเล่มจะพิมพ์ตัวอักษรและภาพด้วยสี ขาว-ดำ ทั้งหมด ทำให้ไม่น่าสนใจ ไม่น่าจดจำ และเกิดความน่าเบื่อเมื่อต้องอ่านซ้ำ

การผลิตสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่รวมลักษณะของวิทัศน์ (Video) เสียง (Sound) รูปภาพ (Graphic) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) และข้อความ (Text) เข้าด้วยกันเป็นสื่อเพียงสื่อเดียว ที่เรียกว่าสื่อมัลติมีเดีย จะช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวข้างต้นได้เป็นอย่างดี โดยเฉพาะหากเป็นการผลิต สื่ออินเตอร์แอคทีฟมัลติมีเดีย หรือ สื่อปฏิสัมพันธ์มัลติมีเดีย ที่ผู้เรียนสามารถควบคุมการนำเสนอได้ตามที่ถูกกำหนดไว้ (อคิศักดิ์ เช่นเสถียร. 2541 : 35) อย่างเหมาะสม ใช้งานง่าย จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการจัดการเรียนการสอนในวิชานี้เป็นอย่างมาก ทั้งในระหว่างการเรียน ซึ่งผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองแบบเชิงรุก (Active Learning) และใช้ทบทวนความรู้ต่างๆ หรือเรียนซ้ำได้ตามต้องการนอกเหนือจากเวลาที่กำหนดไว้ในตารางเรียน โดยไม่ต้องกังวลว่าเนื้อหาที่เรียนซ้ำในแต่ละครั้งนั้นจะแตกต่างกัน (พัลลภ พิริยะสุวรรณ. 2541 : 10)

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความพร้อมทางด้านอุปกรณ์และสถานที่ ในส่วนของห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสอดคล้องกับนโยบายของมหาวิทยาลัยรังสิต ในด้านการใช้ทรัพยากรทางการศึกษาให้เกิดประโยชน์สูงสุด รวมถึงนโยบายการมุ่งสู่ความเป็นเลิศในด้านวิชาการได้อย่างชัดเจน

ดังนั้น การศึกษาวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง จึงมีความสำคัญในบทบาทของการนำเทคโนโลยีเข้ามาใช้ในการจัดการศึกษา โดยดำเนินการอย่างเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบ ระเบียบ เพื่อให้ได้มาซึ่งความจริงที่เชื่อถือได้ และยอมรับภายใต้ขอบเขตของการวิจัยทางเทคโนโลยี อาชีววะและเทคนิคศึกษา

## 1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

## 1.3 สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2 = 80/80$
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

## 1.4 กรอบแนวคิดหรือทฤษฎีที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้หลักเกณฑ์ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแนวคิดของนักเทคโนโลยีการศึกษา ได้แก่ แนวคิดของ Mizendo และ Evans แนวคิดของ Gagne' และแนวคิดของ Park

ใช้ทฤษฎีการเรียนรู้ของมนุษย์ คือ ทฤษฎีปัญญานิยม (Cognitivism) ของ ชอมสกี (Chomsky) ซึ่งเชื่อว่าการออกแบบการเรียนการสอนควรคำนึงถึงความแตกต่างภายในของมนุษย์ โดยผู้วิจัยนำแนวคิดด้านจิตวิทยาพุทธิศาสตร์ (Cognitive Psychology) ซึ่งเกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้มาซึ่ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ที่มีคุณภาพ

## 1.5 ขอบเขตของการวิจัย

ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดขอบเขตของการวิจัยไว้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง พัฒนาขึ้นตามเนื้อหาในหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พุทธศักราช 2544 ของคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งได้รับการพิจารณาอนุมัติจากทบวงมหาวิทยาลัย โดยในการจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้ นี้ จะเน้นเฉพาะการสอนเนื้อหาภาคทฤษฎีของรายวิชานี้

2. เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้
  - 2.1 ลักษณะทางธรรมชาติและ ความหมายของคำว่า ไม้เพื่อการก่อสร้าง (Timber)
  - 2.2 การจำแนกประเภท คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้
  - 2.3 ความชื้นในเนื้อไม้ การหดตัว การโค้งบิด และความเสียหายตามธรรมชาติของไม้
  - 2.4 การแปรรูปไม้
  - 2.5 การป้องกันรักษาเนื้อไม้และการทำให้ไม้ทนไฟ
  - 2.6 การฝั่งไม้หรือการอบไม้
  - 2.7 การเข้าไม้
  - 2.8 วัสดุยึดตรึง
  - 2.9 โครงสร้างอาคาร ไม้เบื้องต้น
3. โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้พัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ไม้ คือ
  - 3.1 Macromedia Authorware
  - 3.2 Adobe Photoshop
  - 3.3 Power VCR II
  - 3.4 Studio MP10
  - 3.5 VCD cutter
  - 3.6 AudioMagic
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ที่พัฒนาขึ้นต้องการระบบดังต่อไปนี้
  - 4.1 ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิดส่วนบุคคล (PC Computer)
  - 4.2 หน่วยความจำ (RAM) อย่างน้อย 64 MB
  - 4.3 จอภาพ Super VGA 16 Bit
  - 4.4 Sound Card 16 Bit พร้อมลำโพง
  - 4.5 ระบบปฏิบัติการ Window 98, 2000, NT, ME
  - 4.6 CD-ROM ความเร็ว 50x, 52x
  - 4.7 Hard Disk อย่างน้อย 10 GB
5. ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน
6. กลุ่มตัวอย่าง นำมาโดยการสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย จากการจับสลากรายชื่อของนักศึกษา

ได้กลุ่มตัวอย่างมาจำนวน 40 คน และจับสลากอีกครั้งเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม โดยแบ่งเป็น

6.1 กลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน สอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง เพื่อใช้หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และใช้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับกลุ่มควบคุม

6.2 กลุ่มควบคุม จำนวน 20 คน สอนเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง โดยการสอนปกติ

## 7. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

7.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการสอน มี 2 วิธี ได้แก่ การสอนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง และการสอนปกติ

7.2 ตัวแปรตาม คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E<sub>1</sub>/E<sub>2</sub>) และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น

กลุ่มทดลองมีความพร้อมในการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น ก่อนการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

## 1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนโดยนักศึกษามีส่วนร่วมและตอบสนองต่อบทเรียน

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สารสนเทศที่เป็นบทเรียนซึ่งผ่านกระบวนการพัฒนาและพิจารณามาเป็นอย่างดี โดยมีเนื้อหาวิชาหรือสารสนเทศ การทดสอบ และการให้ผลป้อนกลับให้นักศึกษาได้ตอบสนองต่อบทเรียน เนื้อหาที่เสนอเป็นตัวอักษร รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว กราฟิก เสียง

3. นักศึกษาหรือผู้เรียน หมายถึง นักศึกษาคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ชั้นปีที่ 1

4. แบบทดสอบ หมายถึง ชุดของคำถามและตัวเลือกข้อสอบแบบปรนัย ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ในตัวเลือกนั้นๆ จะมีข้อถูกเพียงข้อเดียว ส่วนข้ออื่นๆ เป็นตัวลวง แบ่งตามความสำคัญของเนื้อหาวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พุทธศักราช 2544 ใช้วัดความรู้ที่เกิดจากการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม แต่ละข้อของแบบทดสอบนี้ เปิดโอกาสให้นักศึกษาตอบได้ครั้งเดียวเท่านั้น ถ้าตอบถูกจะได้ 1 คะแนน ตอบผิดได้ 0 คะแนน ใช้สำหรับการทดสอบหลังเรียน

5. แบบประเมิน หมายถึง ชุดคำถามที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง โดยแบบประเมินมี 2 ชนิด คือ แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ด้านเนื้อหา และแบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

7. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความหมาย 2 ประการคือ

7.1 ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ หมายถึง คุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ตามเกณฑ์  $E_1/E_2 = 80/80$

$E_1 = 80$  ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาทั้งหมดตอบถูก จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$E_2 = 80$  ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่นักศึกษาทั้งหมดตอบถูก จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

7.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง กับกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีสอนแบบปกติ

8. การสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การเรียนการสอนที่นักศึกษาเป็นผู้ดำเนินการด้วยตนเอง โดยมีอาจารย์เป็นผู้ควบคุมการเรียนการสอนให้เข้าไปโดยราบรื่นและบรรลุปเป้าหมาย

9. การสอนปกติ หมายถึง การสอนที่อาจารย์เป็นผู้ดำเนินการสอน โดยยึดแนวการสอนตามแผนการสอนวิชาวัสดุการก่อสร้าง ดำเนินการสอนตามวิธีที่เคยปฏิบัติเป็นปกติ กล่าวคือ บรรยาย อภิปรายและใช้อุปกรณ์สื่อการสอน ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสาร ตำราและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 2.1 ระบบการศึกษาตามระเบียบมหาวิทยาลัยรังสิต
- 2.2 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต
- 2.3 หลักสูตรรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง
- 2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 ขั้นตอนการออกแบบแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 2.1 ระบบการศึกษาตามระเบียบมหาวิทยาลัยรังสิต

มหาวิทยาลัยรังสิต มีปณิธานแน่วแน่ที่จะผลิตบัณฑิตในสาขาวิชาที่ตรงกับความต้องการในการพัฒนาประเทศ บัณฑิตของมหาวิทยาลัยจะเป็นผู้ที่ได้รับการหล่อหลอมให้มีความพร้อม ทั้งในด้านความรู้ ทักษะ และคุณธรรม และมีความมั่นใจที่จะสร้างความเจริญก้าวหน้าให้แก่สังคมส่วนรวมและตนเอง

เพื่อให้บรรลุเป้าหมายดังกล่าว มหาวิทยาลัยรังสิต จึงได้กำหนดแนวทางการจัดการศึกษาไว้อย่างชัดเจน ดังนี้

1. มุ่งเน้นในเรื่องของมาตรฐานการศึกษาและความเป็นเลิศทางวิชาการ
2. ส่งเสริมพัฒนาหลักสูตรและสาขาวิชาให้สอดคล้อง และทันต่อความเปลี่ยนแปลงทางเศรษฐกิจและสังคม
3. ส่งเสริมให้มีการศึกษาภาคทฤษฎีควบคู่และสัมพันธ์ไปกับภาคปฏิบัติ
4. กำหนดให้นักศึกษาทุกคน ทุกคณะต้องเรียนวิชาคอมพิวเตอร์พื้นฐาน และเน้นความรู้ภาษาต่างประเทศในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นความจำเป็นในการประกอบอาชีพ โดยเฉพาะสำหรับระบบธุรกิจสมัยใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ในด้านการเรียนการสอน นอกจากการจัดสภาพแวดล้อมโดยทั่วไปของมหาวิทยาลัยให้มีบรรยากาศที่เอื้ออำนวยต่อการศึกษแล้ว ยังให้ความสำคัญกับการจัดเตรียมสื่อการเรียนการสอน และเทคนิคการสอนที่ทันสมัย
6. ส่งเสริมให้นักศึกษามีความพร้อมที่จะออกไปเผชิญกับชีวิตการทำงาน โดยสนับสนุนให้มีส่วนในกิจกรรมร่วมกัน เสริมสร้างและพัฒนาศักยภาพทุกด้านของชีวิตนักศึกษา ทั้งในเชิงวิชาการ คุณธรรม บุคลิกภาพ พละนาถัยและศิลปวัฒนธรรม

คู่มือการศึกษา มหาวิทยาลัยรังสิต ได้แสดงระเบียบมหาวิทยาลัยรังสิต ว่าด้วย การศึกษา ชั้นปริญญาตรี พุทธศักราช 2544 ในเรื่องขอระบบการศึกษาซึ่งระบุไว้ว่า มหาวิทยาลัยรังสิตจัดการศึกษาเป็น 2 รูปแบบ คือ ระบบ ทวิภาค และระบบ ไตรภาค ตามที่แต่ละหลักสูตรกำหนดไว้ การกำหนดปริมาณการศึกษาของแต่ละรายวิชา ให้กำหนดเป็นหน่วยกิต การศึกษาที่เป็นการบรรยายหรือสัมมนา ปกติใช้เวลา 1 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ให้นับเป็นหนึ่งหน่วยกิต การศึกษาที่เป็นการปฏิบัติ ปกติใช้เวลา 2-3 ชั่วโมงต่อสัปดาห์ ให้นับเป็นหนึ่งหน่วยกิต

## 2.2 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ประกอบด้วยการเรียนการสอนในชั้นเรียนและการทำวิทยานิพนธ์ ในระบบทวิภาค ประกอบด้วย 2 ภาคการศึกษาบังคับ คือภาคการศึกษาที่ 1 และภาคการศึกษาที่ 2 แต่ละภาคมีระยะเวลาการศึกษาไม่ต่ำกว่า 16 สัปดาห์ ทั้งนี้ต้องมีชั่วโมงการศึกษาในแต่ละรายวิชาไม่ต่ำกว่าจำนวนชั่วโมงที่ได้จากการนำจำนวนหน่วยกิตของแต่ละรายวิชาคูณกับ 16 สัปดาห์ และอาจเปิดภาคฤดูร้อนได้ โดยใช้เวลาการศึกษาไม่ต่ำกว่า 6 สัปดาห์ แต่ให้เพิ่มชั่วโมงการศึกษาในแต่ละรายวิชาให้เท่ากับภาคปกติ

### 2.2.1 ปรัชญาการศึกษา

สถาปัตยกรรมศาสตร์ เป็นวิชาที่ประสานความรู้ทั้งทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี การก่อสร้าง สังคมศาสตร์และศิลปะเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดความสามารถในการออกแบบสร้างสรรค์สถาปัตยกรรม และสภาพแวดล้อมที่มีคุณค่าของมนุษยชาติทุกหมู่เหล่าตั้งแต่อดีตถึงปัจจุบัน

งานสถาปัตยกรรมจึงมีลักษณะ เป็นเอกลักษณ์ของแต่ละเชื้อชาติและยุคสมัย

งานสถาปัตยกรรมจากอดีตสู่ปัจจุบันแสดงให้เห็นพัฒนาการทางสถาปัตยกรรมอย่างต่อเนื่องในด้านวิชาการและความคิดสร้างสรรค์ของมนุษยชาติ

การให้การศึกษาทางสถาปัตยกรรมศาสตร์ จึงเป็นการอนุรักษ์และพัฒนาศิลปวัฒนธรรมให้ดำรงและเจริญรุ่งเรืองก้าวหน้าสืบไป

### 2.2.2 วัตถุประสงค์ของหลักสูตร

ผลิตบัณฑิตระดับปริญญาตรีตามหลักสูตร ให้มีความรู้ความสามารถในการประกอบอาชีพ มีความสำนึกในความรับผิดชอบต่อการพัฒนาทางศิลปวัฒนธรรมนิยมของประเทศชาติ มีจริยธรรมและมีมโนธรรมในการประกอบอาชีพในสังคม มีความสำนึกต่อการพัฒนาชุมชนในท้องถิ่นให้สอดคล้องกับเศรษฐกิจขั้นพื้นฐานของแต่ละท้องถิ่น มีความสามารถปรับตัวเข้ากับสังคมเทคโนโลยีในยุคโลกาภิวัตน์ได้

## 2.3 หลักสูตรรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง

รายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เป็นรายวิชาในกลุ่มวิชาชีพเฉพาะสาขา ของหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พุทธศักราช 2544 ของมหาวิทยาลัยรังสิต มีจำนวน 3 หน่วยกิต เรียนทฤษฎี 2 คาบต่อสัปดาห์ และปฏิบัติ 3 คาบต่อสัปดาห์ คาบละ 50 นาที ตลอดภาคการศึกษามีการเรียนวิชานี้รวม 15 ครั้ง

### 2.3.1 จุดมุ่งหมายรายวิชา

ในเอกสารแสดงลักษณะรายวิชาของผู้สอน ได้กำหนดจุดมุ่งหมายของการเรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง 3(2-3) ไว้ดังนี้

1. มีความเข้าใจที่มาและคุณสมบัติเฉพาะของวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง
2. ทราบลักษณะรายละเอียดของวัสดุที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้เป็นวัสดุก่อสร้าง
3. มีความเข้าใจในวิธีการนำวัสดุชนิดต่างๆ มาใช้ในการก่อสร้าง
4. ทราบลักษณะวิธีการก่อสร้างเบื้องต้น
5. สามารถเขียนแบบแสดงรายการก่อสร้างได้ชัดเจนและเข้าใจ
6. สามารถเขียนแบบแสดงสัญลักษณ์การใช้วัสดุได้ถูกต้องตามหลักสากลทั่วไป
7. สามารถเขียนแบบแสดงรอยต่อและการยึดระหว่างชิ้นส่วนวัสดุที่นำมาใช้ในการก่อสร้าง

### 2.3.2 คำอธิบายรายวิชา

หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยรังสิต ฉบับปรับปรุงแก้ไข ปี พุทธศักราช 2544 ได้ระบุคำอธิบายรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง ไว้ดังนี้

ศึกษาความเป็นมาและคุณสมบัติของวัสดุประเภทไม้ อิฐ หิน เหล็ก อลูมิเนียม โลหะ และอโลหะต่างๆ และหน้าที่ใช้สอยของวัสดุต่อการก่อสร้าง รวมทั้งการเขียนแบบสัญลักษณ์ของวัสดุและข้อต่อไม้

ศึกษารายละเอียดเบื้องต้นของวัสดุที่ผลิตขึ้นเพื่อใช้ในการก่อสร้าง เช่น ปอร์ตแลนด์ซีเมนต์ คอนกรีต คอนกรีตเสริมเหล็ก เป็นต้น

ศึกษาวิธีการก่อสร้างเบื้องต้น ทั้งในอดีตและปัจจุบัน องค์ประกอบและรอยต่อต่างๆ ของอาคาร

### 2.3.3 เนื้อหารายวิชา

เนื้อหาวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง 3(2-3) ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ของมหาวิทยาลัยรังสิต ได้ถูกกำหนดไว้ในตารางการสอน ดังนี้

ตารางที่ 2.1 แสดงตารางการสอน วิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง 3(2-3)

ลำดับที่	เนื้อหาภาคบรรยาย	คาบ	งานภาคปฏิบัติ	คาบ
1	การใช้ดินชนิดต่างๆ ในการก่อสร้าง	2	เขียนแบบสัญลักษณ์ประกอบแบบ	3
2	ไม้เพื่อการก่อสร้าง	2	เขียนแบบรอยต่อไม้เพื่อการก่อสร้าง	3
3	หิน, ทราช, ปูนซีเมนต์, ปูนขาว	2	เขียนแบบขยายฐานราก	3
4	อิฐและวัสดุก่อ, ปูนก่อ-ปูนฉาบ	2	เขียนแบบลักษณะการก่ออิฐมาตรฐาน	3
5	คอนกรีต, วัสดุประสาน	2	เขียนแบบขยายรอยต่อคอนกรีต	3
6	เหล็ก โลหะอื่นๆ พลาสติก	2	เขียนแบบขยายรอยต่อเหล็ก	3
7	วัสดุปูพื้น	2	เขียนแบบขยายรอยต่อวัสดุปูพื้น	3
8	วัสดุแผ่นใหญ่	2	เขียนแบบ โครงผนังเบา	3
9	วัสดุผนังหลังคา	2	เขียนแบบขยายการยึดวัสดุผนัง	3
10	กระจก, ติ, วัสดุฉนวน	2	เขียนแบบขยายประตู-หน้าต่าง	3
11	เครื่องสุขภัณฑ์, ท่อ	2	เขียนแบบขยายห้องน้ำ	3
12	ชิ้นส่วนสำเร็จรูปของอาคาร	2	เขียนแบบรอยต่อโครงผนังสำเร็จรูป	3
13-14	การก่อสร้างเบื้องต้น	2	เขียนแบบก่อสร้างอาคารขนาดเล็ก	3
15	วัสดุฝ้าหน้า	2	รายงานวัสดุฝ้าหน้า	3

ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาในลำดับที่ 2 เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง เฉพาะในส่วนที่เป็นเนื้อหาภาคทฤษฎีมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## 2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.4.1 การใช้คอมพิวเตอร์ในวงการศึกษา

วงการศึกษาก็เริ่มมีการใช้คอมพิวเตอร์กันอย่างแพร่หลายเมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน เนื่องจากเป็นเครื่องมือที่มีขนาดเล็กและราคาไม่สูงเกินไปนักที่สถาบันการศึกษาต่างๆ จะซื้อมาใช้ได้ การนำคอมพิวเตอร์ซึ่งนับว่าเป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่งมาใช้ในวงการศึกษาก็ไม่ต่างกันอีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ศึกษานั้น สามารถใช้ได้ทั้งในด้านการบริหารและใช้ในด้านการเรียนการสอนที่เรียกว่า “การสอนใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐาน” (Computer-Based Instruction :CBI) คือการใช้คอมพิวเตอร์ เป็นอุปกรณ์หลักในการสอนเพื่อให้มีการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับ โปรแกรมบทเรียน (กิดานันท์. 2543 : 242)

นิคม ทาแดง (2540 : 177) ได้กล่าวว่า เราสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนได้ ดังนี้

2.4.1.1 คอมพิวเตอร์ในฐานะเนื้อหาของการเรียนการสอน สังคมยุคปัจจุบัน ได้ชื่อว่าเป็นยุคสังคมข่าวสาร ซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องมือสื่อสารที่ทุกคนจะต้องรู้ จะต้องใช้เป็นเรียกว่าเป็นความรู้พื้นฐาน สำหรับการดำรงชีวิตในปัจจุบัน ในหลักสูตรการเรียนการสอน จึงมีการสอนเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ (Computer Literacy) ในทุกระดับการศึกษาตั้งแต่ระดับปฐมวัยศึกษาเป็นต้นมา

2.4.1.2 คอมพิวเตอร์ช่วยเรียน (Computer-Assisted Learning : CAL) เป็นการนำคอมพิวเตอร์ในการบันทึกบทเรียนแบบโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูปเป็นกรอบๆ ไว้ และได้ทำหน้าที่แสดงกรอบการเรียนตามลำดับหรือตามกิจกรรมในการเรียนของผู้เรียน โดยสรุปคอมพิวเตอร์ทำหน้าที่ช่วยผู้เรียนในการเปิดหน้าหนังสือหรือกรอบของบทเรียนตาม โปรแกรมที่ผู้สร้างบทเรียนจัดไว้ จึงเรียกว่า คอมพิวเตอร์ช่วยเรียน (CAL)

2.4.1.3 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction : CAI) ต่อมาการออกแบบบทเรียน โปรแกรม แบบแตกกิ่ง มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น และจึงออกแบบเพื่อใช้กับคอมพิวเตอร์โดยเฉพาะ นอกจากนั้นยังมีการทำงานร่วมกันระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนในการประเมินตัดสินใจและการจัดการเรียนการสอนอยู่มากจึงนิยมเรียกชื่อใหม่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

2.4.1.4 คอมพิวเตอร์จัดการเรียนการสอน (Computer-Manager Instruction : CMI) เป็นการนำคอมพิวเตอร์ในการจัดการเรียนการสอนโดยทั่วไป เช่น การประเมิน ทะเบียน ประวัตินักเรียน การให้บริการข้อมูลทางการเรียน ฯลฯ

## 2.4.2 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) เป็นการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อ ด้วยการเสนอบทเรียนที่ได้จัดเรียงไว้เป็นลำดับขั้นให้แก่ผู้เรียน และให้ผู้เรียนมีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนที่เสนอนั้น โดยผ่านทางเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นบทเรียนที่อาจออกมาหลายรูปแบบ (อุทุมพร จามรมาน และคณะ. 2530) ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาวิชาต่างๆ ลักษณะนี้จะต้องประกอบด้วยโปรแกรมบทเรียนรายวิชาที่สร้างไว้แต่ละเนื้อหาหรือแต่ละวิชา แล้วเอาโปรแกรมเหล่านี้ไปสอนโดยผ่านคอมพิวเตอร์ ปัจจุบันเป็นที่รู้จักกันในชื่อ CAI หรือ Computer-Assisted Instruction เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ขึ้นต้นในการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Instruction (อรพันธ์ ประสิทธิ์รัตน์.2530) นอกจากนี้ นักการศึกษาหลายๆ ท่านยังได้ใช้ชื่ออื่นๆ หลายชื่อ แต่มีความหมายคล้ายคลึงกัน เช่น

สุพิทย์ กาญจนพันธ์ (2541) ได้รวบรวมศัพท์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ได้แก่

CAL (Computer-Assisted Learning) หมายถึง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนรู้

CBI (Computer-Based Instruction) หมายถึง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์

CDI (Computer-Developed Instruction) หมายถึง คอมพิวเตอร์พัฒนาการสอน

CBL (Computer-Based Learning) หมายถึง การเรียนโดยใช้คอมพิวเตอร์

CBT (Computer-Based Training) หมายถึง คอมพิวเตอร์ในการฝึกอบรม

กษม ชนะวงศ์ และคณะ. (2541) ได้รวบรวมศัพท์คอมพิวเตอร์ โดยมีชื่ออื่นที่ต่างไปอีกคือ

CAT (Computer-Assisted Teaching) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในที่นี้ผู้วิจัยจะใช้คำว่า CAI ในความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผู้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน จะมีลักษณะคล้ายกัน เช่น

สุพิทย์ กาญจนพันธ์ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง กลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อให้เกิดการเรียนรู้และความทรงจำ

ทักษิณา สวานานนท์ (2530) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยให้ผู้เรียนแต่ละคนนั่งอยู่หน้าไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่อง หรือเทอร์มินอลที่ต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ แล้วเรียกโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้เป็นพิเศษสำหรับการสอนวิชานั้นขึ้นมาบนจอภาพ โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย บทเรียนหรือรูปภาพ ซึ่งผู้เรียนจะต้องอ่านดู แต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจให้ทำต่อ หรือทดสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม ซึ่งอาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบเลือกตอบหรือปรนัย เมื่อทำเสร็จคอมพิวเตอร์จะตรวจและชมเชยถ้าทำถูก หรือตำหนิเมื่อทำผิด และสั่งให้กลับไปอ่านใหม่ จากนั้นจะแจ้งผลเพื่อให้ทราบว่าทำถูกก็ข้อ ทำผิดก็ข้อ จำเป็นหรือไม่ที่จะต้องกลับไปศึกษาในบทเรียนนั้นใหม่ หรือจะให้ศึกษาบทใหม่ต่อไปเลย

วสันต์ อติศัพท์ (2530) ได้กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการเรียนการสอนซึ่งเกิดจาก ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กหรือเครื่องคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ ก็ได้ โดยผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาบางบทเรียนที่ออกแบบไว้อย่างดี และเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลที่แสดงผ่านจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ เนื้อหานี้อาจแสดงในรูปของตัวอักษร เสียง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหวหรือรวมกับสิ่งอื่นๆ ในลักษณะของสื่อประสม เช่น สไลด์ วิดีทัศน์ ฯลฯ หลังจากแสดงเนื้อหาในหัวข้อหนึ่งๆ จะมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียนทบทวนความเข้าใจ และสนองตอบต่อสิ่งนั้นผ่านแป้นพิมพ์ จากนั้นคอมพิวเตอร์จะประเมินผลการตอบสนองว่า ผู้เรียนควรก้าวไปสู่หัวข้อใหม่หรือ

เอกสารส่งเสริมก่อนสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนิษฐา ชานนท์ (2531) กล่าวว่าไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยเนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ผู้เรียนจะเรียนจากคอมพิวเตอร์โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปแบบของตัวอักษรและกราฟิก สามารถถามคำตอบ รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับให้แก่ผู้เรียน

ยีน ภู่วรรณ (2531) กล่าวว่าไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรมที่ได้นำเนื้อหาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ และเครื่องคอมพิวเตอร์จะนำเอาบทเรียนที่เตรียมไว้แล้วนี้ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

ศิริชัย สงวนแก้ว (2534) ได้กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นการประยุกต์โดยนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการเรียนการสอน โดยจะมีโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นสำหรับเนื้อหาในแบบต่างๆ เช่น การนำเสนอในรูปแบบของการสอนเนื้อหาโดยตรง แบบจำลองสถานการณ์หรือแบบแก้ไขปัญหา การเสนอเนื้อหาดังกล่าวเป็นการเสนอโดยตรงไปยังผู้เรียนผ่านทางจอภาพโดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม โปรแกรมจะถูกเก็บไว้ในแผ่นบันทึกข้อมูลหรือในหน่วยความจำของเครื่อง และพร้อมที่จะเรียกมาใช้ได้ตลอดเวลา การตอบสนองของผู้เรียนจะถูกประเมินโดยคอมพิวเตอร์เพื่อการเสนอแนะขั้นตอนหรือระดับในการเรียนต่อไป

ฉลอง ทับศรี (2535) กล่าวว่าไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นบทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหาและกิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียนเรียนด้วยตนเองเป็นหลัก บทเรียนอาจจะบันทึกเป็นแผ่นดิสก์แผ่นเดียวหรือหลายแผ่นหรืออาจบรรจุอยู่ในฮาร์ดดิสก์ก็ได้ เวลาเรียนจำเป็นต้องใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่นำมาเออบทเรียนอาจเป็นเครื่องที่ใช้กันอยู่ทั่วไป หรืออาจเป็นเครื่องที่เพิ่มเติมอุปกรณ์ต่างๆ เท่าที่จำเป็นในการนำเสนอ บทเรียนนั้นๆ เช่น อาจมีการ์ดเสียง หรือเครื่องเล่นวีดิโอดิสก์ (CD-ROM) ประกอบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

ศักดา ไชกิจภิญโญ (2536) กล่าวว่าไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้ได้อย่างเป็นระบบ มาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

บุญชม ศรีสะอาด (2537) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสอนแบบรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของแต่ละคน

วีระ ไทยพาณิชย์ (2527) กล่าวว่าไว้ว่า การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงวิธีการเรียนซึ่งคอมพิวเตอร์เป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราว เป็นการสอนโดยตรงและเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

กล่าวโดยสรุป คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน ตามจุดมุ่งหมายต่างๆ เช่น การสอนเสริมหรือสอนเนื้อหา สอนแก้ปัญหาโดยการสร้างสถานการณ์จำลอง ทั้งนี้ครูผู้สอนสามารถออกแบบบทเรียนให้สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน จนบรรลุจุดประสงค์การเรียนการสอนในเนื้อหาวิชานั้น โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือและกราฟิก ถามคำถาม รับคำตอบ ตรวจสอบคำตอบ และแสดงผลการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง (นมล โสมไชยยา. 2538 : 11)

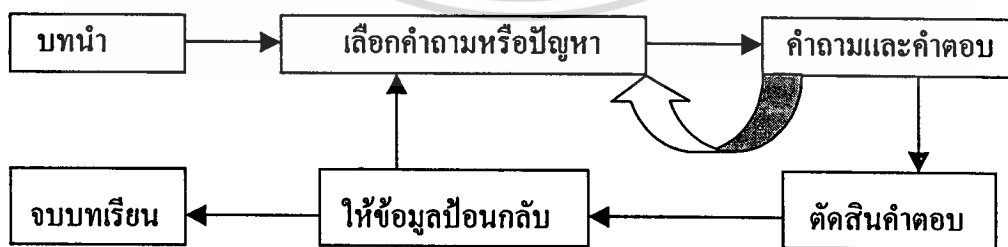
### 2.4.3 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีอยู่หลายประเภท สามารถแบ่งตามลักษณะการใช้งานเป็นประเภทต่างๆ ได้ ดังนี้ (Heinich, Molenda and Russell. 1993)

2.4.3.1 ใช้เป็นผู้สอน (Tutor Applications) โดยใช้ช่วยครูผู้สอน ซึ่งแบ่งตามลักษณะของการสอนได้ดังต่อไปนี้

#### 1. การฝึกหัดและปฏิบัติ (Drill and Practice)

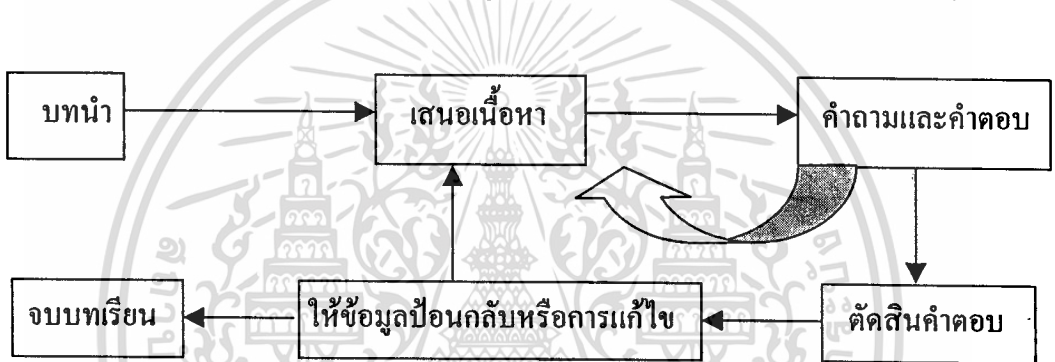
บทเรียนในการฝึกหัด เป็น โปรแกรมที่ไม่มีการเสนอเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียนก่อน แต่จะมีการให้คำถามหรือปัญหาที่ได้แก่คัดเลือกมาจากการสุ่มหรือออกแบบมาโดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถามหรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำอีกเพื่อให้ผู้เรียนตอบ แล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้องเพื่อการตรวจสอบยืนยันหรือแก้ไข และพร้อมกันให้คำถามหรือปัญหาต่อไปอีกจนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถามนั้นจนถึงระดับเป็นที่น่าพอใจ ดังนั้นในการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการฝึกหัดนี้ ผู้เรียนจึงจำเป็นต้องมีความคิดรวบยอด และมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องราวและกฎเกณฑ์เกี่ยวกับเรื่องนั้นๆ เป็นอย่างดีมาก่อน จึงจะสามารถตอบคำถามหรือแก้ปัญหาได้ โปรแกรมบทเรียนในการฝึกหัดนี้จะสามารถใช้ได้ในหลายสาขาวิชาทั้งด้าน คณิตศาสตร์ ภูมิศาสตร์ ประวัติศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การเรียนคำศัพท์ และการแปลภาษา เป็นต้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245-246)



ภาพที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการฝึกหัดและปฏิบัติ

## 2. การสอนเนื้อหา (Tutorial Instruction)

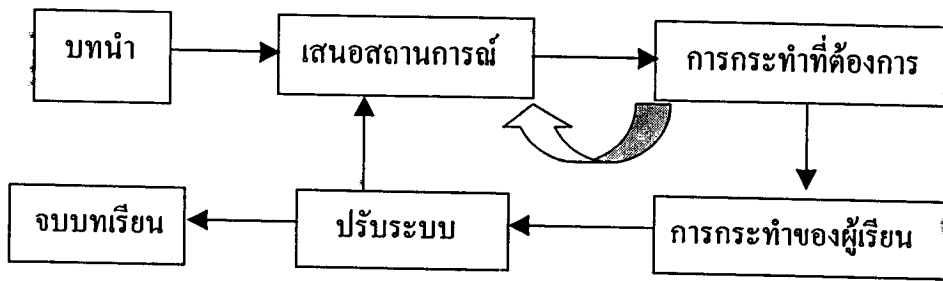
บทเรียนในแบบการสอน จะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อยๆ แก่ผู้เรียน ในรูปแบบข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนให้คำตอบแล้ว คำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำและยังผิดอีกก็จะมีการให้เนื้อหาเพื่อทบทวนใหม่จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่ายังคงเรียนเนื้อหาในบทเรียนนั้นอีกหรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป บทเรียนในการสอนแบบนี้ นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่เสนอบทเรียนในรูปแบบของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยสามารถใช้สอนได้แทบทุกสาขาวิชา ตั้งแต่ด้านมนุษยศาสตร์ ไปจนถึงวิทยาศาสตร์ และเป็นบทเรียนที่เหมาะสมในการเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง เพื่อการเรียนรู้ทางด้านกฎเกณฑ์หรือทางด้านวิธีการแก้ปัญหาต่างๆ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 245)



ภาพที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบใช้สอนเนื้อหา

## 3. การจำลองสถานการณ์ (Simulation)

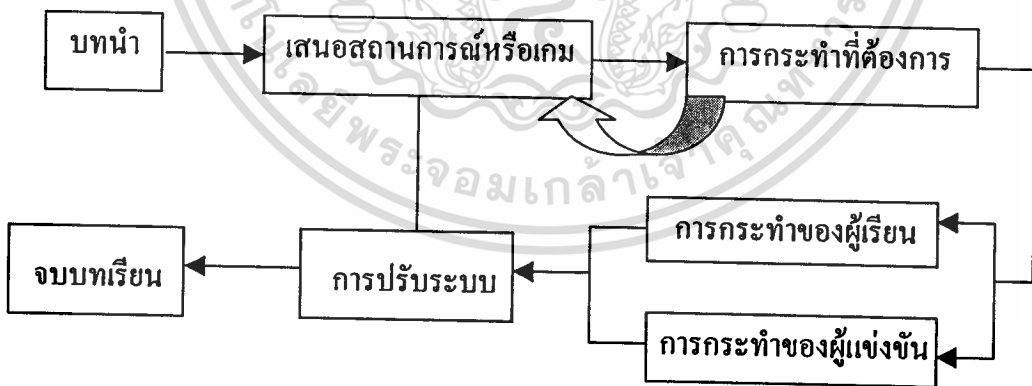
การสร้าง โปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอนซึ่งจำลองความเป็นจริงโดยคัดรายละเอียดต่างๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์เพื่อการฝึกทักษะและการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก รูปแบบของโปรแกรมบทเรียนการจำลองอาจจะประกอบด้วย การเสนอความรู้ข้อมูล การแนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับทักษะการปฏิบัติ เพื่อเพิ่มพูนความชำนาญและความคล่องแคล่ว และการให้เข้าถึงซึ่งการเรียนรู้ต่างๆ ในบทเรียนจะประกอบด้วยสิ่งทั้งหมดเหล่านี้ หรือมีเพียงอย่างหนึ่งอย่างใดก็ได้ ในโปรแกรมบทเรียนการจำลองนี้จะมีโปรแกรมบทเรียนย่อยแทรกอยู่ด้วย ได้แก่ โปรแกรมสาธิต ซึ่งเป็นเพียงการแสดงให้เห็นให้ผู้เรียนได้ชมเท่านั้น เช่น การเสนอการจำลองระบบสุริยจักรวาล เป็นต้น (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 246-247)



ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการสร้างสถานการณ์จำลอง

#### 4. เกมเพื่อการสอน (Instructional Games)

การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอน กำลังเป็นที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคติ ตลอดจนทักษะต่างๆ นอกจากนี้การใช้เกมยังช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดีขึ้น ช่วยมิให้ผู้เรียนเกิดอาการเหม่อลอย ซึ่งเป็นอุปสรรคในการเรียน เนื่องจากมีการแข่งขันกันทำให้ผู้เรียนต้องมีการตื่นตัวอยู่เสมอ รูปแบบโปรแกรมบทเรียนของเกมเพื่อการสอนคล้ายคลึงกับโปรแกรมบทเรียนสถานการณ์จำลอง แต่แตกต่างกัน โดยการเพิ่มบทบาทของผู้แข่งขันเข้าไปด้วย (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 247 )



ภาพที่ 2.4 แสดงโครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมเพื่อการสอน

#### 5. การค้นพบ (Discovery)

การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียนเพื่อช่วยในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

ไม่ว่ากรณีใดจะทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 6. การแก้ปัญหา (Problem – Solving)

เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้แล้ว ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมเพื่อการแก้ปัญหาแบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ

ก. โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง ผู้เรียนจะเป็นผู้กำหนดปัญหา และเขียนโปรแกรมสำหรับแก้ปัญหา โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ ในกรณีนี้ คอมพิวเตอร์จึงเป็นเครื่องช่วยเพื่อให้ผู้เรียนบรรลุถึงทักษะของการแก้ปัญหา โดยการคำนวณข้อมูลและจัดการสิ่งที่ยุ่งยากซับซ้อนให้

ข. โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว เพื่อช่วยผู้เรียนในการที่จะแก้ปัญหา คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณ ในขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้นเอง

## 7. การทดสอบ (Test)

การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบ มิใช่เป็นการใช้เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบเพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอบมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่างๆ เกี่ยวกับการทดสอบ ได้อีกด้วย เนื่องจาก โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถช่วยเปลี่ยนแปลงการทดสอบจากแบบแผนเก่าๆ ของปรนัยหรือคำถามจากบทเรียน มาเป็นการทดสอบแบบมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนหรือผู้ที่ได้รับการทดสอบ ซึ่งเป็นที่น่าสนุกและน่าสนใจกว่า พร้อมกันนั้นก็อาจเป็นการสะท้อนถึงความสามารถของผู้เรียนที่น่าความรู้ต่างๆ มาใช้ในการตอบได้อีกด้วย (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 248)

## 8. การสาธิต (Demonstration)

บทเรียนชนิดนี้เหมาะกับบทเรียนทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งบางครั้งต้องมีการสาธิตวิธีทดลองหรือการแก้ปัญหา การแสดงการสาธิตจึงเหมาะที่จะใช้คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ทางด้านกราฟิก และสีสันทัน ซึ่งช่วยให้ความสะดวกต่อผู้สอน และลดความยุ่งยากเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์ โสตทัศนอื่นๆ ที่จะนำมาประกอบได้เป็นอย่างดีมาก

2.4.3.2 ใช้เป็นเครื่องมือ (Tool Applications) ใช้เป็นเครื่องเขียน เช่น เป็นปากกา ดินสอในการฝึกวาดรูป ใช้เป็น Slide Rule ช่วยในการคำนวณ เพราะเครื่องคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติช่วยในการวาด การลบเมื่อวาดผิด การแต่งเติมสีซึ่งในโปรแกรมจะมีสีให้ผู้เรียนเลือกได้มาก โดยเฉพาะในคอมพิวเตอร์กราฟิก จึงทำให้ผู้เรียนมาความประทับใจ และสนุกสนานเมื่อเทียบกับการวาดในกระดาษ (Weishampel. 1989)

2.4.3.3 ใช้เป็นผู้เรียน (Auditor Applications) ผู้เรียนจะเป็นผู้สอนเครื่องคอมพิวเตอร์ ให้ทำงานบางอย่างโดยคอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนนักเรียนและผู้เรียนเป็นผู้สอน แต่การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในกรณีนี้ ผู้เรียนจะต้องสามารถเขียนโปรแกรมได้ด้วย

#### 2.4.4 องค์ประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เสนอข้อมูลในลักษณะสื่อหลายมิติที่เน้นเชิงโต้ตอบซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถดูข้อมูลบนจอภาพได้หลายลักษณะ คือ ทั้งตัวอักษร ภาพ และเสียง และถ้าต้องการจะทราบข้อมูลมากกว่านั้น ผู้ใช้หรือผู้เรียนก็เพียงแค่คลิกที่คำหรือสัญลักษณ์ที่ทำเป็นปุ่มในการเชื่อมโยง ก็จะมีภาพ เสียง หรือข้อความอธิบายปรากฏขึ้นมา (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 270) ข้อมูลเหล่านี้จะต้องได้รับการปรับรูปแบบโดยแบ่งเป็นลักษณะดังนี้ (กิดานันท์ มลิทอง. 2543 : 271-272)

2.4.4.1 ภาพนิ่ง ก่อนที่ภาพถ่ายภาพวาด หรือภาพต่างๆที่เป็นภาพนิ่งจะเสนอบนจอคอมพิวเตอร์ให้แลดูสวยงามได้นั้น ภาพเหล่านี้จะต้องถูกเปลี่ยนรูปแบบก่อน เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้และเสนอภาพเหล่านั้นได้ โดยมีรูปแบบที่นิยมใช้กันมาก 2 รูปแบบ คือ

1. กราฟิกแผนที่บิต (Bitmapped Graphics) หรือกราฟิกเรสเตอร์ (Raster Graphics) เป็นกราฟิกที่แสดงด้วยจุดภาพในแนวตั้งและแนวนอนเพื่อประกอบรวมเป็นภาพ ภาพที่อยู่ในรูปแบบนี้จะมีชื่อลงท้ายด้วย .gif, .tiff และ .bmp

2. กราฟิกเส้นสมมติ (Vector Graphic) หรือ กราฟิกเชิงวัตถุ (Object-Oriented Graphics) เป็นกราฟิกที่ใช้สูตรคณิตศาสตร์ ในการสร้างภาพ โดยที่จุดภาพจะถูกระบุด้วยความสัมพันธ์เชิงพื้นที่แทนที่จะอยู่ในแนวตั้งและแนวนอน ภาพกราฟิกประเภทนี้จะสร้างและแก้ไขได้ง่ายและมองดูสวยงามมากกว่ากราฟิกแผนที่บิต ภาพในรูปแบบนี้มีชื่อลงท้ายด้วย .eps, .wmf และ .pict

1.4.4.1 ภาพเคลื่อนไหว หมายถึง ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว หรือที่เรียกกันว่าภาพ “แอนิเมชัน” ซึ่งนำภาพกราฟิกที่วาดหรือถ่ายเป็นภาพนิ่งไว้ มาสร้างให้แลดูเคลื่อนไหว ด้วยโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว ภาพเหล่านี้จะเป็นประโยชน์ในการจำลองสถานการณ์จริง เช่น ภาพการขับเครื่องบิน นอกจากนี้ยังอาจใช้การเพิ่มผลพิเศษ เช่น การหลอมภาพ (Morphing) ซึ่งเป็นเทคนิคการทำให้เคลื่อนไหวโดยใช้ “การเติมช่องว่าง” ระหว่างภาพที่ไม่เหมือนกัน เพื่อให้ดูเหมือนว่าภาพหนึ่งถูกหลอมละลายไปเป็นอีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่ง โดยมีการแสดงการหลอมของภาพหนึ่งไปสู่อีกภาพหนึ่งให้ดูด้วย

1.4.4.2 ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ การบรรจุภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ลงในคอมพิวเตอร์ จำเป็นต้องใช้โปรแกรมและอุปกรณ์เฉพาะในการจัดทำ ปกติแล้วเพิ่มภาพวีดิทัศน์จะมีขนาดเนื้อที่บรรจุใหญ่มาก ดังนั้นจึงต้องลดขนาดเพิ่มภาพลงด้วยการใช้เทคนิคการบีบอัดภาพ (Compression) ด้วยการลดพารามิเตอร์บางส่วนของสัญญาณในขณะที่คงเนื้อหาสำคัญไว้ รูปแบบของภาพวีดิทัศน์บีบอัดที่ใช้กันทั่วไปได้แก่ Quicktime, AVI, และ MPEG

1.4.4.3 เสียง จำเป็นต้องบันทึกและจัดรูปแบบเฉพาะเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถ

เข้าใจและใช้ได้ รูปแบบเสียงที่นิยมใช้กันมากจะมีอยู่ 2 รูปแบบ คือ Waveform (WAV) และ Musical Instrument Digital Interface (MIDI) เพิ่มเสียง WAV จะบันทึกเสียงจริงดังเช่นเสียงเพลงไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในแผ่นซีดีและจะเป็นแฟ้มขนาดใหญ่จึงจำเป็นต้องได้รับการบีบอัดก่อนนำไปใช้แฟ้มเสียง MIDI จะเป็นการสังเคราะห์เสียงเพื่อสร้างเสียงใหม่ขึ้นมาจึงทำให้แฟ้มมีขนาดเล็กกว่าแฟ้ม WAV แต่คุณภาพเสียงจะด้อยกว่า

1.4.4.4 ส่วนต่อประสาน เมื่อมีการนำข้อมูลต่างๆ มารวบรวมสร้างเป็นแฟ้มข้อมูล ด้วยโปรแกรมสร้างสื่อประสมแล้ว การที่จะนำองค์ประกอบต่างๆ มาใช้งานได้นั้นจำเป็นต้องใช้ ส่วนต่อประสาน (Interface) เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานโต้ตอบกับข้อมูลสารสนเทศเหล่านั้นได้ ส่วนต่อประสานที่ปรากฏบนจอภาพจะมีมากมายหลายรูปแบบ อาทิ รายการแบบผุดขึ้น (Pop-up Menus) แถบเลื่อน (Scroll Bars) และสัญลักษณ์ ต่างๆ เป็นต้น

1.4.4.5 การเชื่อมโยงหลายมิติ ข้อมูลต่างๆ สามารถเชื่อมโยงกัน ได้อย่างรวดเร็ว โดยใช้จุดเชื่อมโยงหลายมิติ (Hyperlink) การเชื่อมโยงนี้สร้างการเชื่อมต่อระหว่างข้อมูลตัวอักษร ภาพ และเสียงโดยการใช้สี ข้อความขีดเส้นใต้ หรือสัญลักษณ์ ที่ใช้แทนสัญลักษณ์ต่างๆ เช่น รูปลำโพง รูปฟิล์ม ฯลฯ เพื่อให้ผู้ใช้คลิกจุดเชื่อมโยงเหล่านั้นไปยังข้อมูลที่ต้องการ

#### 2.4.2 ประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่างๆ ที่เกี่ยวกับประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากกว่าวิธีการสอนแบบปกติ ซึ่งสามารถสรุปถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีต่อการเรียนรู้ได้ดังนี้

##### 2.4.4.1 ประโยชน์ที่มีต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง(Individualized Learning) ตามความรู้และความสามารถของผู้เรียนเอง หากผู้เรียนมีความพร้อมก็สามารถเรียนได้เลย ดังนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาเรียนไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับความรู้และความสามารถของนักเรียนแต่ละคน
2. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปหายาก ไม่สามารถพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้จริงก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไป ทำให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรม การเรียนได้ยาวนาน เกิดความแม่นยำในวิชาที่อ่อนและผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อผู้เรียน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสะดวก กล่าวคือเรียนที่ไหน เมื่อไรก็ได้ตามต้องการ เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองจากโปรแกรมที่กำหนดให้ โดยไม่ต้องเรียนพร้อมเพื่อน หรือเรียนต่อหน้าผู้สอนที่คอยควบคุมดูแลและถ้าผู้เรียนมีคอมพิวเตอร์อยู่ที่บ้านก็สามารถประหยัดเวลาในการเดินทาง
4. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าสื่อชนิดอื่น เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีสีสันสวยงาม มีเสียง และผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่งๆ เพราะจากงานวิจัยพบว่าบทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรมสามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่นๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่าจึงสามารถเพิ่มเนื้อหา หรือแบบฝึกหัดได้อย่างเต็มที่ตามความเหมาะสมและความต้องการของผู้เรียน หรือตามที่ผู้สอนเห็นสมควร(วิระ ไทยพานิช. 2527 ; นิพนธ์ สุขปรกติ. 2533 )

#### 2.4.5.3 ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

1. ทำให้การเรียนการสอนเป็นมาตรฐานมากยิ่งขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนได้เรียนเหมือนกันและเท่ากัน ความรู้ที่ได้มีความแน่นอน โดยไม่ต้องกังวลกับอารมณ์ของครูผู้สอน เช่น ความหงุดหงิดหรือความเบื่อหน่ายที่ตัวเองสอนวิชาเดียวกันซ้ำๆ กันหลายๆ หน ก็อาจทำให้คุณภาพการสอนลดน้อยลง หรือถ้าเป็นผู้สอนคนละคนกันรูปแบบการสอนก็ย่อมแตกต่างกันไป

2. สามารถนำผลการเรียนของผู้เรียนมาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอน หรือหลักสูตร เพื่อให้มีความก้าวหน้าและเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น

3. การแก้ไขหรือปรับปรุงบทเรียนสามารถทำได้ง่าย โดยเฉพาะส่วนที่ต้องการ ไม่ต้องแก้ไขใหม่ทั้งบทเรียน

4. สามารถให้ผลย้อนกลับในทันที โดยเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม บทเรียนก็จะมีการตอบสนองคำตอบนั้นกับผู้เรียน ได้เร็วกว่าครูผู้สอน

5. สามารถสอนหรืออบรมในลักษณะที่สมจริงให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากเนื้อหาบางอย่างไม่สามารถที่จะเรียนรู้ได้จากของจริง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถจำลองสถานการณ์จริงหรือเหตุการณ์จริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เช่น การทดลองทางวิทยาศาสตร์ การฝึกขับเครื่องบิน เป็นต้น

6. สามารถแก้ปัญหาขาดแคลนครูได้ จึงเปิดสอนได้หลายได้หลายสาขาวิชา ตามที่ผู้เรียนต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนผู้สอน หรือผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่

7. คอมพิวเตอร์สามารถใช้ร่วมกับสื่ออื่นๆ ได้ เช่น วิกิทัศน์ สไลด์ วิทยุเทป เป็นต้น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น (วิระ ไทยพานิช. 2527 ; นิพนธ์ สุขปรกติ. 2533 )

นอกจากนี้ยังมีการค้นคว้าวิจัย เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ในการเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอน โดยให้การสอนที่มีคุณภาพสูงและคงตัวให้การสอน ได้แม้ในระยะถิ่นที่ห่างไกล ผู้เรียนได้ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง ทำให้เกิดการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล (วารินทร์ รัชมิพรหม. 2525 ; นิพนธ์ สุขปรกติ. 2533)

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีการพัฒนาจนเกิดประโยชน์ต่อวงการศึกษามากมาย ทั้งต่อครูผู้สอน ผู้เรียนและการเรียนการสอน โดยเฉพาะในด้านที่มีการตอบสนองกับความแตกต่างของบุคคลได้เป็นอย่างดี ซึ่งลักษณะดังกล่าว นักการศึกษาและนักวิชาการมีความคิดเห็นสอดคล้องกันมากและสำหรับเด็กที่ความบกพร่องทางการ

ได้ยื่นด้วยแล้วย่อมต้องการการเรียนการสอนและใช้สื่อที่มีความแตกต่างกับเด็กปกติ เพื่อความเหมาะสมกับความบกพร่องของตนเอง อย่างไรก็ตาม ถึงแม้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีประโยชน์ต่อวงการศึกษามากแต่สื่อการสอนทุกประเภทก็ย่อมมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดควบคู่กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้อย่างเหมาะสมกับสภาพการณ์ต่างๆ และให้เกิดประโยชน์มากที่สุด

#### 2.4.6 ข้อดีและข้อจำกัดคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งนับวันจะก้าวเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษานี้ เพราะคอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติและลักษณะพิเศษที่สามารถจะเอื้ออำนวยในการเรียนการสอนและการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าจะกล่าวถึงในด้านการเรียนการสอน คอมพิวเตอร์ก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่นๆ ที่ย่อมจะมีทั้งข้อดีและข้อจำกัดในการใช้เพื่อการเรียนรู้ ดังนี้ (กิดานันท์, 2543 : 253-254)

##### 2.4.6.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจ ในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
2. การใช้สื่อ ภาพสายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ เป็นต้น
3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไปได้
4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้เป็นอย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
5. ลักษณะของโปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตน โดยสะดวกอย่างไร้แรงง โดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิดเนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

##### 2.4.6.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. แม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการศึกษานางานสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย

2. การออกแบบ โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อยเมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของไอบีเอ็มไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของแม็กอินทอชได้

4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้นนับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างยิ่ง ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น

5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

6. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบ โปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

## 2.5 ขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นขั้นตอนที่สำคัญที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สนใจสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องศึกษาขั้นตอนในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และนำมาประยุกต์ใช้เป็นแนวทางในการปฏิบัติก่อนที่จะลงมือสร้าง เพราะการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยไม่มีขั้นตอนการออกแบบที่แน่ชัดนั้น นอกจากทำให้เกิดการเสียเวลาแล้ว ยังอาจส่งผลให้ได้งานซึ่งไม่ตรงกับวัตถุประสงค์หรือไม่มีประสิทธิภาพได้ (ถนอมพร เลาทจรัสแสง. 2541 : 27)

แบบจำลองการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi and Trollip. (1991) ประกอบด้วยขั้นตอนการออกแบบ 7 ขั้นตอน ดังนี้ (ถนอมพร เลาทจรัสแสง. 2541 : 31-39)

- ขั้นตอนที่ 1**      ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)
- กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)
  - รวบรวมข้อมูล (Collect Resources)
  - เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)
  - สร้างความคิด (Generate Ideas)
- ขั้นตอนที่ 2**      ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)
- ทอนความคิด (Elimination of Ideas)
  - วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis)
  - ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson Description)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	- ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and Revision of the Design)
ขั้นตอนที่ 3	ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)
ขั้นตอนที่ 4	ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)-
ขั้นตอนที่ 5	ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson)
ขั้นตอนที่ 6	ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Produce Supporting Materials)
ขั้นตอนที่ 7	ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise)

**2.5.1 ขั้นตอนการเตรียม (Preparation)** ขั้นตอนการเตรียมนี้ถือว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญมากตอนหนึ่งที่อยู่อกแบบต้องใช้เวลาให้มาก เพราะการเตรียมพร้อมในส่วนนี้จะทำให้ขั้นตอนต่อไปในการออกแบบเป็นไปอย่างต่อเนื่องและมีประสิทธิภาพ

#### 2.5.1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ (Determine Goals and Objectives)

การกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์คือการตั้งเป้าหมายว่าผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใดและในลักษณะใด กล่าวคือ เป็นบทเรียนหลักบทเรียนเสริม หรือเป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือ เป็นแบบทดสอบ รวมทั้งการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียน คือเมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้วจะสามารถทำอะไรได้บ้าง เช่น ผู้เรียนจะสามารถยกตัวอย่างได้หรืออธิบายได้ เป็นต้น

ก่อนที่จะกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ในการเรียนได้นั้น ผู้ออกแบบควรที่จะทราบพื้นฐานของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย (Target Audience) เสียก่อน เพราะความรู้พื้นฐานของผู้เรียนมีอิทธิพลต่อเป้าหมายและวัตถุประสงค์ของบทเรียน กรณีที่ไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานของผู้เรียน ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมถึงการทดสอบความรู้พื้นฐานก่อนเรียนของผู้เรียน หรือรวมไปถึงข้อมูลเกี่ยวกับลักษณะและความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย อย่างไรก็ตามสำหรับรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับการประเมิน เช่นรูปแบบคำถาม หรือจำนวนข้อคำถาม ฯลฯ ผู้สร้างสามารถที่จะทำการแก้ไขตัดแปลง เพิ่มเติมตัดทอนได้เสมอ โดยเฉพาะ ในช่วงของขั้นตอนการออกแบบ

**2.5.1.2 รวบรวมข้อมูล (Collect Resources)** หมายถึงการเตรียมพร้อมด้านทรัพยากรสารสนเทศ (Information Resources) ทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา (Materials) การพัฒนาและออกแบบบทเรียน (Instructional Development) และสื่อในการนำเสนอบทเรียน (Instructional Delivery System) ซึ่งในที่นี้ก็คือ คอมพิวเตอร์นั่นเอง ทรัพยากรในส่วนของเนื้อหาได้แก่ ตำรา หนังสือ วารสารทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง สไลด์ ภาพต่างๆและที่สำคัญก็คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหานั้น ส่วนทรัพยากรในส่วนของการออกแบบบทเรียนได้แก่ หนังสือการออกแบบบทเรียน กระดาษสำหรับวาดสตอรี่บอร์ด สื่อสำหรับการทำกราฟิก โปรแกรมประมวลผลคำ และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน ทรัพยากรในส่วนของสื่อที่ใช้ในการนำเสนอได้แก่ คอมพิวเตอร์ คู่มือต่างๆ ทั้งของคอมพิวเตอร์และของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่

ต้องการใช้และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในที่สุด

**2.5.1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Learn Content)** การเรียนรู้เนื้อหาอาจทำได้หลายลักษณะ เช่นการสัมภาษณ์ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือหรือเอกสารอื่นๆ ที่เกี่ยวเนื่องกับเนื้อหาของบทเรียน เป็นต้น ความเข้าใจเนื้อหาในระดับผิวเผินจะส่งผลให้การได้มาซึ่งการออกแบบบทเรียนในลักษณะที่ไม่สามารถทำทนายผู้เรียนในทางสร้างสรรค์ได้

**2.5.1.4 สร้างความคิด (Generate Ideas)** คือการระดมสมองนั่นเอง หมายถึง กระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่างๆ เป็นจำนวนมากจากทีมงานในระยะ เวลาอันสั้น โดยความคิดสร้างสรรค์ในขั้นนี้จะยึดปริมาณมากกว่าการประเมินค่าความถูกต้องเหมาะสม การระดมสมองมักติดกาวอยู่ด้วยกัน 4 ประการ ได้แก่ การห้ามวิจารณ์ (Suspend Judgement) การคิดโดยอิสระ (Free Wheel) การเน้นปริมาณ (Quantity) และการกระตุ้นความคิดอย่างต่อเนื่อง (Cross Fertilize) การสร้างความคิดโดยการระดมสมองมีความสำคัญมากเพราะจะทำให้เกิดข้อคิดเห็นต่างๆ อันจะนำมาซึ่งแนวคิดที่ดีและน่าสนใจในที่สุด

## 2.5.2 ขั้นตอนการออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนนี้เป็นขั้นตอนที่สำคัญที่สุดขั้นตอนหนึ่งในการกำหนดว่าบทเรียนจะออกมามีลักษณะใด

**2.5.2.1 ทอนความคิด (Elimination of Ideas)** หลังจากการระดมสมองแล้ว นักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่า ข้อคิดใดที่น่าสนใจ การทอนความคิดเริ่มจากการคัดเอาข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ เนื่องจากเหตุผลใดก็ตาม หรือข้อคิดที่ซ้ำซ้อนกันออกไป และรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่นั้นมาพิจารณาอีกครั้ง ซึ่งในการช่วงการพิจารณาอีกครั้งหนึ่งนี้อาจรวมไปถึงการซักถาม อภิปรายถึงรายละเอียดและขัดเกลาข้อคิดต่างๆ อีกด้วย

**2.5.2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis)** การวิเคราะห์งาน (Task Analysis) เป็นการพยายามในการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหาที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้ที่ต้องการ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด (Concept Analysis) คือขั้นตอนการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณาทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียนและเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น การคิดวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดรวมไปถึงการนำเนื้อหาทั้งหมดที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาอย่างละเอียดและตัดเนื้อหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป หรือทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่ายออกไป ดังนั้นการวิเคราะห์งานและการวิเคราะห์แนวคิดถือเป็นการคิดวิเคราะห์ที่มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อหาหลักการเรียนรู้ (Principle of Learning) ที่เหมาะสมของเนื้อหานั้นๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงานสำหรับการออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**2.5.2.3 ออกแบบบทเรียนขั้นแรก (Preliminary Lesson Description)** หลังจากที่มีการวิเคราะห์งานและแนวคิด ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้นมาผสมผสานให้กลมกลืนและออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยการผสมผสานให้กลมกลืนและออกแบบให้เป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ ภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้ Hoffman and Medsker. (1983) ได้นำกิจกรรมหรือวิธีการในการวิเคราะห์การเรียนการสอน (Instructional Analysis) เพื่อช่วยในการผสมผสานแนวคิดนี้เข้าด้วยกัน โดยวิธีการในการวิเคราะห์การเรียนการสอนนี้ จะประกอบไปด้วยการกำหนดประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึงในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละประเภทและสุดท้ายคือ การจัดระบบความคิดเพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับ (Sequence) ของบทเรียนที่ดีที่สุด ให้ได้มาซึ่งโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้จริง

**2.5.2.4 ประเมินและแก้ไขการออกแบบ (Evaluation and Revision of the Design)** การประเมินนั้นเป็นสิ่งที่จะต้องทำอยู่เรื่อยๆ เป็นระยะๆ ระหว่างการออกแบบ ไม่ใช่หลังจากการออกแบบโปรแกรมสำเร็จแล้วเท่านั้น โดยหลังจากการออกแบบแล้ว ควรมีการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและโดยผู้เรียนชั้นรอบหนึ่งก่อน การประเมินนี้อาจหมายถึงการทดสอบว่าผู้เรียนจะสามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่ การรวบรวมทรัพยากรทางด้านข้อมูลต่างๆ มากขึ้น การหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเพิ่มขึ้น การทอนความคิดออกไปอีก การปรับแก้การวิเคราะห์งานหรือ แม้กระทั่งการเปลี่ยนประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลังจากทำการแก้ไขแล้ว อาจทำการย้อนหลังกลับไปประเมิน จนกระทั่งได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีคุณภาพเป็นที่พอใจกับทุกฝ่ายในทีม ก่อนที่จะดำเนินการออกแบบในขั้นตอนต่อไป

**2.5.3 ขั้นตอนการเขียนผังงาน (Flowchart Lesson)** ผังงานคือชุดของสัญลักษณ์ต่างๆ ซึ่งอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม การเขียนผังงานเป็นสิ่งสำคัญเพราะคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องมีปฏิสัมพันธ์อย่างสม่ำเสมอและปฏิสัมพันธ์นี้จะถูกถ่ายทอดออกมาได้อย่างชัดเจนที่สุดในรูปของสัญลักษณ์ซึ่งแสดงกรอบการตัดสินใจและกรอบเหตุการณ์ การเขียนผังงานจะไม่นำเสนอรายละเอียดหน้าจอเหมือนการสร้างสตอรี่บอร์ด แต่จะนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผังงานทำหน้าที่เสนอข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม อาทิ อะไรจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด หรือ เมื่อไรที่จะมีการจบบทเรียน เป็นต้น

**2.5.4 ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ด (Create Storyboard)** เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอข้อความ ภาพ รวมทั้ง สื่อในรูปแบบมัลติมีเดียต่างๆ ลงบนกระดาษ เพื่อให้การนำเสนอเป็นไปอย่างเหมาะสมบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป ขณะที่ผังงานนำเสนอลำดับและขั้นตอนของการตัดสินใจ สตอรี่บอร์ดนำเสนอเนื้อหาและลักษณะของการนำเสนอ ขั้นตอนการสร้างสตอรี่บอร์ดการค้นคว้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมไปถึงการเขียนสคริปต์ (สคริปต์ในที่นี้คือเนื้อหาข้อความในบทเรียน) ที่ผู้เรียนจะได้เห็นบนหน้าจอ ซึ่งได้แก่ เนื้อหา ข้อมูล คำถาม ผลป้อนกลับ คำแนะนำ คำชี้แจง ข้อความเรียกความสนใจ ภาพนิ่งและเคลื่อนไหว ฯลฯ

ในขั้นนี้ควรที่จะมีการประเมินและทบทวนแก้ไขบทเรียนจากสตอรี่บอร์ดนี้จนกระทั่งผู้ร่วมงานในทีมทบทวนพอใจกับคุณภาพบทเรียนเสียก่อน นอกจากนี้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและการออกแบบแล้ว ผู้เรียนที่อยู่ในกลุ่มเป้าหมายซึ่งไม่สัมผัสในเนื้อหาควรที่จะมีส่วนร่วมในการประเมิน ทั้งนี้เพื่อช่วยในการตรวจสอบเนื้อหาที่อาจจะสับสน ไม่ชัดเจน ตกหล่นและเนื้อหาที่อาจจะยากหรือง่ายจนเกินไปสำหรับผู้เรียน

2.5.5 ขั้นตอนการสร้าง/เขียนโปรแกรม (Program Lesson) เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ดให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สมัยก่อนหากใช้คำว่า การเขียน โปรแกรม ทุกคนก็จะนึกถึงการโปรแกรมด้วยภาษาต่างๆ เช่น เบสิก หรือปาสคาล ฯลฯ แต่ในปัจจุบันการเขียนโปรแกรมนั้น อาจหมายถึงการใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI Authoring System) ผู้ออกแบบจะต้องรู้จักเลือกใช้โปรแกรมที่เหมาะสม

ปัจจัยหลักในการพิจารณาโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมนั้นได้แก่ ด้านของฮาร์ดแวร์ ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการสร้าง ประสบการณ์ของผู้สร้าง และด้านงบประมาณ ในด้านของฮาร์ดแวร์นั้น ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงกลุ่มเป้าหมายของผู้ใช้บทเรียน กล่าวคือ ผู้ที่จะใช้บทเรียนนั้นมีข้อจำกัดทางด้านฮาร์ดแวร์หรือไม่ อย่างไร เช่น ผู้ใช้ส่วนใหญ่มีเครื่องคอมพิวเตอร์ประเภทใด (พีซี หรือแมคอินทอช) ความเร็วเท่าใด ระบบจัดการที่มากับฮาร์ดแวร์เป็นระบบใด มีระบบมัลติมีเดียหรือไม่ อย่างไร เป็นต้น

นอกจากนี้ ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการออกแบบก็เป็นปัจจัยอย่างหนึ่งที่ต้องพิจารณา ในด้านลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้ออกแบบจำเป็นต้องทำความเข้าใจในการทำงานของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละ โปรแกรม ว่ามีข้อดีและข้อจำกัดแตกต่างกันอย่างไร เพื่อให้ได้มาซึ่งเครื่องมือสร้างที่เหมาะสมกับลักษณะบทเรียนที่ต้องการ และลดเวลาในการพิจารณาเลือกโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับงานครั้งต่อไป เช่น หากผู้ออกแบบต้องการได้มาซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะหรูหรา ประณีต และเต็มไปด้วยลูกเล่น ผู้ออกแบบจึงควรเลือกโปรแกรมซึ่งมีข้อเด่นในส่วนของคุณลักษณะ (Features) เพิ่มเติมที่ช่วยสนับสนุนการโปรแกรมบทเรียนลักษณะนี้ให้เป็นไปได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพมากที่สุด

โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อได้เปรียบ เสียเปรียบแตกต่างกันออกไป บางโปรแกรมมีคุณลักษณะเพิ่มเติมที่ช่วยให้การออกแบบบทเรียนประเภทใดประเภทหนึ่งเป็นไปได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น บางโปรแกรมมีการจัดหาเทมเพลตซึ่งช่วยในการออกแบบข้อสอบในเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนักผู้สอนไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะต่างๆ รวมทั้งการคิดคะแนน ซึ่งลักษณะทั้งสองนี้จะทำให้การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทคิวเตอร์ แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่มีการประเมินผลเป็นขั้นตอน การสอนที่สำคัญเป็นไปได้โดยสะดวก นอกจากนี้บางโปรแกรมยังได้จัดหาบรรณาธิกรณสำหรับแก้ไขสคริปต์ (Script Editor) หรือ บรรณาธิกรณสำหรับสร้างภาพเคลื่อนไหว (Animation Editor) เป็นต้น ไว้ให้แก่ผู้ใช้ซึ่งช่วยให้การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองและประเภทเกมเป็นไปได้โดยสะดวกยิ่งขึ้น อย่างไรก็ตาม โดยทั่วไปแล้วการใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถสนับสนุนการพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทคิวเตอร์และแบบฝึกหัดได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ แต่หากผู้ออกแบบต้องการได้มาซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองและประเภทเกมซึ่งต้องการความสลับซับซ้อนในการโปรแกรมมากๆ การใช้โปรแกรมภาษาในการสร้างบทเรียนก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากข้อได้เปรียบของโปรแกรมภาษาในศักยภาพและความยืดหยุ่นในการโปรแกรมบทเรียนให้เป็นไปได้ตามที่ต้องการ

นอกจากนี้งบประมาณก็เป็นอีกปัจจัยที่ผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงในการเลือกโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม เนื่องจากมีราคาที่แตกต่างกัน โดยเฉพาะ โปรแกรมที่มาจากต่างประเทศจะมีราคาสูงกว่าที่ผลิตในประเทศไทยมาก สุดท้ายนี้ประสบการณ์ของผู้สร้างหรือใช้โปรแกรม ก็เป็นปัจจัยที่ควรพิจารณา เนื่องจากหากผู้ใช้โปรแกรมมีความถนัดหรือเคยชินกับโปรแกรมใดอยู่ก่อนแล้ว การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เป็นไปได้สะดวกและรวดเร็วกว่าการใช้เวลาสร้างความเคยชินกับโปรแกรมใหม่ ทั้งนี้ภายใต้เงื่อนไขว่าโปรแกรมทั้งสองมีความเหมาะสมสำหรับสร้างบทเรียนในระดับที่ใกล้เคียงกัน

#### 2.5.6 ขั้นตอนการผลิตเอกสารประกอบบทเรียน (Production of Supporting Materials)

เอกสารประกอบบทเรียนเป็นสิ่งที่จำเป็นอย่างยิ่ง เอกสารประกอบบทเรียนอาจแบ่งเป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่างๆ และเอกสารประกอบเพิ่มเติมต่างๆ ไป (เช่น ใบงาน) ผู้เรียนและผู้สอนย่อมต้องการแตกต่างกันไป ดังนั้นคู่มือสำหรับผู้เรียนและผู้สอนจึงต้องไม่เหมือนกัน ผู้สอนอาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม การเข้าไปดูข้อมูลผู้เรียนและการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ในหลักสูตร นอกจากนี้อาจต้องการข้อมูลเกี่ยวกับการตัดสินใจว่าจะใช้โปรแกรมนั้นหรือไม่ และใช้อย่างไร ผู้เรียนอาจต้องการข้อมูลในการจัดการกับบทเรียนและการสืบไปในบทเรียน คู่มือปัญหาเทคนิคก็มีความจำเป็นหากการติดตั้งบทเรียนมีความสลับซับซ้อนหรือต้องใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่นๆ เช่น การติดตั้งแลน เป็นต้น เอกสารเพิ่มเติมประกอบก็อาจได้แก่ แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบหรือเอกสารที่ใช้ประกอบการเรียนต่างๆ เป็นต้น

#### 2.5.7 ขั้นตอนการประเมินและแก้ไขบทเรียน (Evaluate and Revise) ในช่วงสุดท้าย บท

เรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด ควรที่จะได้รับการประเมิน โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการคำนวณว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การนำเสนอและการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้น ผู้ที่ควรจะทำ การประเมินก็คือ ผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงาน ของบทเรียนนั้น ผู้ออกแบบ ควรที่จะทำการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในขณะที่ใช้บทเรียนหรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังทดสอบความรู้ผู้เรียนหลังจากที่ได้ทำการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นๆ แล้ว โดยผู้เรียนจะต้องมาจากผู้เรียนในกลุ่มเป้าหมาย ชั้นตอนนี้ อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่อง และการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญได้

## 2.6 การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.6.1 แนวคิดการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องเป็นบทเรียนที่สามารถปรับกลวิธีการสอนให้เหมาะสมกับประสบการณ์การเรียนรู้ของผู้เรียน ในที่นี้ผู้วิจัยได้สรุปแนวคิดสำคัญของ นักการศึกษา นักเทคโนโลยีการศึกษา ที่เป็นพื้นฐานในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 แนวคิด ได้แก่ (วชิระ อินทร์อุดม, 2540 : 50)

#### 2.6.1.1 แนวคิดของ Mizendo และ Evans (Bradley, 1983 – 1984)

Mizendo and Evans ได้เสนอแนะแนวทางในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพไว้ ดังนี้

1. วิเคราะห์เนื้อหาและภารกิจการเรียน การวิเคราะห์จะทำให้กำหนดได้ว่าเนื้อหาส่วนใด จะต้องสอนก่อนหรือหลัง เนื้อหาส่วนใดเป็นพื้นฐานของการเรียนเนื้อหาต่อไป ซึ่งจะนำไปสู่การ กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมและพฤติกรรมที่ต้องการจะวัด
2. การควบคุมบทเรียนและความเร็วในการเรียน ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมการ ฝึกปฏิบัติด้วยตัวของผู้เรียนเอง
3. ให้โอกาสผู้เรียนในการเลือกวิธีการเรียนที่เหมาะสม กับความถนัดและความต้องการ ของผู้เรียน
4. ให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนให้มากที่สุด จะทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น ในการเรียน
5. วิธีการสอนที่ใช้ในบทเรียน ต้องเหมาะสมกับระดับความสามารถของผู้เรียน โดยผู้เรียน เก่งจะเรียนได้เร็ว ส่วนผู้เรียนอ่อนก็สามารถเรียนได้ดี โดยมี การช้อนเสริมและแนะแนวทางที่ เหมาะสม
6. มีการประเมินผลความก้าวหน้าและการบรรลุวัตถุประสงค์การเรียนของผู้เรียน
7. ผู้เรียนต้องได้ทราบผลการตอบสนองที่มีต่อบทเรียน ในรูปแบบของการให้ข้อมูลป้อน

เอกสารฉบับนี้ หากถูกคัดลอกหรือเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต จะถือว่าผิดกฎหมาย และจะดำเนินการฟ้องร้องดำเนินคดีตามกฎหมายต่อไป

ไม่ว่าการณีใดก็ตามที่ผู้อื่นนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต หรือมีการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต หรือมีการนำข้อมูลไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

8. การเสนอเนื้อหาใหม่ต้องเสนอภายหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเดิมแล้ว โดยการบรรจุ การฝึกหัดที่ถูกต้องและเหมาะสมเสียก่อน

9. ผู้เรียนสามารถย้อนกลับได้ตลอดเวลาในระหว่างที่เรียนบทเรียนนั้น

### 2.6.1.2 แนวคิดของ Gagne<sup>1</sup> (Gagne<sup>1</sup>, Wager and Rojas 1981)

แนวคิดของ Gagne<sup>1</sup>, Wager and Rojas เกี่ยวกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เน้นที่การใช้ยุทธศาสตร์ที่สัมพันธ์กับเหตุการณ์สอน (Events of Instruction) ทั้ง 9 เหตุการณ์ ดังนี้

ตารางที่ 2.2 แสดงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ Gagne<sup>1</sup>

เหตุการณ์การสอน	ยุทธศาสตร์
1. เพิ่มแรงจูงใจให้กับผู้เรียน	1. ใช้รูปภาพ สี เสียง
2. รักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่	2. แจ่งวัตถุประสงค์การเรียนรู้ให้ผู้เรียนทราบ
3. ให้ผู้เรียนระลึกถึงความรู้เดิม	3. ใช้การทบทวนและ/หรือการทดสอบก่อนเรียน
4. แสดงสิ่งเร้า	4. เสนอเนื้อหาในรูปแบบต่างๆ
5. ให้แนวทางการเรียนรู้	5. ใช้ตัวชี้นำ การกระตุ้น การบอกใบ้และการให้คำถามที่ เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนผ่านมา
6. ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรม	6. กระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
7. ให้ผู้เรียนได้ทราบผลการปฏิบัติ	7. ให้ข้อมูลป้อนกลับช่วยเหลือและ/หรือ สอนเสริม เมื่อผู้เรียนตอบผิด ให้คำยืนยันและ/หรือการเสริม แรงเมื่อผู้เรียนตอบถูก
8. ประเมินผล	8. ตรวจสอบการปฏิบัติกิจกรรมหรือการทำแบบฝึกหัด ทำแบบทดสอบ ว่าผู้เรียนผ่านเกณฑ์หรือไม่ แล้ว แสดงผลให้ผู้เรียนทราบ
9. ถ้าย้ายโยงการเรียนรู้	9. โดยการสรุปสาระสำคัญ ให้การบ้าน

### 2.6.1.3 แนวคิดของ Park (Park, Ok-Choon. 1981-1982)

Park ได้เสนอแนวคิด ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ โดย การใช้ยุทธศาสตร์ RSIS (Response Sensitive Instructional Strategies) มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. สร้างความสนใจให้กับผู้เรียน โดยการใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว การใช้สี การใช้ข้อความที่น่าสนใจก่อนที่จะมีการสอน การเขียนบทนำที่เน้นความสำคัญของผู้เรียน จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพิ่มการรับรู้ของผู้เรียนในเนื้อหา ด้วยการใช้ยุทธศาสตร์เตรียมการก่อนสอน เช่น แจงวัตถุประสงค์การเรียนรู้ว่า ภายหลังจากเรียนจบบทเรียนแล้วผู้เรียนจะทำอะไรได้บ้าง

3. ให้ผู้เรียนเรียนรู้เนื้อหาใหม่ โดยปกติแล้วจะนำเสนอในรูปแบบ บทเรียนแบบการสอน (Tutorial Program) ซึ่งจะมีการเสนอเนื้อหา การถาม/การตอบ การตัดสินใจผลการตอบ การให้ข้อมูลป้อนกลับหรือเป็นการสอนซ่อมเสริม

4. เพิ่มความเข้าใจของผู้เรียน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด ให้ตอบปัญหา ให้ข้อมูลป้อนกลับ ให้การเสริมแรงจัดหาแนวทางการเรียนที่เหมาะสมและมีการประเมินผลกิจกรรมของผู้เรียน เป็นต้น

5. เพิ่มความคงทนในการจำ โดยใช้การสรุปสาระสำคัญของบทเรียน หรือการถามคำถามเพิ่มเติม

จากแนวคิดของนักการศึกษาที่กล่าวมานี้ พอจะสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ จะต้องครอบคลุมการสอนทั้ง 4 ระยะ คือ การให้สารสนเทศ แนะนำแนวทางการเรียน ให้ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมและประเมินผลการปฏิบัติ ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ครอบคลุมการสอนทั้ง 4 ระยะ และสอดคล้องตามแนวคิดของนักศึกษาทั้งสามท่านก็คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการสอนแบบ Tutorial

นอกจากระเบียบวิธี (Methodology) ที่ดีของบทเรียนแล้ว การใช้รูปภาพ ภาพเคลื่อนไหว สี เสียง จะช่วยเพิ่มความสนใจและรักษาความสนใจของผู้เรียนให้คงอยู่ และการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา (Content Summary) ก็เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เกิดการถ่ายโอนการเรียนรู้และความคงทนในการจำทั้งในระยะสั้น (Short Term Memory) และการจำในระยะยาว (Long Term Memory)

### 2.6.2 จิตวิทยาการเรียนรู้สำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไชยยศ เรืองสุวรรณ.(2533 : 67) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้จิตวิทยาการเรียนรู้ในการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งจะทำให้เกิดสภาพการณ์การเรียนการสอน ที่สนับสนุนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ คือ

1. ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม หรือลงมือปฏิบัติในการเรียนรู้
2. ให้ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับในการเรียนอย่างฉับพลัน
3. ให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงด้วยการให้ประสบความสำเร็จ
4. ให้ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างเป็นขั้นตอนทีละน้อย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง. (2541 : 57) ได้เสนอเรื่อง หลักจิตวิทยาเกี่ยวกับการเรียนรู้ของมนุษย์ที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยนำเสนอแนวคิดหลักๆ ทางจิตวิทยาพุทธิพลัย (Cognitive Psychology) ได้แก่ ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง การจดจำ ความเข้าใจ ความกระตือรือร้นในการเรียน แรงจูงใจ การควบคุมการเรียน การถ่ายโอนการเรียนรู้ และการตอบสนองความแตกต่างรายบุคคล (Alessi and Trollip,1991) ไว้ 7 อย่างดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้า เมื่อผู้ยู่เห็นหน้าใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ความสนใจและการรับรู้อย่างถูกต้อง (Attention and Perception)
2. การจดจำ (Memory)
3. ความเข้าใจ (Comprehension)
4. ความกระตือรือร้นในการเรียน (Active Learning)
5. แรงจูงใจ (Motivation)
6. การควบคุมบทเรียน (Learner Control)
7. การถ่ายโอนการเรียนรู้ (Transfer of Learning)
8. ความแตกต่างระหว่างบุคคล (Individual Difference)

### 2.6.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะต้องพิถีพิถันละเอียดรอบคอบ และให้มีความยืดหยุ่นมากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีความยืดหยุ่นและจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงต้องเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งประกอบด้วยผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ด้านสื่อการสอน ด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์และครูผู้สอน (ช่วง โชติ พันธุเวช, 2535)

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีขั้นตอนในการนำเสนอเนื้อหา เช่นเดียวกับการสอนแบบโปรแกรม การสร้างบทเรียนจึงใช้วิธีเดียวกันกับการสร้างบทเรียนโปรแกรมนั่นเอง เมื่อได้บทเรียนโปรแกรม ซึ่งบางตำราเรียกว่า บทเรียนสำเร็จรูป (Programmed Text) ต่อจากนั้นจึงนำไปแปลงเป็นภาษาคอมพิวเตอร์โดยอาศัยโปรแกรมสำเร็จรูป เพื่อเป็นคำสั่งให้เครื่องคอมพิวเตอร์ทำงานตามเนื้อหาที่ผู้เขียนโปรแกรมออกแบบ ดังนั้น ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องอาศัยพื้นฐานทางทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อเข้าใจผู้เรียนแต่ละระดับและเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ฉะนั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงมีขั้นตอนดังนี้ (อำนาจ เดชชัยศรี, 2542 : 114-115)

1. กำหนดเนื้อหาวิชาและระดับชั้น โดยผู้ออกแบบต้องวิเคราะห์ว่า เนื้อหาวิชานั้นจะต้องไม่เปลี่ยนแปลงบ่อย ไม่ซ้ำกับใคร เพื่อคุ้มค่าการลงทุนและสามารถช่วยลดเวลาเรียนของผู้เรียนได้
2. กำหนดวัตถุประสงค์ จะเป็นแนวทางแก่ผู้ออกแบบบทเรียน เพื่อทราบว่าผู้เรียนหลังจากเรียนจบแล้วจะบรรลุตามวัตถุประสงค์มากน้อยแค่ไหน การกำหนดวัตถุประสงค์จึงกำหนดได้ทั่วไปและเชิงพฤติกรรม สำหรับการกำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ต้องคำนึงถึง
  - ผู้เรียน (Audience) ว่ามีพื้นฐานความรู้แค่ไหน
  - พฤติกรรม (Behavior) เป็นการคาดหวังเพื่อที่จะให้ผู้เรียนบรรลุเป้าหมาย การวัดพฤติกรรมทำได้โดยสังเกต คำนวณ นับแยกแยะ แด่งประ โยค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เงื่อนไข (Condition) เป็นการกำหนดสถานะที่พฤติกรรมของผู้เรียนจะเกิดขึ้น
- ปริมาณ (Degree) เป็นการกำหนดมาตรฐานที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์แล้ว

3. การวิเคราะห์เนื้อหา เป็นขั้นตอนที่สำคัญโดยต้องย่อยเนื้อหาเป็นเนื้อหาเล็กๆ มีการเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก มีการวิเคราะห์ภารกิจ (Task Analysis) ที่จะเริ่มต้นตรงไหนและดำเนินการไปทางใด

4. การสร้างแบบทดสอบ ต้องสร้างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แบบทดสอบนี้จะเป็นตัวบ่งชี้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ มีประสิทธิภาพมากน้อยประการใด

5. การเขียนบทเรียน ก่อนเขียนบทเรียนต้องกำหนดโครงสร้างเพื่อให้ได้รูปร่างของบทเรียนเสียก่อน คือ จะทราบว่าต้องประกอบด้วยอะไรบ้าง มีสัดส่วนอย่างไร บทเรียนจึงมีขั้นตอนที่ดี

#### 2.6.4 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบการเรียนการสอนโดยการนำเอาวิธีการจัดระบบ (System Approach) มาใช้เป็นวิธีการหนึ่งในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพราะเป็นขั้นตอนของการวิเคราะห์และสังเคราะห์กระบวนการอย่างลึกซึ้ง ทำให้ผู้พัฒนาบทเรียนเข้าใจและตระหนักถึงสภาพของผู้เรียน เนื้อหาของบทเรียนและการวัดประเมินผลการเรียน โดยมีขั้นตอนดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์, 2530)

2.6.4.1 **ขั้นวิเคราะห์ผู้เรียน** เป็นการศึกษาผู้เรียนเพื่อให้เข้าใจ และรู้จักกลุ่มเป้าหมาย อย่างถ่องแท้ ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนให้เหมาะสม รวมทั้งพิจารณาถึงวัยและความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ของผู้เรียนด้วย

2.6.4.2 **ขั้นวิเคราะห์เนื้อหาของบทเรียน** พิจารณาบทเรียนที่นำมามีความเหมาะสมกับสื่อประเภทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหรือไม่ นอกจากนี้ควรพิจารณานิสัยการเรียนรู้ด้วยว่าควรจะเน้นในด้านใด ด้านความรู้ความจำ ด้านวิธีการคิด ด้านเจตคติ และด้านทักษะการปฏิบัติ เป็นต้น

2.6.4.3 **ขั้นพัฒนาเนื้อหาบทเรียน** เป็นการนำบทเรียนที่วิเคราะห์มาจัดเป็นหน่วย ซึ่งจะใช้เวลาเรียนมากน้อยตามความเหมาะสมของเนื้อหา สำหรับระดับปริญญาตรี เวลาเรียนทฤษฎี 2 คาบ ปฏิบัติ 3 คาบ ต่อสัปดาห์ จากนั้นนำมาแยกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ ที่ครอบคลุมเนื้อหาให้มีปริมาณเท่าๆ กัน ควรจะตัดความซ้ำซ้อนกันให้มากที่สุด และกำหนดแนวความคิดขอบเขตของเรื่องที่จะสอน ในหัวข้อหนึ่งควรมีหนึ่งความคิดรวบยอด

2.6.4.4 **ขั้นกำหนดวัตถุประสงค์** ควรเขียนเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ครอบคลุมการเรียนรู้ในด้านต่างๆ ให้มากที่สุดตามชนิดเนื้อหาของบทเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.5 **ขั้นพัฒนาแบบทดสอบ** เมื่อจัดแบบทดสอบเรียบร้อยแล้วจึงคิดกิจกรรมในการเรียนการสอน ที่จะทำให้ผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบนี้ได้

แบบทดสอบที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีด้วยกัน 4 ชนิด ดังนี้

1. ทดสอบความรู้เดิม (Entry-Behaviors Test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ที่ใช้วัดความพร้อมของผู้เรียน หากผู้เรียนยังไม่มีความพร้อมจะต้องมีการซ่อมเสริมให้ผู้เรียนก่อนจนเกิดความพร้อม

2. แบบทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์เพื่อวัดความพร้อมในการที่จะเข้าศึกษาในหน่วยหนึ่งๆ

3. แบบทดสอบด้วยตนเอง (Self-Test) เป็นแบบทดสอบขณะที่เรียนแต่ละหัวเรื่อง หรือแต่ละจุดประสงค์ ก่อนที่จะก้าวไปเรียนในหัวเรื่องต่อไป

4. แบบทดสอบหลังเรียน (Post-test) เป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ ที่เป็นแบบคู่ขนานกับแบบทดสอบก่อนเรียน เพื่อวัดว่าผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่

2.6.4.6 **ขั้นพัฒนายุทธศาสตร์การสอน** จึงควรเลือกรูปแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสม ซึ่งแต่ละประเภทมีวิธีการสอนของตนเอง

2.6.4.7 **ขั้นพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์** เป็นการนำบทเรียนที่ได้มาเขียนเป็นโปรแกรม คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสร้างขึ้นจากเครื่องมือ 3 วิธี ดังต่อไปนี้ (สมพงษ์ เทคนิกรรม, 2541)

1. สร้างด้วยภาษาเครื่องหรือภาษาใดภาษาหนึ่งโดยตรง

ในปัจจุบันภาษาที่ใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลายภาษา เช่น ภาษา Basic ภาษา Pascal ภาษา Cobol และภาษา C ซึ่งภาษาต่างๆ เหล่านี้อาจมีทั้งข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันไป ตามวัตถุประสงค์ของผู้สร้างภาษานั้นๆ

**ข้อดี**

- มีข้อจำกัดในการสร้างน้อย
- สามารถสร้างบทเรียนได้ทุกรูปแบบตามความต้องการ

**ข้อเสีย**

- ต้องศึกษาภาษาคอมพิวเตอร์ที่จะใช้จนสามารถใช้งานได้
- ใช้เวลาในการสร้างโปรแกรมมาก
- ปรับปรุงเปลี่ยนแปลงหรือแก้ไขบทเรียนได้ยาก

2. สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)

ในปัจจุบัน Authoring System ที่นำมาใช้สร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีมากมาย เช่น PC Story Board, Tool Book, EZ Tool และ Authorware เป็นต้น ดังนั้นการเลือกใช้ในการคำนวณค่า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมใด ขึ้นอยู่กับผู้ใช้สามารถประยุกต์ใช้โปรแกรมได้มากน้อยเพียงใด ตลอดจนความสามารถของโปรแกรมที่เลือกใช้นั้น สนองตอบความต้องการในการทำบทเรียนที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ ซึ่งควรพิจารณาในคุณสมบัติดังต่อไปนี้

- ความยากง่ายของใช้โปรแกรม
- ความสามารถในการแสดงตัวอักษรและภาพกราฟิกออกทางจอภาพ
- ความสามารถในการแสดงภาพเคลื่อนไหวและเสียงประกอบ
- ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้
- ความสามารถในการรับหรือเก็บข้อมูลของผู้เรียน
- ขนาดของโปรแกรมที่จะนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์ที่มีอยู่
- ข้อจำกัดบางประการของโปรแกรม

### 3. สร้างด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (Authoring System)

ร่วมกับภาษาคอมพิวเตอร์เพื่อเป็น การลดข้อจำกัดบางประการของ Authoring System สามารถสร้างบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ร่วมกับโปรแกรมที่เขียนเพิ่มเติมด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการสร้างโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ตามที่เราต้องการ และมีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตามการสร้างบทเรียนด้วยวิธีนี้ก็ยังมีข้อดี ข้อเสีย ดังนี้

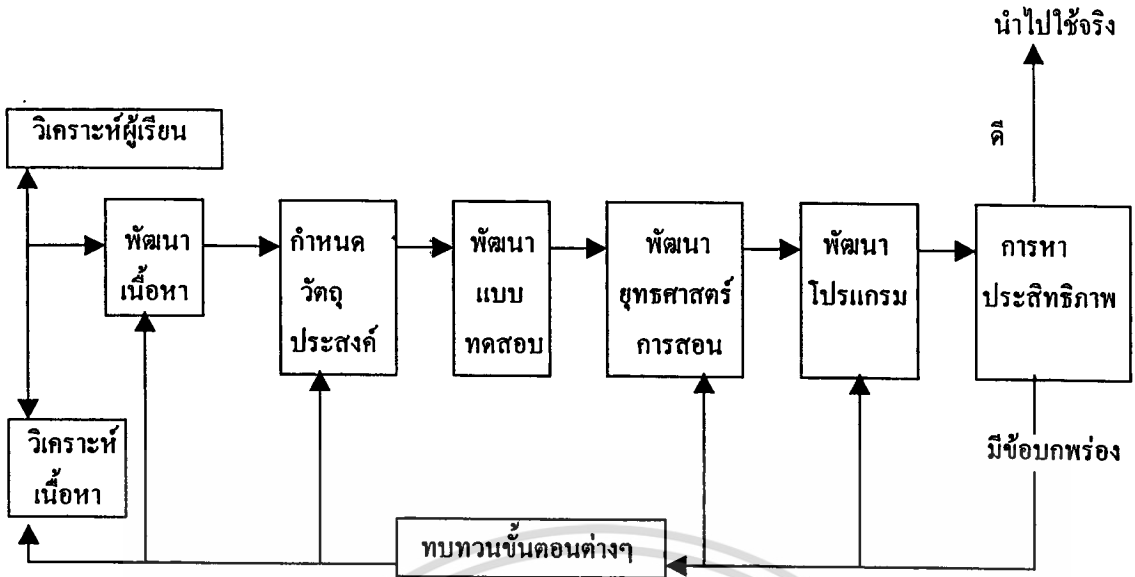
#### ข้อดี

- สามารถสร้างบทเรียนได้ตามต้องการ
- สร้างบทเรียนได้ง่ายและใช้เวลาน้อยกว่า
- ปรับปรุงเปลี่ยนแปลง แก้ไขได้ตลอดเวลา

#### ข้อเสีย

- อาจมีข้อจำกัดทางระบบ เนื่องจากไม่ได้สร้างขึ้นเพื่อใช้งานด้าน CAI โดยเฉพาะ
- ต้องศึกษาทั้งวิธีใช้ Authoring System และภาษาคอมพิวเตอร์

2.6.4.8 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างไปทดลองใช้กับผู้เรียนเพื่อตรวจสอบ ที่กล่าวมาแล้วนั้นสามารถเขียนเป็นแผนภาพดังนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530)



ภาพที่ 2.5 แสดงลำดับขั้นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์

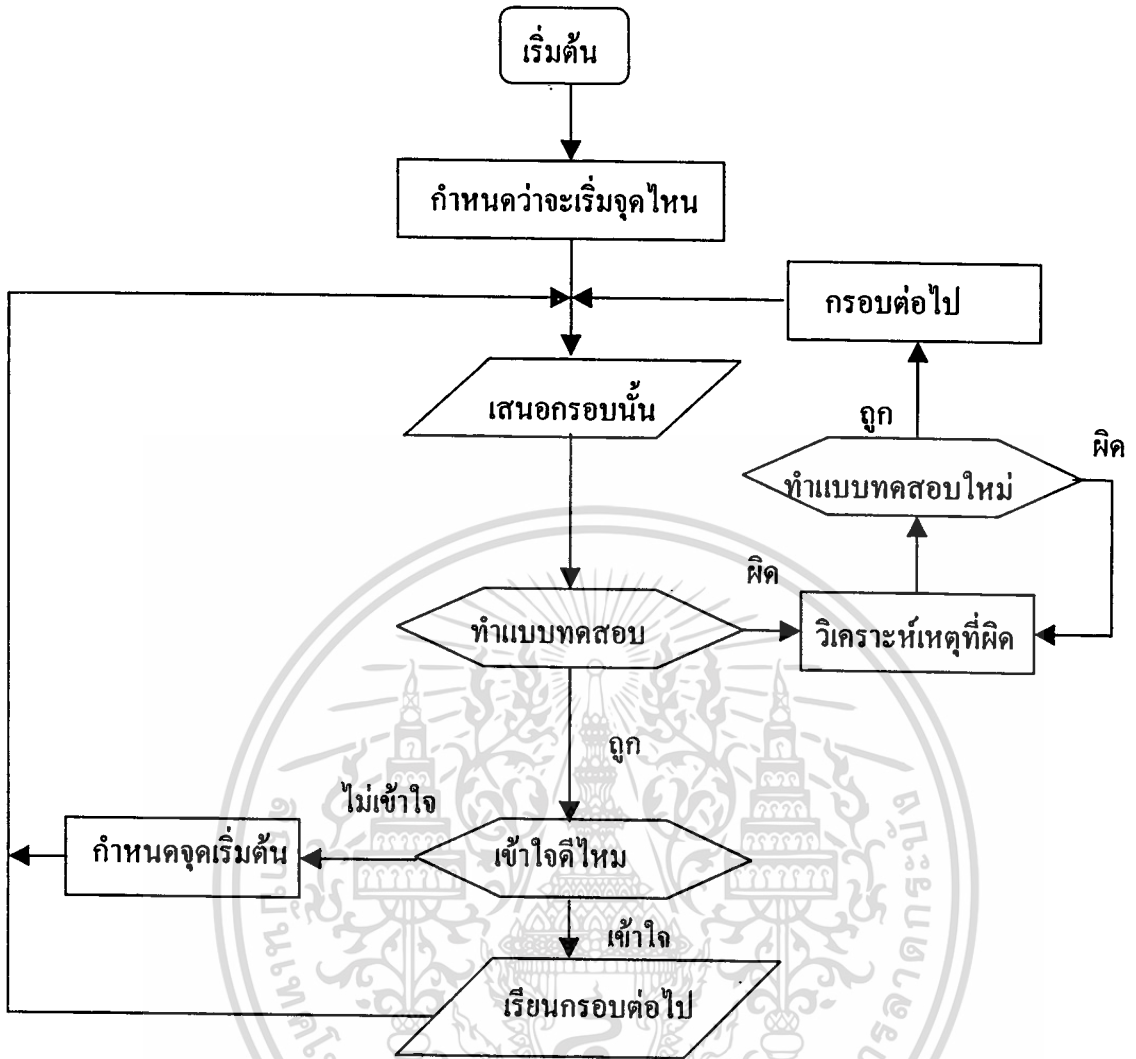
### 2.6.5 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบพื้นฐาน คือ การมองโครงร่างของบทเรียนที่นำเสนอต่อผู้เรียนเท่าที่นิยมสร้างกันในปัจจุบัน โดยมองรูปแบบการสร้างแบบเฉพาะบทเรียน เช่น บทเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเศษส่วน บทเรียนวิชาภาษาไทย และภาษาอังกฤษก็ตาม รูปแบบของบทเรียนจะแยกเป็น 2 แบบ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชนิดเส้นตรง ซึ่งประกอบด้วยกรอบที่แบ่งเป็นหน่วยเล็กๆ จากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเรียนจากกรอบแรกไปตามลำดับจนถึงกรอบสุดท้าย ข้ามกรอบใดกรอบหนึ่งไม่ได้ เนื่องจากกรอบแรกๆ เป็นพื้นฐานของการเรียนกรอบต่อไป และอีกชนิดคือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบไม่เป็นเส้นตรง ที่ต้องคำนึงถึงความแตกต่างและความคิดของแต่ละคน โดยการทดสอบผู้เรียนก่อนเรียน เพื่อหาระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ทั้งนี้เพื่อจะได้เลือกบทเรียนที่เหมาะสม การจัดกรอบของบทเรียนและต้องมีการเชื่อมโยงกันระหว่างกรอบอย่างพอเหมาะ ตามความสามารถของการเรียนรู้ของผู้เรียน (ชิน กุ์วรรธณ. 2531)

การทำงานร่วมกันระหว่างนักคอมพิวเตอร์ นักการศึกษา และผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาของสาขาวิชาที่จะทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เริ่มจากผู้เชี่ยวชาญในสาขาวิชาจะเป็นผู้ที่กำหนดขอบเขตเนื้อหาให้ จากนั้นการศึกษาจะช่วยแบ่งเนื้อหานั้นออกเป็นส่วนๆ โดยจัดทำเป็นรูปของบทเรียนแบบโปรแกรม คือแบ่งออกเป็นกรอบๆ กำหนดให้มีการเสนอกรอบที่ละกรอบ ตามด้วยแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ มีการอธิบายคำตอบที่คอบผิดและวิเคราะห์คำตอบที่ผิดเพื่อคิดว่าทำไมถึงคอบผิด

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนดังนี้ (ทักษิณา สวานานนท์. 2530)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.6 แสดงลำดับขั้นการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 2.6.6 ข้อควรคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สร้างจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ประกอบการสร้าง ซึ่งประยุกต์มาจากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้น ของ Gagne ดังต่อไปนี้ (อำนาจ เดชชัยศรี. 2542 : 10-20)

#### 2.6.6.1 ได้รับความสนใจ (Gain Attention) ก่อนที่จะเริ่มเรียน มีความจำเป็นอย่าง

ยิ่งที่ผู้เรียนควรจะได้รับแรงกระตุ้นและแรงจูงใจให้อยากที่จะเรียน ดังนั้นบทเรียนจึงควรเริ่มด้วยลักษณะของการใช้ภาพ สี และเสียง หรือการประกอบกันหลายๆอย่าง โดยสิ่งที่สร้างขึ้นมานั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหา และน่าสนใจซึ่งมีผลต่อความสนใจจากผู้เรียน และเป็นการเตรียมผู้เรียนให้พร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาไปในตัว ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเตรียมและกระตุ้นผู้เรียนในขั้นแรกนี้ก็คือการสร้างบทเริ่มต้น (Title) ซึ่งควรออกแบบเพื่อให้สายตาผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์ หากว่าบทเริ่มต้นดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยผ่านทางแป้นพิมพ์ ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่นการกดแคร์ยาว (Space Bar) หรือการกดแป้น (Key) ตัวใดตัวหนึ่ง เป็นต้น

เพื่อที่จะเร้าความสนใจของผู้เรียนควรจะคำนึงถึงหลักการต่อไปนี้

1. ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา และกราฟิกนั้นควรจะมีขนาดใหญ่และง่ายไม่ซับซ้อน
2. ใช้ภาพเคลื่อนไหว หรือเทคนิคอื่นๆ เข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ควรสั้นและง่าย
3. ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสี เขียว แดงและน้ำเงิน
4. ใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
5. กราฟิกควรจะค้างบนจอภาพจนกระทั่งผู้เรียนกดแป้น หรือ กดแคร์ยาว
6. ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วย
7. ควรใช้เทคนิคการเขียนกราฟิก ที่แสดงบนจอ ได้เร็ว
8. กราฟิกนั้นนอกจากจะเกี่ยวข้องกับเนื้อหาแล้ว ต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2.6.6.2 บอกรวัตถุประสงค์ (Specify Objectives) การบอกรวัตถุประสงค์ จะเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน หากผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คำนึงถึงหลักเกณฑ์ต่อไปนี้

1. ใช้คำสั้นๆ และเข้าใจง่าย
2. หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจโดยทั่วไป
3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป
4. ผู้เรียนควรมีโอกาสทราบว่าหลังจากเรียนจบแล้วจะนำไปใช้ทำอะไรได้บ้าง
5. หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อยๆ หลายบทเรียน หลังจากบอกรวัตถุประสงค์กว้างๆ แล้ว ควรจะตามด้วย Menu และหลังจากนั้นควรเป็นวัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียนย่อย
6. การกำหนดให้วัตถุประสงค์ปรากฏบนจอทีละข้อ เป็นเทคนิคที่ดี แต่ทั้งนี้ควรคาดคะเนเวลาระหว่างช่วงให้เหมาะสม หรือให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อดูวัตถุประสงค์ข้อต่อไปทีละข้อ
7. เพื่อให้วัตถุประสงค์น่าสนใจ อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร และรูปทรงเรขาคณิต การใช้ภาพเคลื่อนไหวยังไม่จำเป็น

2.6.6.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge) ไม่จำเป็นว่าจะต้องเป็นการทดสอบเสมอไป การทบทวนความรู้เดิมอาจเป็นไปในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อนหน้านี้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด (คำอ่าน) หรือภาพ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเป็นการผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาด้วย สิ่งที่ควรคำนึงถึงในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นนี้ มีดังนี้

1. ไม่ควรคาดเดาเอาว่าผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานก่อนการศึกษาเนื้อหาใหม่เท่ากัน ควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้เพื่อเป็นการทบทวนให้ผู้เรียนพร้อมที่จะรับความรู้ใหม่
2. การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงจุด
3. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อ ไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา
4. หากไม่มีการทดสอบความรู้เดิม ควรหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาไปแล้ว
5. การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจขึ้น

2.6.6.4 การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information) การเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาประกอบกับคำพูดที่สั้น ง่าย และได้ใจความเป็นหัวใจสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้นและความคงทนในการจำจะดีกว่าใช้คำพูด (คำอ่าน) เพียงอย่างเดียว

สรุปแล้วในการเสนอเนื้อหาใหม่ให้น่าสนใจ ผู้ออกแบบควรคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ดังนี้

1. ใช้ภาพประกอบการเสนอเนื้อหา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญ
2. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ
3. ในการเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ใช้ตัวชี้แนะ (Cue) ในส่วนของข้อความสำคัญ (ซึ่งอาจเป็นการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การ โยงลูกศร การใช้สี ฯลฯ หรือเป็นการชี้แนะด้วยคำพูด เป็นต้น)
4. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกันกับเนื้อหา
5. จัดรูปแบบของคำอ่านให้น่าอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดกลุ่มคำอ่านให้จบเป็นตอน
6. ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย
7. หากการแสดงกราฟิกของเครื่องที่ใช้ทำได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
8. หากเป็นจอสี ไม่ควรใช้เกิน 3 สี ในแต่ละกรอบ (รวมทั้งสีพื้น) ไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา
9. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คุ้นเคยและเข้าใจตรงกัน
10. นานๆครั้งควรจะให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทำอย่างอื่นแทนที่จะให้กดแคร่ยาว อย่างเดียว

2.6.6.5 ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guided Learning) ผู้เรียนจะจำได้ศึกษามีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน หน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ คือ พยายามหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนไม่ว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่นอกจากนั้นยังต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาคำรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจชัดเท่าที่จะทำได้ ในบางเนื้อหาผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจใช้หลักของ Guide Discovery ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผลค้นคว้าและวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง

สรุปแล้วข้อควรคำนึงถึงในการสอนขั้นนี้มีดังนี้

1. แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร
2. แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีความรู้หรือประสบการณ์แล้ว
3. พยายามให้ตัวอย่างที่แตกต่างกันออกไป
4. ให้สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับสิ่งที่ถูกต้อง เช่น ให้ดูภาพกระป๋องน้ำ ภาพของจาน ภาพแก้วน้ำ และบอกว่าสิ่งเหล่านี้ไม่ใช่ถ้วย เป็นต้น
5. การเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปนามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากให้เสนอตัวอย่างจากนามธรรมไปรูปธรรม
6. กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์ เช่น ถามว่า ครูคิดว่านักเรียนคงเคยเห็นช้างนะ ลองคิดซักนิดซิว่าทำไมเราถึงเรียกมันว่าช้าง

2.6.6.6 กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Responses) เพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนจึงควรเปิด โอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำในกิจกรรมขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1. พยายามให้ผู้เรียนได้ตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดการเรียนบทเรียน
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสนิพนธ์คำตอบหรือข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจเป็นครั้งคราวตามเหมาะสม
3. ไม่ควรให้ผู้เรียนนิพนธ์คำตอบยาวเกินไป
4. ถามคำถามเป็นช่วงๆ ตามความเหมาะสม
5. ไร่้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม
6. ไม่ควรตั้งคำถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือคำถามเดียวแต่อาจตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็นควรให้เลือกตอบตามตัวเลือก
7. หากเป็นไปได้ควรใช้อุปกรณ์อื่น เข้าช่วยในการตอบสนองของผู้เรียนเช่น Game Paddles หรือ Graphic Tables
8. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำๆ หลายครั้งเมื่อทำผิด เมื่อผิดซักครั้ง สองครั้งควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับ และเปลี่ยนทำกิจกรรมอย่างอื่นต่อไป

9. การตอบสนองที่มีผิดพลาดบ้างด้วยความเข้าใจผิด อย่างเช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 หรือช่องว่างในการพิมพ์อาจเกินไป หรือขาดหาย บางครั้งใช้ตัวพิมพ์ใหญ่ บางครั้งตัวพิมพ์เล็ก ต่างๆเหล่านี้ ควรได้รับการอนุโลม
10. ควรจะแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนกรอบเดียวกับคำถาม และหากเป็นไปได้ตามข้อมูลย้อนกลับ ควรจะอยู่บนกรอบเดียวกันด้วย

#### 2.6.6.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นั้นจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนขึ้นถ้าบทเรียนนั้นทำทนายผู้เล่น โดยการบอกจุดหมายที่ชัดเจน และให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อบอกว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ตรงไหน ห่างจากเป้าหมายเท่าใด

หลักการต่อไปนี้เป็นการให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีที่หลังจากผู้เรียนตอบสนอง
2. บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด
3. แสดงคำถาม คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับบนกรอบเดียวกัน
4. ใช้ภาพง่ายที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา
5. หลีกเลี่ยงผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้การตอบสนอง ที่ตื่นตา หากผู้เรียนทำผิด
6. อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาได้ หากภาพที่เกี่ยวข้อง ไม่สามารถทำได้จริงๆ
7. ใช้เสียงได้ขึ้นสูงสำหรับคำตอบที่ถูกต้อง และ โลงต่ำหากตอบผิด
8. เฉลยคำตอบที่ถูก หลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง
9. ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้ไกลจากเป้าหมาย
10. สุ่มข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเร้าความสนใจ

#### 2.6.6.8 ทดสอบความรู้ (Assess Performance) นอกจากจะเป็นการประเมินการเรียนแล้ว ยังมีผลในการจำระยะยาวของผู้เรียนด้วย ข้อสอบจึงควรมีความเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ข้อแนะนำต่างๆ ในการออกแบบบทเรียนเพื่อทดสอบในขั้นนี้ มีดังนี้

1. ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
2. ข้อทดสอบ คำตอบ และข้อมูลย้อนกลับ อยู่บนกรอบเดียวกันและขึ้นต่อเนื่องกันอย่างรวดเร็ว
3. หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป นอกเสียจากว่าต้องการจะทดสอบการพิมพ์
4. ให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียวในแต่ละคำถาม หากว่าในหนึ่งคำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลายๆ คำถาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. บอกผู้เรียนด้วยว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด เช่น ให้กด T ถ้าเห็นว่าถูก และ กด F ถ้าเห็นว่าผิดเป็นต้น
6. บอกผู้เรียนว่ามีตัวเลือกอย่างอื่นด้วยหรือไม่ อย่างเช่น help option
7. คำนึงถึงความเที่ยงตรง และความเชื่อถือได้ของแบบทดสอบ
8. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบ ไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรจะบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่บอกว่าตอบผิด
9. อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม
10. ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์พลาด หรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น

#### 2.6.6.9 การจําและนำไปใช้ (Promote Retention and Transfer) ในการเตรียม

การสอนสำหรับชั้นเรียนปกติ ตามข้อเสนอแนะของ Gagne นั้น ในขั้นสุดท้ายนี้จะเป็นกิจกรรมสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนหรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ในขั้นนี้เองที่ผู้สอนจะได้แนะนำการนำความรู้ใหม่ไปใช้ หรืออาจแนะนำการศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติม ดังนั้น เมื่อประยุกต์หลักเกณฑ์ดังกล่าวมาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงมีข้อควรปฏิบัติดังนี้

1. บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนค้นเคยแล้วอย่างไร
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะสถานการณ์ที่ความรู้ใหม่อาจถูกนำไปใช้ประโยชน์
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

## 2.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอน ควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (สุโขทัยธรรมาธิราช, 2527 ; เสาวนีย์ สีขำบัณฑิต, 2528)

### 2.7.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่า หากบทเรียนไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้วแสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ  $E_2$  (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ  $E_1 / E_2$  หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1 / E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70/70, 75/75 (สุโขทัยธรรมาราช. 2527)

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียน โปรแกรมนิยมกำหนดเป็น 80/80 สำหรับเนื้อหาเกี่ยวกับความรู้ความจำ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อน  $\pm 2.5$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80/80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ  $\pm 2.5$  โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

2.7.1.1 สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ ตั้งแต่ 82.5/82.5

2.7.1.2 เท่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพ 80/80

2.7.1.3 ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์มีประสิทธิภาพต่ำกว่า 77.5/77.5

เกณฑ์ประสิทธิภาพคิดจาก

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

80 ตัวหลัง หมายถึง ค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ของจำนวนคำตอบที่ผู้เรียนทั้งหมดตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

2.7.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  ซึ่ง  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์

2.7.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป

ทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.1 ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากผู้เรียนที่กล้าวิจารณ์และแสดงความคิดเห็นซึ่งมีระดับผลการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2.7.3.2 ทดสอบภาคสนามครั้งใหญ่ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักเรียน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 3 คน รวมเป็น 9 คน หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีกครั้ง

2.7.3.3 ทดสอบเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มเล็กเมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่สุ่มมาอย่างง่าย จำนวน 30 คน นำผลที่ได้ไปหาประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมเพียงใด

## 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์ (2538 : บทคัดย่อ) ได้วิจัยเพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องสัญลักษณ์การเชื่อม วิชาการเชื่อม โลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.50/82.17 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล 0.67 สูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถที่จะนำไปช่วยให้การเรียนรู้อของนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ มีความก้าวหน้าและเกิดการเรียนรู้ได้จริง

ณรงค์ คำใหม่ (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้นำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพของกระบวนการร้อยละ 85.33 และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ร้อยละ 81.83 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

อาทิตย์ จิรวัดนผล (2538 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์คอมพิวเตอร์ นำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 3 วิทยาลัยเทคนิคหนองคาย แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 93.91/81.46 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล .73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์และสามารถ ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนมีความก้าวหน้าบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ชัยวุฒิ มารสินธุ์ (2540 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาสัตสยศาสตร์ ช่องปาก 2 เรื่อง การถอนฟัน นำไปทดลองกับนักศึกษา คณะทันตแพทย์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น แล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 81.31/80.44 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้ และมีความเข้าใจในเนื้อหาได้

นิรัญ สุภาพล (2540 : บทคัดย่อ) สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเคมี เรื่อง โปรีดิน ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 5 นำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนอุดรธานีพิทยาคมแล้วหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ประสิทธิภาพเท่ากับ 86.77/85.27 และมีค่าดัชนีประสิทธิผล .69 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ บรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้

นิภาพรรณ คงแก้ว (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 แผนกพณิชยการ วิทยาลัยอาชีวศึกษาร้อยเอ็ด หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 88.83/82.40 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพบรรลุตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเอกสารและผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้องส่วนใหญ่พบว่า การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนตามความสามารถของตนเองทีละขั้น มีแรงจูงใจ เกิดทัศนคติที่ดี ช่วยให้ผู้เรียนเกิดความรู้ ความเข้าใจเนื้อหา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าหรือเท่ากับการสอนปกติ

จากความสำคัญและประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพ เหมาะที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในรายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถนำไปใช้สื่อการเรียนการสอน โดยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงานวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้เป็นกระบวนการในการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ทางการศึกษา ซึ่งหมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยมีวิธีการดำเนินการวิจัยและพัฒนาทางการศึกษาเพื่อให้ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพตามขั้นตอนการดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

### 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

#### 3.1.1 ประชากร

ในการวิจัยครั้งนี้ ประชากรคือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน

#### 3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เรื่องไม้เพื่อการก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากร โดยการจับฉลากเป็นรายบุคคลมาเป็นจำนวน 40 คน และจับฉลากอีกครั้งเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จำนวนเท่าๆ กัน กลุ่มละ 20 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

### 3.2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมี 2 ชนิด คือ

- 1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผู้วิจัยได้แยกการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้

### 3.2.1 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

2. ศึกษาเนื้อหารายวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง

3. กำหนดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมตามหลักสูตร

4. วิเคราะห์วัตถุประสงค์

5. เรียงลำดับเนื้อหาเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ในวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง แบ่งเนื้อหาเพื่อจัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็น 9 ตอน ดังนี้ (ดูรายละเอียดเนื้อหาในภาคผนวก.)

ตอนที่ 1 ลักษณะทางธรรมชาติและความหมายของคำว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง”

1.1 ความหมายของคำว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” (Timber)

1.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของเนื้อไม้

1.3 ส่วนต่างๆ ของหน้าตัดไม้

ตอนที่ 2 การจำแนกประเภท คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้

2.1 การเรียกชื่อของ ไม้ในทางพฤกษศาสตร์

2.2 การจำแนกประเภทของไม้

2.3 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้

2.4 ความแข็งแรงของไม้

ตอนที่ 3 ความชื้น การหดตัว การโค้งบิด และความเสียหายตามธรรมชาติของไม้

3.1 ความชื้นในเนื้อไม้

3.2 การหดตัวของไม้

3.3 การโค้งบิด(Warping) ของไม้

3.4 ความเสียหายของไม้

ตอนที่ 4 การแปรรูปไม้

4.1 การทำไม้แปรรูป

4.2 การกานไม้

4.3 การลอกไม้ หรือการผานไม้

4.4 การเลื่อยไม้เพื่อแปรรูป

4.5 ลักษณะลายไม้ที่เกิดขึ้นกับไม้ที่ผ่านการแปรรูปแล้ว

4.6 มาตรฐานไม้แปรรูป

ตอนที่ 5 การป้องกันรักษาเนื้อไม้ และการทำให้ไม้ทนไฟ

5.1 การป้องกันรักษาเนื้อไม้

## 5.2 การทำให้น้ำยารักษาเนื้อไม้เข้าไปในเนื้อไม้

### 5.3 การทำให้ไม้ทนไฟ

#### ตอนที่ 6 การผึ่งไม้ หรือ การอบไม้

##### 6.1 ข้อดีของไม้ที่ผึ่งหรืออบแห้งแล้ว

##### 6.2 การผึ่งไม้ด้วยกระแสอากาศ

##### 6.3 ความเสียหายในการผึ่งไม้

#### ตอนที่ 7 วัสดุยึดตรึงไม้

##### 7.1 โลหะยึดตรึง

##### 7.2 กาว

#### ตอนที่ 8 การเข้าไม้

#### ตอนที่ 9 โครงสร้างอาคารไม้เบื้องต้น

6. ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา(ดูภาคผนวก ก.) ตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหา

7. นำเนื้อหามาเขียนเป็นบท (Script)

8. นำบท (Script) ที่เขียนเสร็จแล้วให้ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาตรวจสอบแล้วนำมาแก้ไขปรับปรุง

9. นำบท (Script) ที่ปรับปรุงแล้วมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ โปรแกรม Macromedia Authorware เป็นโปรแกรมหลัก กำหนดขนาดความละเอียดในการแสดงผลหน้าจอบทเรียนที่ 600 x 800 dpi ใช้โปรแกรม Adobe Photoshop ในการตกแต่งภาพนิ่ง ใช้โปรแกรม Power VCR II ในการนำเข้าภาพวีดิทัศน์และแปลงสัญญาณจากระบบอนาล็อก เป็นระบบดิจิทัล ใช้โปรแกรม Studio MP10 ในการตัดต่อภาพส่วนที่ต้องการ ใช้โปรแกรม VCD cutter แปลงโหมดของภาพวีดิทัศน์ จากนามสกุล MPG เป็น AVI ใช้โปรแกรม Audio Magic ในการนำเข้าและแปลงสัญญาณเสียงเป็นนามสกุล WAV จัดหมวดหมู่ของภาพพื้นหลัง ภาพประกอบ เสียง โดยใช้วิธีการเชื่อมโยงไฟล์ข้อมูลจากภายนอกโปรแกรม ลดปัญหาปริมาณหน่วยความจำของ โปรแกรมเมื่อประกอบไฟล์ในขั้นตอนสุดท้าย

10. เมื่อได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการสร้างด้วยโปรแกรม Authoring แล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่านและด้านเทคนิค 3 ท่าน ประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) และแบบแสดงความคิดเห็นในลักษณะคำถามปลายเปิด

ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) โดยกำหนดระดับคะแนน 5 ระดับ ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 69)

เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน = 5
เห็นด้วย	ให้คะแนน = 4
ไม่แน่ใจ	ให้คะแนน = 3
ไม่เห็นด้วย	ให้คะแนน = 2
ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง	ให้คะแนน = 1

ใช้เกณฑ์การแปลความหมายของค่าเฉลี่ยของกลุ่มในแต่ละข้อดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 100)

ค่าเฉลี่ย 4.51-5.00	แปลความว่า	เห็นด้วยอย่างยิ่ง
ค่าเฉลี่ย 3.51-4.50	แปลความว่า	เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 2.51-3.50	แปลความว่า	ไม่แน่ใจ
ค่าเฉลี่ย 1.51-2.50	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วย
ค่าเฉลี่ย 1.00-1.50	แปลความว่า	ไม่เห็นด้วยอย่างยิ่ง

เกณฑ์ค่าเฉลี่ยของคะแนนตามที่กำหนดจะต้องมีค่าตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไปจึงจะถือว่าผ่านและนำไปใช้

แบบประเมินสื่อที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ แบ่งออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหา (ดูภาคผนวก ข.)
2. แบบประเมินสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ (ดูภาคผนวก ก.)

การสร้างแบบประเมินทั้ง 2 ประเภทนั้น มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ตั้งจุดมุ่งหมาย
2. ออกแบบแบบประเมินและกำหนดมาตราวัดและระดับคะแนน
3. สร้างข้อความให้ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญ

4. นำแบบประเมินให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ตรวจสอบความครบถ้วนของ คุณลักษณะของสิ่งที่ศึกษา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้และนำมาแก้ไขข้อบกพร่อง

5. ได้แบบประเมินสื่อด้านเนื้อหาและแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ผลการประเมินคุณภาพด้านเนื้อหาที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

ผู้ทรงคุณวุฒิ	คะแนนเฉลี่ย
1. ศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร	5.00
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรณ วิริยะสมบุรณ์	5.00
3. อาจารย์ชาติ ไกรฤกษ์	4.90
รวมคะแนนเฉลี่ย	4.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้คะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ด้านเนื้อหา เท่ากับ 4.96 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ทั้ง 3 ท่าน เห็นด้วยอย่างยิ่งว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีการนำเสนอทางด้านเนื้อหา ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญของเนื้อหาวิชาและมีการนำเสนอเนื้อหาครบถ้วนเหมาะสม ความคิดเห็นอื่นๆ มีดังนี้

ศาสตราจารย์เรื่องศักดิ์ กันตะบุตร มีความเห็นว่า เห็นด้วยในการใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นประโยชน์ต่อการสอนเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ไม่ออกความเห็นเรื่องจุดด้อยและข้อเสนอแนะการนำไปใช้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธน วิริยะสมบูรณ์ มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง จะสร้างความสนใจแก่ผู้เรียนเนื่องจากเข้าใจง่ายและเรียนรู้ได้เร็ว โดยท่านได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ว่า ควรมีบทอ้างอิง แหล่งข้อมูลที่สามารถค้นคว้าหาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเองได้ ไม่ออกความเห็นเรื่องจุดด้อย

อาจารย์ชาติ ไกรฤกษ์ มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีจุดดีที่การนำเสนอภาพของเนื้อหาที่ชัดเจนโดยละเอียด ผู้เรียนใช้เวลาไม่มากในการเรียนรู้และเป็นการช่วยให้นักศึกษาสนใจที่จะเรียนรู้ในหัวข้อนี้มากขึ้น โดยท่านได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้คือ ควรให้อาจารย์ใช้สอน เพื่อแสดงความชัดเจนในเนื้อหาภาคทฤษฎี และควรนำไปให้นักศึกษาไว้ใช้ทบทวนนอกเวลาเรียน

ผลการประเมินคุณภาพด้านเทคนิคการผลิตสื่อที่ได้จากผู้ทรงคุณวุฒิ จำนวน 3 ท่าน มีดังนี้

ตารางที่ 3.2 แสดงคะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ผู้ทรงคุณวุฒิ	คะแนนเฉลี่ย
1.อาจารย์ชินภัทร กันตะบุตร	4.65
2.อาจารย์กมล เกียรติเรืองภมลา	4.30
3.อาจารย์รักษธรรม สัตถกะชาติ	4.25
รวมคะแนนเฉลี่ย	4.40

ได้คะแนนเฉลี่ยคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เท่ากับ 4.40 หมายถึง ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เห็นด้วยว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีการใช้เทคนิคการผลิตสื่อ ครอบคลุมคุณลักษณะที่สำคัญของสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ความคิดเห็นอื่นๆ มีดังนี้

อาจารย์ชินภัทร กันตะบุตร มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีจุดดีคือ มีการแบ่งโครงสร้างเนื้อหาชัดเจนทำให้เข้าใจง่าย มีสื่อที่หลากหลาย ทั้งภาพถ่าย กราฟิก ตัวอักษร เสียง และภาพวิดิทัศน์ ทำให้น่าสนใจต่อการเรียนรู้ มีแบบฝึกหัดท้ายบทไว้ทบทวนได้ สำหรับจุดด้อย และข้อเสนอแนะในการนำไปใช้ไม่ได้คือออกความเห็น

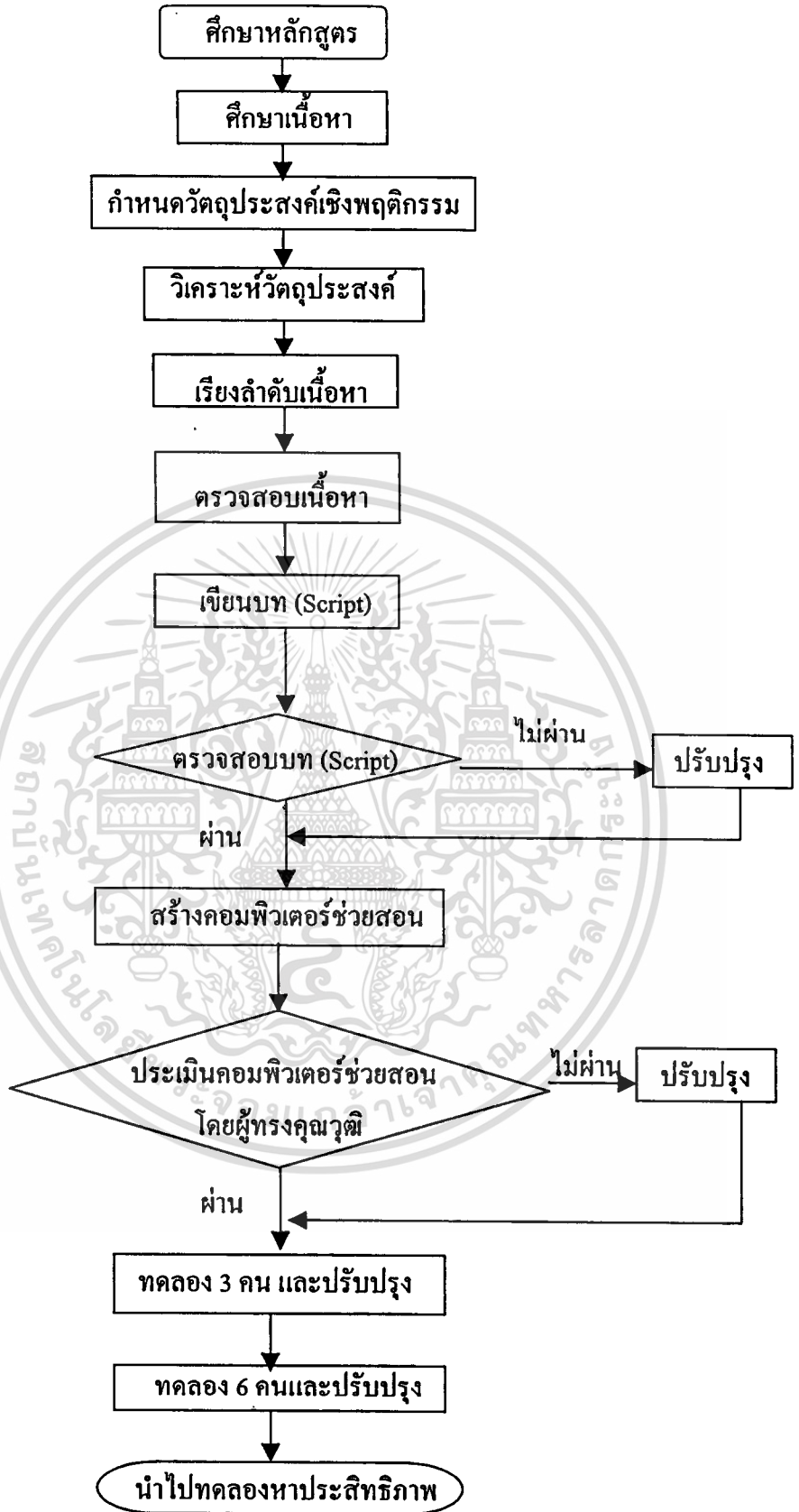
อาจารย์กมล เกียรติเรืองภมลา มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีจุดดีคือ ช่วยให้นักศึกษามีความเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายใช้เวลาน้อย เหมาะสมกับการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในยุคปัจจุบัน นักศึกษามีปฏิสัมพันธ์ระหว่างการเรียน ช่วยให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น จุดด้อยคือการเรียงลำดับหัวข้อเนื้อหาบางส่วน ผู้ใช้งานไม่ทราบว่าจะต้องดำเนินการอย่างไรต่อไป การสื่อความหมายของสัญลักษณ์บางอย่างไม่ชัดเจน และได้ให้ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้คือ ควรปรับปรุงเรื่องสัญลักษณ์ที่ใช้ในบทเรียน

อาจารย์รักรธรรม สัตถกะชาติ มีความเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีจุดดีคือ นักศึกษาสามารถทบทวน ทำความเข้าใจเนื้อหาเพิ่มเติมด้วยตนเองตามความต้องการ เห็นภาพและเนื้อหาได้ชัดเจน จุดด้อยคือการสื่อความหมายในการเชื่อมโยงข้อมูลไม่ชัดเจน ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้คือ ควรปรับปรุงเรื่องการเชื่อมโยงข้อมูล การทำภาพเคลื่อนไหวมากเกินไปทำให้เสียเวลารอ

หลังจากได้ผลการประเมินผ่านแล้ว ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง กลับมาแก้ไขปรับปรุงตามข้อเสนอแนะจากผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 6 ท่าน

11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผ่านการประเมินจากผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และผู้ทรงคุณวุฒิ และปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 3 คน (เลือกนักศึกษาที่เป็นผู้กล้าแสดงความคิดเห็น) สังเกตและสอบถามข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักศึกษา พบว่ามีข้อบกพร่องเรื่องตัวพิมพ์ผิด ขนาดของตัวอักษรบางส่วนเล็กเกินไป ภาพเคลื่อนไหวในบางส่วนมีมากเกินไป นำผลที่ได้ไปแก้ไขปรับปรุง

12. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้กับนักศึกษา จำนวน 6 คน (เลือกนักศึกษาที่เป็นผู้กล้าแสดงความคิดเห็น) สังเกตและสอบถามข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากนักศึกษา พบว่าพฤติกรรมการใช้บทเรียนของนักศึกษาที่เรียนเก่งจะใช้เวลาเรียน 1 คาบกับ 20 นาที น้อยกว่านักศึกษาที่เรียนอ่อนซึ่งใช้เวลาเรียน 2 คาบเต็ม สิ่งที่สังเกตได้ชัดคือนักศึกษาที่เรียนอ่อนจะเลื่อนเมาส์ไปตามส่วนต่างๆ บนหน้าจอบทเรียนอย่างช้าๆ แต่ครบทุกส่วนที่ต้องการนำเสนอ ส่วนนักศึกษาที่เรียนเก่งจะเลื่อนเมาส์อย่างรวดเร็วและคลิกเมาส์อย่างรวดเร็วก่อนที่จะอ่านให้เข้าใจ ทำให้การเชื่อมโยงข้อมูลในบทเรียน บางส่วนถูกข้ามไป ผู้วิจัย นำผลที่ได้ไปแก้ไขปรับปรุงเรื่องความชัดเจนของสัญลักษณ์และตำแหน่ง รวมทั้งเพิ่มข้อความแนะนำการใช้งานในจุดที่ควรเพิ่มเติม



ภาพที่ 3.1 แสดงลำดับขั้นตอนการสร้างและหาประสิทธิภาพคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

13. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้ว บันทึกลงแผ่นดิสก์ นำไปสำเนาข้อมูลลงเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โดยให้นักศึกษากลุ่มทดลอง จำนวน 20 คน ใช้บทเรียนพร้อมกันในเวลา 2 คาบเรียน ใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง เรียนโดยมีอาจารย์ควบคุมและให้คำแนะนำ เพื่อให้การเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ดำเนินไปได้ด้วยความเรียบร้อย นำผลการทำแบบฝึกหัดทั้ง 9 ตอน และผลการทำแบบทดสอบหลังเรียนของนักศึกษาทั้งหมด มาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

### 3.2.2 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่ได้จัดสร้างขึ้น และบันทึกในคอมพิวเตอร์ติดตั้งรวมอยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีส่วนเชื่อมโยงแยกจากเนื้อหาที่เรียน

ขั้นตอนดำเนินการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

1. ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ จากหนังสือวิธีการวิจัยทางพฤติกรรมและสังคมศาสตร์ และการวิจัยเบื้องต้น
2. วิเคราะห์วัตถุประสงค์ของเนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง
3. วิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อกำหนดจำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงในแต่ละหัวข้อ ได้จำนวนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทั้งหมด 21 ข้อ จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริงคือ 30 ข้อ (ดูภาคผนวก จ.)
4. กำหนดรูปแบบของคำถาม โดยผู้วิจัยใช้ข้อสอบชนิด 4 ตัวเลือก
5. สร้างแบบร่างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จำนวน 51 ข้อ (ใช้จริง 30 ข้อ)
6. นำแบบร่างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เขียนเสร็จแล้ว มาพิจารณาอีกครั้งให้ถูกต้องตามเนื้อหา และจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ตรวจสอบความชัดเจนของภาษาที่ใช้ เพื่อปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
7. นำแบบร่างของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ปรับปรุงเสร็จแล้ว ไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมและเนื้อหาที่ระบุไว้หรือไม่ โดยให้คะแนนการพิจารณาดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 61)
 

+1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
0	ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
-1	ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบนั้นไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรในการคำนวณ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531 : 124) คือ

$$IC = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IC หมายถึงค่าเฉลี่ยความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$\sum R$  หมายถึงผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

N หมายถึงจำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

หลังจากที่ผู้ทรงคุณวุฒิได้พิจารณาเสร็จแล้ว นำมาหาค่าเฉลี่ยตามสูตร เพื่อเทียบเกณฑ์ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 61) ดังนี้

ถ้า IC ที่คำนวณได้ มากกว่าหรือเท่ากับ 0.5 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงตามเนื้อหาเพราะวัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง

ถ้า IC ที่คำนวณได้ น้อยกว่า 0.5 แสดงว่า เป็นข้อสอบที่ต้องตัดทิ้งหรือแก้ไข เพราะไม่ได้วัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการ

จากจำนวนข้อสอบ 51 ข้อ ได้ค่า IC ระหว่าง 0.67 ถึง 1.00 แสดงว่าข้อสอบทุกข้อมีความเที่ยงตรงตามเนื้อหา วัดตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการจริง (ดูรายละเอียดในภาคผนวก จ.)

8. นำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจด้านความเที่ยงตรงแล้วมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ เพื่อนำไปทดลองใช้

10. นำแบบทดสอบไปทดลองกับนักศึกษา สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ ระดับปริญญาตรี ของมหาวิทยาลัยรังสิต ที่เคยเรียนวิชานี้ มาแล้ว นำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์ค่าทางสถิติดังนี้

หาค่าความยากง่าย (P) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ คำนวณจากสูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540 :129 )

$$P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P = ค่าความยากของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

ค่า P จะมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าค่า P มีค่ามาก หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นมาก ข้อสอบข้อนั้นง่าย ถ้าค่า P มีค่าน้อย หมายถึง มีคนตอบถูกในข้อนั้นน้อย ข้อสอบข้อนั้นยาก

ข้อสอบที่มีค่า P เท่ากับ 0.50 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นมีความยากปานกลาง

ข้อสอบที่มีค่า P ต่ำกว่า 0.50 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นค่อนข้างยาก

ข้อสอบที่มีค่า P สูงกว่า 0.50 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นค่อนข้างง่าย

ข้อสอบที่มีค่า P ต่ำกว่า 0.20 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นยากเกินไป

ข้อสอบที่มีค่า P สูงกว่า 0.80 แสดงว่า ข้อสอบข้อนั้นง่ายเกินไป

เกณฑ์ความยากของข้อสอบ กำหนดไว้อยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

จากจำนวนข้อสอบ 51 ข้อ ได้ค่า P ระหว่าง 0.17 ถึง 0.80 (ดูรายละเอียดจากภาคผนวก ข.)

และเลือกข้อคำถาม ที่มีความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 ถึง 0.80

หาค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) ของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้สูตรสัดส่วนของความแตกต่างระหว่างกลุ่มสูง - กลุ่มต่ำ เป็นการหาค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ ใช้สูตร (พวงรัตน์ ทวีรัตน์ .2540 : 130)

$$r = \frac{R_u - R_l}{\frac{N}{2}}$$

เมื่อ  $r$  = ค่าอำนาจจำแนกเป็นรายข้อ

$R_u$  = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

$R_l$  = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

$N$  = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

ค่าอำนาจจำแนกจะมีค่าอยู่ระหว่าง -1 ถึง +1 ข้อสอบข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นบวก และเข้าใกล้ 1 แสดงว่า มีอำนาจจำแนกสูง ข้อสอบข้อที่มีค่าอำนาจจำแนกเป็นลบ และเท่ากับ 0 แสดงว่า ข้อสอบนั้น ไม่มีค่าอำนาจจำแนก ค่าอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ มีค่าตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

จากจำนวนข้อสอบ 51 ข้อ ได้ค่า  $r$  ระหว่าง -0.27 ถึง 0.53 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.) และเลือกข้อคำถามที่มีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยพิจารณาเป็นรายข้อ

11. เลือกข้อคำถามมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริง จำนวน 30 ข้อ โดยนำมาเฉพาะข้อคำถามที่มีความยากง่ายและอำนาจจำแนกตามเกณฑ์ที่กำหนด

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson โดยใช้สูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 85-86 )

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ  $r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$k$  = จำนวนข้อสอบ

$p$  = สัดส่วนของคนทำถูกในข้อหนึ่งๆ

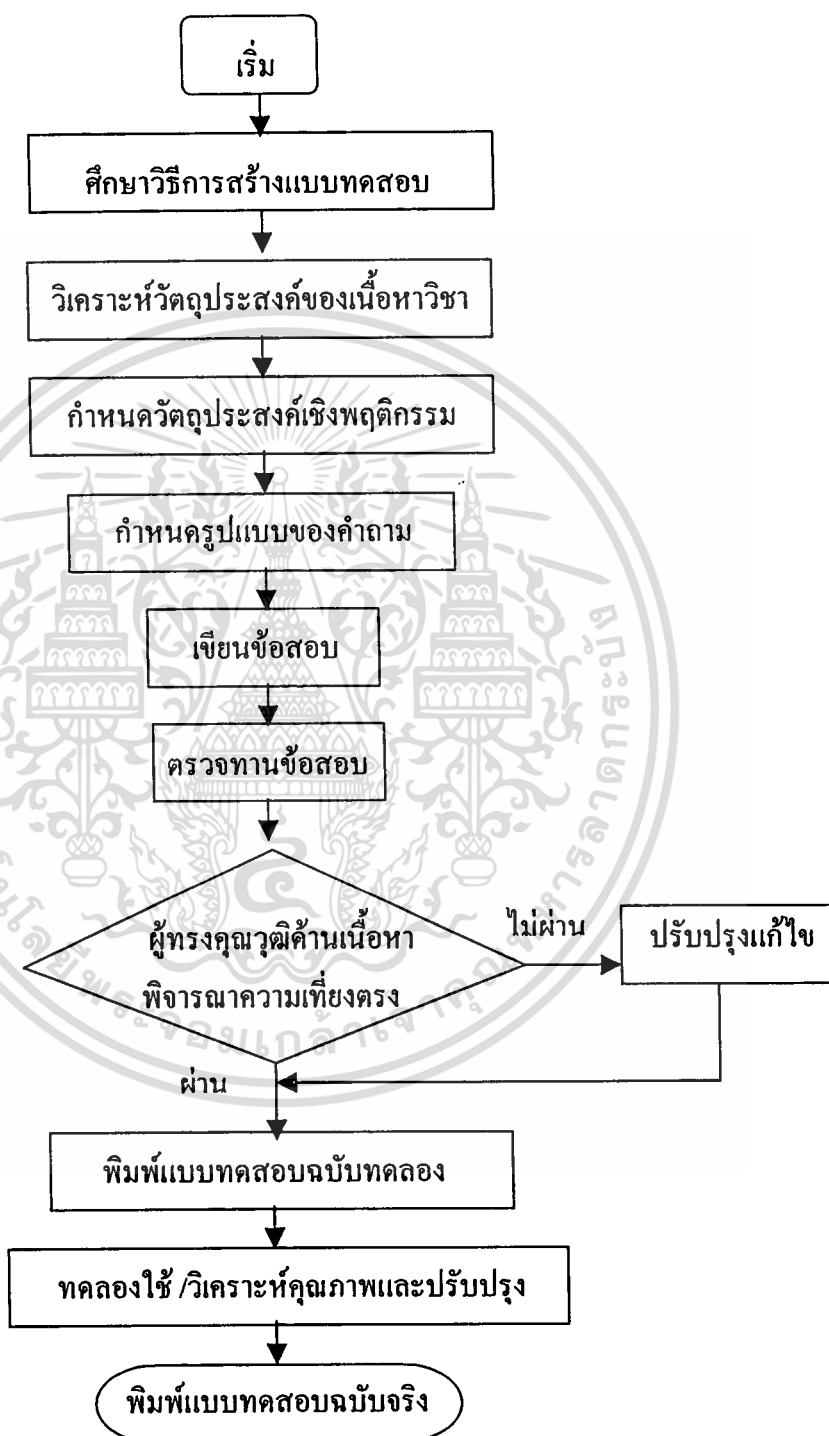
$= \frac{R}{N}$  เมื่อ  $R$  แทนจำนวนของผู้ตอบถูกและ  $N$  แทนจำนวนผู้สอบ

$q$  = สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ =  $1 - p$

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากจำนวนข้อสอบ 30 ข้อที่เลือกมาแล้ว ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.62  
(ดูรายละเอียดในภาคผนวก ซ.)



ภาพที่ 3.2 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 วิธีดำเนินการและเก็บรวบรวมข้อมูล

1. ทำหนังสือขอความอนุเคราะห์จากงานบัณฑิตศึกษา จากคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ส่งถึงคณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อขออนุญาตและขอความร่วมมือในการทำวิจัยต่อไป
2. ดำเนินการสุ่มนักศึกษาที่เคยเรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง มาแล้ว จำนวน 30 คน เพื่อใช้ตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ สุ่มนักศึกษา จากประชากรนักศึกษารุ่นปีที่ 1 ซึ่งยังไม่เคยเรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง แบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ
  - กลุ่มทดลอง สำหรับเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง  $E_1/E_2$
  - กลุ่มควบคุม สำหรับเรียนโดยการสอนปกติ
 แจงรายชื่อให้นักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม ทราบ
3. ผู้วิจัยทำการตรวจสอบความเรียบร้อยของห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการทดลอง และ สำเนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ลงในคอมพิวเตอร์ให้ครบจำนวน นักศึกษากลุ่มทดลองทั้ง 20 เครื่อง
4. ผู้วิจัยแนะนำและแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนให้นักศึกษากลุ่มทดลองทราบ
5. ให้นักศึกษากลุ่มทดลอง เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง หลังจากจบบทเรียนแต่ละตอนแล้วผู้วิจัยให้ทำการประเมินผลด้วยแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนของตอนนั้นๆ ทันที เมื่อเรียนเนื้อหาและทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนครบทั้ง 9 ตอน ผู้วิจัยให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทันที
6. ผู้วิจัยตรวจแบบฝึกหัดของกลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง
7. ให้นักศึกษากลุ่มควบคุม เรียน โดยการสอนปกติ หลังจากเรียนจบแล้วให้ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชุดเดียวกันทันที
8. นำข้อมูลที่ได้ ไปทำการวิเคราะห์ทางสถิติ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

### 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่างๆ ดังนี้

#### 3.4.1 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของกรมส่งเสริมการค้าระหว่างประเทศ กระทรวงพาณิชย์ (ชัชยงค์ พรหมวงศ์, 2520 : 136) การค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ

$E_1$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของกระบวนการ)

$E_2$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$\sum F$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน

$N$  = จำนวนนักศึกษา

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

จากผลการทดลองนำคะแนนที่ได้ไปคำนวณหาค่า  $E_1$  ได้เท่ากับ 78.56 และได้ค่า  $E_2$  เท่ากับ 80.33 (ดูรายละเอียดในภาคผนวก ข.)

### 3.4.2 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางเรียนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

โดยใช้ผลจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม แล้วนำไปหาค่า t-test แบบ Independent เพื่อพิสูจน์สมมติฐานการวิจัยจากสูตรต่อไปนี้ (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 112-113)

3.4.2.1 กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมเท่ากัน คำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{\sqrt{\left[ \frac{(n_1-1)S_1^2 + (n_2-1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right] \left[ \frac{n_1 + n_2}{n_1 n_2} \right]}}, \quad df = n_1 + n_2 - 2$$

เมื่อ  $t$  แทนค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติในการแจกแจงแบบ  $t$  เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{X}_1$  แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\bar{X}_2$	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม
$S_1^2$	แทนความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
$S_2^2$	แทนความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
$n_1$	แทนจำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลอง
$n_2$	แทนจำนวนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

### 3.4.2.2 กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่เท่ากัน คำนวณจาก

สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

$$df = \frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{\frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} \right]^2}{n_1 - 1} + \frac{\left[ \frac{S_2^2}{n_2} \right]^2}{n_2 - 1}}$$

เมื่อ  $t$  แทนค่าสถิติที่จะใช้เปรียบเทียบกับค่าวิกฤตในการแจกแจงแบบ  $t$  เพื่อทราบความมีนัยสำคัญ

$\bar{x}_1$	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มทดลอง
$\bar{x}_2$	แทนค่าเฉลี่ยของคะแนนกลุ่มควบคุม
$S_1^2$	แทนความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
$S_2^2$	แทนความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
$n_1$	แทนจำนวนนักศึกษาในกลุ่มทดลอง
$n_2$	แทนจำนวนนักศึกษาในกลุ่มควบคุม

การหาค่าสถิติพื้นฐานโดยใช้ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าความแปรปรวน ดังนี้  
หาค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ  $n$  การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ  $\bar{X}$  = ค่าเฉลี่ย  
 $\sum X$  = ผลรวมของคะแนน  
 $n$  = จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน  
 $\sum X^2$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  = กำลังสองของผลรวมของคะแนนทั้งหมด  
 $n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร

$$S^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ  $S^2$  = ความแปรปรวน  
 $\sum X^2$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

ในที่นี้คำนวณได้ค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มทดลอง เท่ากับ 11.57 และค่าความแปรปรวนของคะแนนกลุ่มควบคุม เท่ากับ 28.84 ซึ่งไม่เท่ากัน จึงใช้สูตร ในข้อ 3.4.2.2 ในการคำนวณหาค่า t-test ได้ ค่า t เท่ากับ 5 , df เท่ากับ 14.07 (ดูภาคผนวก ซ.)

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากการวิจัย ได้วิเคราะห์ตามวัตถุประสงค์ คือ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง รวมทั้งเพื่อพิสูจน์สมมุติฐาน ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าสูงกว่าของนักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติ ในวิชา วัสดุการก่อสร้าง (ARC 141) ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มหาวิทยาลัยรังสิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

ข้อมูลที่น่ามาวิเคราะห์เพื่อการวิจัยในครั้งนี้ เป็นข้อมูลที่รวบรวมคะแนนที่ได้จากการทดลอง โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง โดยผู้วิจัยได้เรียงลำดับการเสนอผลวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

4.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนปกติ

#### 4.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา วัสดุการก่อสร้าง (ARC 141) เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต ซึ่งผู้วิจัยได้นำไปทดลองกับกลุ่มทดลองที่เป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 20 คน

ผลการทดลองในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้คะแนนจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนทั้ง 9 ตอน และจากการทำข้อสอบ (แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน) นำไปคำนวณหาค่า  $E_1/E_2$  ได้ดังต่อไปนี้

ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ ( $E_1$ ) มีค่าเท่ากับ 78.56 (ดูตารางที่ 4.1)

ค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ( $E_2$ ) มีค่าเท่ากับ 80.33 (ดูตารางที่ 4.1)

จากผลการคำนวณหาค่า  $E_1/E_2$  ดังกล่าวนั้น สรุปได้ว่าค่าประสิทธิภาพเทียบเท่าเกณฑ์ 80/80 ที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีความคลาดเคลื่อนไม่เกินค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ ในระหว่าง  $\pm 2.5$  (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520)

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

เครื่องมือวัด	จำนวนนักศึกษา	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ยที่ได้	คิดเป็นร้อยละ
แบบฝึกหัด ( $E_1$ )	20	45	35.35	78.56
แบบทดสอบสอบ ( $E_2$ )	20	30	24.10	80.33

จากตาราง 4.1 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  $E_1/E_2 = 78.56/80.53$  เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด  $E_1/E_2 = 80/80$  สรุปว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง มีประสิทธิภาพเป็นที่ยอมรับสามารถนำไปใช้ประกอบการเรียนการสอนได้

#### 4.2 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติ

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ ดังแสดงผลในตารางที่ 4.2 ดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับที่เรียน โดยการสอนปกติ

นักศึกษา	n	$\bar{X}$	S	$S^2$	t
กลุ่มทดลอง	20	24.1	3.4	11.57	5
กลุ่มควบคุม	20	17	5.37	28.84	

\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ( $\alpha = 0.05$ ,  $df=14.07$ ,  $t = 5$ )

จากตารางที่ 4.2 เป็นผลการเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับที่เรียนโดยการสอนปกติ โดยใช้สูตร t-test ค่า t ที่ได้จากการคำนวณมีค่าเท่ากับ 5 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่า t ในตาราง (ภาคผนวก ข.) ค่าวิกฤติของ t ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05 กรณีทดสอบแบบหางเดียว มีค่าเท่ากับ 1.761 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติ ตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

## บทที่ 5

# สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) โดยมุ่งศึกษาและพัฒนาเทคโนโลยีทางการศึกษา เพื่อนำมาทดลองสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชา วัสดุการก่อสร้าง ชั้นปีที่ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ผู้วิจัยสรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังนี้

### 5.1 สรุปผลวิจัย

#### 5.1.1 วัตถุประสงค์การวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้เพื่อ

1. สร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

#### 5.1.2 สมมุติฐานการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งสมมุติฐานการวิจัยไว้ดังต่อไปนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2 = 80/80$
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนปกติ

#### 5.1.3 ประชากรและกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 จำนวน 100 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 1 สาขาสถาปัตยกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต ที่เรียนวิชา ARC 141 วัสดุการก่อสร้าง เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2544 ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างโดยใช้วิธีการสุ่มตัวอย่างอย่างง่ายจากประชากร โดยการจับฉลากเป็นรายบุคคลมาเป็นจำนวน 40 คน และจับฉลากอีกครั้งเพื่อแบ่งเป็น 2 กลุ่ม จำนวนเท่าๆ กัน กลุ่มละ 20 คน เป็นกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม

#### 5.1.4 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เอกสารนี้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นตามจุดประสงค์รายวิชา และการคำนวณว่ากรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สอดคล้องตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นแบบทดสอบแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยมีค่าความยากง่าย (P) ตั้งแต่ 0.20-0.80 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20-0.53 และมีค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ เท่ากับ 0.62

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้สร้างขึ้นเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ Tutorial และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 78.56 /80.33

### 5.1.5 การดำเนินการทดลอง

1. ทำหนังสือขอความร่วมมือ ออกจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ส่งถึง คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บข้อมูล และทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

2. แบ่งกลุ่มตัวอย่าง ออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน ได้แก่ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

3. ทำการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แบ่งการทดลองเป็น

ก. หาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง กับกลุ่มที่ 1 จำนวน 20 คน โดยให้เรียนด้วยตนเอง ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ หนึ่งเครื่องต่อหนึ่งคน หลังจากเรียนเนื้อหาในแต่ละตอนแล้ว นักศึกษาจะต้องทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน ซึ่งมีจำนวน คำถามตอนละ 5 ข้อ 5 คะแนน รวมเนื้อหา 9 ตอน ทำแบบฝึกหัดทั้งหมด 45 ข้อ เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งนักศึกษาทั้งหมดตอบถูก ( $E_1$ ) เมื่อเรียนเนื้อหาครบ 9 ตอนแล้วให้นักศึกษาทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีจำนวนข้อสอบ 30 ข้อ 30 คะแนน เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยคะแนนรวมทั้งนักศึกษาทั้งหมดตอบถูก ( $E_2$ )

ข. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง ที่เรียนด้วยการเรียนแบบปกติ กับกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยหลังจากนักศึกษาเรียนตามวิธีทั้งสองแล้ว ทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ใช้ข้อสอบชุดเดียวกัน หลังจากนั้นนำค่าคะแนนที่ได้ทั้งหมด ไปวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้วิธีเปรียบเทียบ t-test for independent samples

### 5.1.6 ผลการวิจัย

ในกระบวนการวิจัยข้างต้น สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2 = 80/80$
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง สูงกว่าของนักศึกษาที่เรียนโดยการสอนปกติตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

## 5.2 การอภิปรายผล

### 5.2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลของการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง พบว่า มีประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 78.56 / 80.33 ซึ่งเทียบเท่าเกณฑ์ที่ได้กำหนดไว้ สอดคล้องกับ สมมุติฐานการวิจัย อาจเป็นเพราะว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นน่าสนใจ เข้าใจ บทเรียนไม่น่าเบื่อให้นักศึกษามีความกระตือรือร้นที่จะเรียนทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ ซึ่งสอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2543) ที่ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยเพิ่มแรงจูงใจ การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและเข้าใจนักศึกษาให้เกิดความอยากรู้ ทำแบบฝึกหัด หรือทำกิจกรรมต่างๆ

ด้านเนื้อหาที่บรรจุอยู่ในบทเรียน ได้มีการตรวจความถูกต้องของเนื้อหาจากผู้ทรงคุณวุฒิ เพื่อนำเสนอได้ครบถ้วน การนำเสนอเนื้อหาปริมาณมากเช่นนี้ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเรียนด้วยตนเองกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากนักศึกษาสามารถเรียนรู้ด้วยตนเองไปเรื่อยๆ โดยไม่ต้องพะวงว่าจะเรียนไม่ทันเพื่อน สอดคล้องกับ กิดานันท์ มลิทอง (2543) ที่ว่า ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง ทำให้สามารถนำมาใช้ได้ ในลักษณะของการศึกษารายบุคคล ได้เป็นอย่างดี ลักษณะของ โปรแกรมบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้นักศึกษาที่เรียนช้า สามารถเรียน ไปได้ตามความสามารถของตน โดยสะดวกอย่างไม่รีบเร่ง โดยไม่ต้องอายผู้อื่นและไม่ต้องอายเมื่อตอบคำถามผิด

### 5.2.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลจากการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักศึกษาที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าของนักศึกษาที่เรียน โดยการสอนแบบปกติ เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้ ทั้งนี้ผลมาจาก

1. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีการเตรียมการออกแบบ โดยพิจารณาเนื้อหาให้เหมาะกับนักศึกษา การจัดเรียงลำดับเป็นกรอบย่อยๆ ต่อเนื่องกันไป
2. ได้มีการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยผู้ทรงคุณวุฒิทั้งด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ตรวจสอบนำไปใช้
3. เป็นงานวิจัยที่ครบถ้วนสมบูรณ์ คือมีการทดลองหนึ่งต่อหนึ่งโดย การทดลองกลุ่มเล็ก และการทดลองภาคสนาม ซึ่งการทดลองแต่ละครั้งทำให้ผู้วิจัยได้เห็นข้อดีและข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น และขั้นตอนที่ใช้ในการทดลอง ทำให้ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขทั้งสื่อและขั้นตอนในการทดลอง ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมตามขั้นตอนจนสำเร็จ

### 5.3 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการวิจัย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะดังนี้

1. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สร้างไม่ควรจำกัดระยะเวลาในการเรียน ควรให้โอกาสผู้ที่เรียนรู้เร็ว หรือช้า สามารถเป็นผู้ตัดสินใจเลือกที่จะเข้าสู่เนื้อหาในแต่ละหน้า เรียนซ้ำ หรือใช้เวลาเรียนได้มากตามความต้องการ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีทั้งภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวิดิทัศน์ และเสียง ประกอบบทเรียน หากนักศึกษานำไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ลงโปรแกรมอื่นๆ ในเครื่องนั้น เป็นจำนวนมากอยู่ก่อนแล้ว อาจเป็นอุปสรรคต่อการนำเสนอบทเรียนในลักษณะมัลติมีเดียชนิดนี้ได้ จึงควรได้อธิบายชี้แจงสิ่งเหล่านี้ให้แก่นักศึกษาได้เข้าใจ ก่อนนำไปใช้ด้วยตนเอง (ผู้วิจัยตั้งข้อสังเกตจากการทดลองนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ไปใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ในห้องพักอาจารย์ ห้องอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติเบื้องต้นตามที่กำหนด แต่ใช้งานหลากหลายทำให้เกิดอุปสรรคในการอ่านข้อมูล)
3. ควรมีการหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างขึ้น โดยเปรียบเทียบผลการเรียนแบบรายบุคคลกับการเรียนแบบกลุ่มว่ามีความแตกต่างกันหรือไม่

## บรรณานุกรม

- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ภาควิชา  
โสตทัศนศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เกรียงศักดิ์ พูนประสิทธิ์. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สัญลักษณ์การ  
เชื่อมโลหะ 1 สำหรับนักศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ชนินฐา ชานนท์. 2531. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีทางการศึกษา.  
(ฉบับปฐมฤกษ์) : 7-13.
- ฉลอง ทับศรี. 2535. “ซีเอไอเป็นไปได้ใหม่กับเมืองไทย.” วารสารรามคำแหง. 15(3) : 1-8.
- ฉลอง ทับศรี. 2541. “จิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”  
เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการเรื่อง การพัฒนางาน CAI ด้วย Authorware 3.5  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ช่วงโชติ พันธุเวช. 2535. “การออกแบบและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์.” วารสารรามคำแหง.  
15(3) : 50-56.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล. 2521. ระบบสื่อการสอน.  
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์.
- ชัยวุฒิ มารสินธุ์. 2540. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาสัตยศาสตร์ช่องปาก 2  
เรื่องการถอนฟัน. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเคียนสโตร์.
- ณรงค์ คำใหม่. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชา  
เทคโนโลยีการศึกษามหาบัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2542. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศน  
ศึกษา คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา.
- นมล ไชมไชยา. 2538. ผลของการใช้ภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวในบทเรียนคอมพิวเตอร์  
ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาภาษาอังกฤษ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.  
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย,  
มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เอกสารนี้จัดทำขึ้นเพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิคม ทาแดง. 2540. “หน่วยที่ 11 การออกแบบสื่ออิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคมเพื่อการสอน.”

เอกสารประกอบการสอนวิชาการจัดระบบการออกแบบระบบเทคโนโลยีการสอน  
และการฝึกอบรมทางการอาชีพและเทคโนโลยีการศึกษา. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า  
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

นิภาพรรณ คงแก้ว. 2540. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ  
คอมพิวเตอร์ สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

นิพนธ์ สุขปริดี. 2533. นวัตกรรมเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยสุโขทัย  
ธรรมาราช.

นิรัญ สุภาพล. 2540. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเคมี เรื่อง โปรตีน ระดับ  
มัธยมศึกษาปีที่ 5. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตมหาวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

บุญชม ศรีสะอาด. 2543. การวิจัยเบื้องต้น. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

บุญชม ศรีสะอาด. 2537. การพัฒนาการสอน. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.

ประคอง กรรณสูต. 2528 สถิติเพื่อการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือ ดร.ศรี  
สง่า

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2541. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิต  
วิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.

พรณี ลิกิจวัฒน์. 2540. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา.  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

พัลลภ พิริยะสุวรรณ. 2541. “มัลติมีเดียเพื่อการเรียนการสอน.” พัฒนาเทคนิคศึกษา. 11(28) : 10.

ไพโรจน์ ศิรธนากุล. 2529. ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม  
กรุงเทพ.

มหาวิทยาลัยรังสิต. 2544. หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต. ปทุมธานี : สำนักงานเลขานุการ  
คณะฯ.

ยีน ภู่วรรณ. 2531. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์ 36.  
36 (กุมภาพันธ์) : 120-129.

วสันต์ อติศัพท์. 2530. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารศึกษาศาสตร์. 3(9) : 75-90.

วารินทร์ รัศมีพรหม. 2531. สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย.  
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วิชัย บุญเจือ. 2532. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย จะไปทิศทางไหน.” วารสารคณะกรรมการ  
แห่งชาติว่าด้วยการศึกษาศหประชาชาติ. (มกราคม-มีนาคม) : 4-11.
- วชิระ อินทร์อุดม. 2540. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน : ทฤษฎีหลักการและการออกแบบ.” เอกสาร  
ประกอบการบรรยายเรื่อง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- วีระ ไทยพาณิชย์. 2527. “บทบาทและปัญหาของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” รวมบทความ  
เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- สรนรินทร์ ไชยบุรี. 2538. การสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาภาษาอังกฤษ 1 เรื่อง คำสรรพนาม  
นามขั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- ศักดิ์ ไชยกิจบุญ. 2536. “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction).” วารสารส่งเสริม  
ประสิทธิภาพการเรียนการสอน. 4(1) : 9-13.
- ศิริชัย สงวนแก้ว. 2534. “แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” คอมพิวเตอร์รีวิ.  
8(78) : 173-179.
- สมพงษ์ เทศน์ธรรม. 2541. การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาทฤษฎี  
อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร 1 เรื่องสารกึ่งตัวนำ สำหรับนักเรียนหลักสูตร  
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา  
บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2531. “การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน.” เอกสารประชุมวิชาการเรื่อง  
เทคโนโลยีกับการเปลี่ยนแปลงระบบการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาโสตทัศนศึกษา คณะครุ  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุโขทัยธรรมมาราช, มหาวิทยาลัย. สาขาวิชาศึกษาศาสตร์. 2527. เอกสารการสอนชุดวิชาสื่อการ  
สอนระดับประถมศึกษา หน่วยที่ 8-15. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สมมิตร.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ด  
ยูเคชั่น.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. เอกสารประกอบการสอนวิชาการวิจัยทางเทคโนโลยีการศึกษา. สถาบัน  
เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- เสาวนีย์ สิบาบัณฑิต. 2528 เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระนคร  
เหนือ
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. 2541. การวิจัยเทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ.
- อดิศักดิ์ เข็นเสถียร. 2541. “แนวทางกว้างๆ ในการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย.” พัฒนาเทคนิคศึกษา.  
11(28) : 35.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อำนวยการศึกษาศรี. 2542. นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์  
 อรพันธุ์ ประสิทธิ์รัตน์. 2530. คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : บริษัทราแมนเพรส  
 จำกัด.

อาทิตย์ จิรวัดผล. 2538. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ฮาร์ดแวร์  
 คอมพิวเตอร์. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิต  
 วิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

อุทุมพร จามรمان และคณะ. 2530. รายงานการวิจัยผลกระทบของคอมพิวเตอร์เพื่อการ  
 ศึกษาต่อศึกษาต่อสถาบันการศึกษาในประเทศไทย. กรุงเทพฯ : คณะครุศาสตร์  
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Alessi, M. and Trollip, S.R. 1991. **Computer-Based Instructional : Methods and  
 Development.** 2<sup>nd</sup> ed. New Jersey : Prentice-Hall.

Bradley, Virginia N. 1983-1984. "The Surface Feature of Four Microcomputer Reading  
 Programs." In **Educational Technology Systems.** 12(3) : 221-223.

Gagne', Robert M., W. Wager, and A.Rojas. 1981. "Planning and Authoring Computer-  
 Assisted Instruction Lessons." **Educational Technology.** 70(9) : 17-21.

Heinich, R., Molenda, M. and Russell, J. 1993. **Instructional Media and the New  
 Technologies of Instruction.** 3<sup>rd</sup> ed. New York : Macmillan Publishing.

Hill, T. 1994. "Physical Education and Femininity." **Education Research.** 36 (3) : 1-68

Park, Ok-Choon. 1981-1982. "A Response-Sensitive Strategies in Computer Base  
 Instruction ; A Strategies for Concept Teaching." In **Educational Technology System.**  
 10(2) : 187-196.

Romisowski, a.J. 1986. **Developing Auto-Instruction Materials: From programmed  
 Texts to CAI and Interactive Video.** New York : Nichols Publishing.

Shaefermeyer, S. 1990. "Standards for instructional Computing Software Design and  
 Development." **Educational Technology.** 30(5) : 9-15.

Weishampel, C.V. 1989. "A longitudinal study of six preschool children's comprehension of a  
 computerized graphics system used as artistic medium." **Dissertation Abstracts International**  
 50(6) : 1533-A.

**ภาคผนวก ก.****รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ**

## 1. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

### 1.1 ศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร

คุณวุฒิ	สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย M.S. in Arch. (Architecture) I.I.T., U.S.A.
ตำแหน่ง	คณบดีกิตติคุณและหัวหน้าสาขาวิชาสถาปัตยกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### 1.2 ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุชน วิริยะสมบูรณ์

คุณวุฒิ	ศบ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร M.Arch. (Architecture) HOWARD UNIV.WASH.,DC.
ตำแหน่ง	คณบดีคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

### 1.3 นายชาติ ไกรฤกษ์

คุณวุฒิ	สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร M.Arch. (Architecture) Pratt institute New York, U.S.A.
ตำแหน่ง	หัวหน้ากลุ่มวิชาวิทยาการอาคาร คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรังสิต

## 2. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

### 2.1 นายชินภัทร กันตะบุตร

คุณวุฒิ	ศศ.บ (ศิลปกรรม) มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร M.F.A. (Computer Graphic) Pratt Institute., U.S.A.
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์อาร์ท คณะศิลปกรรม มหาวิทยาลัยรังสิต

### 2.2 นายกมล เกียรติเรืองกมล

คุณวุฒิ	สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง สถ.ม. (เทคโนโลยีอาคาร) จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ตำแหน่ง	อาจารย์ประจำหลักสูตรคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบ สถาปัตยกรรม

### 2.3 นายรักรธรรม สัตถกะชาติ

คุณวุฒิ	สถ.บ. (สถาปัตยกรรม) มหาวิทยาลัยศิลปากร
---------	--

ตำแหน่ง อาจารย์ประจำหลักสูตรคอมพิวเตอร์เพื่อการออกแบบสถาปัตยกรรม

ภาคผนวก ข.

**แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**  
**เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง**  
**(ด้านเนื้อหา)**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (ด้านเนื้อหา)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็น ด้วย (4)	ไม่ แน่ใจ (3)	ไม่ เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
1	มีการให้ข้อมูลและคำแนะนำในการเรียน					
2	มีความถูกต้องของเนื้อหา					
3	มีความสอดคล้องของเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม					
4	รูปแบบการนำเสนอเนื้อหา มีความเหมาะสมตามลักษณะวิชา					
5	รายละเอียดของเนื้อหา มีความเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
6	ปริมาณของเนื้อหา มีความเหมาะสม					
7	การลำดับเนื้อหา มีความเหมาะสม					
8	มีการใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้องและเหมาะสมกับระดับของผู้เรียน					
9	การให้ข้อมูลย้อนกลับต่อการตอบสนองของผู้เรียน มีความเหมาะสม					
10	มีการสรุปสาระสำคัญของเนื้อหา ซึ่งจะทำให้เกิดการถ่ายโยงการเรียนรู้ และความคงทนในการจำทั้งระยะสั้นและระยะยาว					
11	บทเรียนนี้สามารถใช้เรียนด้วยตนเองได้ง่าย					
12	บทเรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียน โดยการแสดงผลการทำแบบฝึกหัด หรือทำแบบทดสอบ					
13	บทเรียนที่สร้างขึ้นคุ้มค่ากับเวลาและการลงทุน					

## ความคิดเห็นอื่นๆ (โปรดระบุ)

1. จุดดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

---



---



---



---



---

2. จุดด้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

---



---



---



---



---



---



---



---



---

3. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

---



---



---



---



---

ผู้ประเมิน .....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

ภาคผนวก ก.

**แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง  
(ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)**



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบประเมินสื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

คำชี้แจง โปรดทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความคิดเห็นของท่านมากที่สุด

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่ แน่ใจ (3)	ไม่ เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
1	การ ออกแบบหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีลักษณะเร้าความสนใจ					
2	การใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีความเหมาะสมและน่าสนใจ					
3	การใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา มีคุณภาพ					
4	การใช้ภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อ หา มีความเหมาะสม					
5	การใช้ภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อ หา มีความน่าสนใจ					
6	การใช้ภาพเคลื่อนไหวที่เกี่ยวข้องกับเนื้อ หา มีคุณภาพ					
7	การใช้เสียงมีความเหมาะสมตามเนื้อหา					
8	การใช้เสียงมีความสอดคล้องกับกราฟิก					
9	การใช้เสียงมีคุณภาพ					
10	การจัดเรียงลำดับเนื้อหาที่มีความเหมาะสม					
11	การชี้นำ การบอกนำ ในการเสนอเนื้อหาที่ มีความซับซ้อน					
12	การให้ความช่วยเหลือแนะนำแก่ผู้เรียน					
13	การใช้เทคนิคเพื่อเร้าความสนใจแก่ผู้เรียน					
14	การนำเสนอเนื้อหาในแต่ละครั้งมีปริมาณที่ เหมาะสม					
15	การเลือกเรียนเนื้อหาได้เองตามความรู้พื้น ฐานของผู้เรียนแต่ละคน					

ลำดับ	รายการ	ความคิดเห็น				
		เห็นด้วย อย่างยิ่ง (5)	เห็นด้วย (4)	ไม่ แน่ใจ (3)	ไม่ เห็นด้วย (2)	ไม่เห็นด้วย อย่างยิ่ง (1)
16	การย้อนกลับได้ตลอดเวลาในระหว่างที่เรียน					
17	เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน					
18	ความง่ายในการใช้บทเรียน					
19	การประเมินผลความก้าวหน้าและการบรรลุวัตถุประสงค์ของผู้เรียน					
20	การรับ หรือ เก็บข้อมูลของผู้เรียน					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ความคิดเห็นอื่นๆ (โปรดระบุ)

1. จุดดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

---



---



---



---



---



---

2. จุดด้อยของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

---



---



---



---



---



---



---



---



---



---

3. ข้อเสนอแนะในการนำไปใช้

---



---



---



---



---



---

ผู้ประเมิน .....

ขอขอบพระคุณที่ให้ความอนุเคราะห์

ภาคผนวก ง.

เนื้อหาวิชา  
เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (Timber)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตอนที่ 1

## ลักษณะทางธรรมชาติและ ความหมายของคำว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” (Timber)

### 1.1 ความหมายของคำว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” (Timber)

ในเบื้องต้นควรทราบความหมายคำว่า “Wood” ในคิชนนาริภาษาไทยของ ศ.ดร.กมล เกาพิจิตร ได้แปลไว้ว่า ป่า, ไม้ คำนี้ น่าจะหมายถึงไม้ทุกชนิดที่แปรรูปและไม้แปรรูปทั่วไป จากตำราในวิชา วัสดุก่อสร้างหลายเล่ม มักจะพบกับคำว่า “Lumber” และ “Timber” โดย คำว่า “Lumber” ในคิชนนาริภาษาไทยของ เมอร์เรียม เวบสเตอร์ ได้กล่าวว่า เป็น “Timber” ที่ได้ซอยหรือแยกออกเป็นแผ่น หรือการตัดซอยซุงในป่า แต่คำว่า “Timber” นั้นได้ให้ความหมายว่า คือการตัดซอยไม้ที่ได้ขนาดเหมาะสมมาใช้กับการสร้างอาคาร และงานช่างไม้ ฯลฯ นอกจากนี้ยังรวมไปถึงการตัดซอยให้เป็นเหลี่ยมหรือเลื่อย ใส แต่งผิวแล้วด้วย

จึงพอสรุปเป็นนิยามของคำว่า “Timber” มาใช้กับหัวเรื่องว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” หมายถึงไม้ที่ตัดซอยให้มีขนาด ลักษณะ อาจเป็นสี่เหลี่ยมจตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า บางทีอาจมีหน้ากว้างมาก และมีความหนา น้อย เรียกว่า ไม้พื้น หรือแผ่นไม้ นอกจากนี้ก่อนที่จะนำไปใช้กับงานก่อสร้างจะต้อง ใส ให้ได้ขนาดตามที่ได้กำหนดตามแบบและตรงกับรายการคำนวณ เป็นต้น

### 1.2 โครงสร้างและการเจริญเติบโตของเนื้อไม้

ต้นไม้มีส่วนที่สำคัญๆ คือ ราก ลำต้น และพุ่มใบ ไม้แต่ละชนิดจะแตกต่างกัน ทั้งในด้านโครงสร้างของเซลล์ ความยาวของเส้นใย สี และลักษณะอื่นๆ ถ้าเราจะนำเนื้อไม้มาส่องดูทางกล้องจุลทรรศน์ซึ่งขยายใหญ่ขึ้นอีกหลายร้อยเท่าจะเห็นได้ว่า ไม้ นั้นไม่ใช่วัสดุที่เป็นเนื้อเดียวกัน แต่ประกอบด้วยเซลล์ชนิดต่างๆ หลายอย่าง ประกอบกันขึ้นเป็นเนื้อไม้

ลักษณะของเซลล์มี 3 มิติ คือ ความยาว ความกว้าง และความหนา ถ้ามองด้านหน้าตัดหรือทางด้านข้างแต่ละข้างย่อมเห็นลักษณะเซลล์ต่างกันไป แบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ

#### 1. ด้านตัดขวาง

หมายถึง ด้านที่อยู่ตรงปลายท่อนซุง ซึ่งก็คือรูปตัดขวางลำต้นของต้นไม้ นั่นเอง ด้านนี้จะเห็นส่วนต่างๆ ที่สำคัญของต้นไม้ชัดเจน เช่น วงอกแต่ละปี ใจ และแก่น

## 2. ด้านรัศมี

หมายถึงด้านที่ตัดหรือผ่าขวางกับด้านหน้าตัดตามแนวเส้นรัศมีของหน้าตัดที่ลากจากใจไปหาเปลือกของต้นไม้และมีความยาวไปตามความยาวของต้นไม้โดยตลอดแผ่นซึ่งแปรรูปให้มีด้านกว้างขนานกับด้านรัศมี เรียกว่า ไม้ผ่าสี่ (Quarter-Sawed หรือ Edge Grain) เป็นไม้ที่อยู่ตรงใกล้ๆ ใจไม้เท่านั้นที่จะแปรรูปได้ผ่าสี่

## 3. ด้านสัมผัส

เป็นด้านที่ตั้งฉากกับเซลล์รัศมีและยาวไปตามแนวแกนของลำต้น เป็นด้านเนื้อไม้รอบลำต้นที่เห็นเมื่อเอาเปลือกไม้ออก ไม้แผ่นที่มีด้านกว้างขนานเกือบขนานกับด้านสัมผัส เรียกว่า ไม้ผ่าแบน (Flat-Sawn)

เมื่อต้นไม้ถูกตัดออกมาตามด้านทั้งสามด้านดังกล่าวแล้ว จะเห็นไม้ที่ผ่าหรือเลื่อยมีลักษณะโครงสร้างและลักษณะของเนื้อไม้ต่างๆ กัน นอกจากนี้ผลจากการเลื่อยยังทำให้ไม้มีลักษณะต่างกันด้วย เช่น ด้านสัมผัสจะมีการหดตัวมากกว่าด้านรัศมี เป็นต้น

### 1.3 ส่วนต่างๆ ของหน้าตัดไม้

ถ้าตัดขวางลำต้นของต้นไม้ออกเป็นแฉ่งๆ ให้มีลักษณะเหมือนเขียง จะเห็นส่วนต่างๆ ที่สำคัญดังต่อไปนี้



ภาพที่ ง.1 แสดงส่วนต่างๆ ของหน้าตัดไม้

#### 1. เปลือก (Bark)

ส่วนของเปลือกอยู่ที่ด้านนอกสุดของลำต้น แบ่งออกเป็นเปลือกนอก ซึ่งเป็นเซลล์ที่ตายแล้ว เปลือกนอก (Outer bark) ทำหน้าที่ป้องกันลำต้นของต้นไม้จากการเสียหายต่างๆ เช่น การชน การเสียดสี ส่วนเปลือกชั้นใน (Inner bark) ซึ่งอยู่ถัดเข้ามาเป็นส่วนที่ยังมีชีวิต ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารและเป็นส่วนหนึ่งที่เจริญเติบโตใหม่ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้นไม้บางต้นอาจมีวงมากกว่า 1 วง ใน 1 ปี เช่น ไม้สักใน 1 ปี อาจมี 2 วง ซึ่งเกิดจากความเปลี่ยนแปลงของอากาศ ปุ๋ยในดิน หรือเหตุอื่นๆ ต้นไม้ที่มีพุ่มยอดเล็กและใบไม้ร่วงหมดอาจมีวงเจริญไม้ครบวงก็ได้ วงเจริญนี้จะเห็นได้ชัดในเนื้อไม้แก่กับเนื้อไม้ใหม่ต่อกัน ไม้บางชนิดจะเห็นวงเจริญนี้ได้ชัดเจน เช่น ไม้สัก ไม้จำปา ไม้แดง ส่วนใหญ่วงเจริญจะงอกในแต่ละปี บางครั้งจึงเรียกว่า วงอกประจำปี (Annual Growth Ring)

#### 6. เส้นรัศมี (Wood Ray)

ทั้งในไม้เนื้อแข็งและไม้เนื้ออ่อนมีเซลล์ทางขวางของลำต้นซึ่งวิ่งเป็นแนวออกจากใจไปยังเปลือก เซลล์เหล่านี้เกาะเกี่ยวกันอยู่ในเนื้อไม้ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารจากใบที่ปรุงแล้วมาเลี้ยงลำต้น ซึ่งเห็นได้ในลักษณะเป็นรัศมี ในไม้บางประเภทจะเห็นเส้นรัศมีได้ชัดเมื่อเลื่อยไม้ออกเป็นแผ่นๆ แล้ว ขนาดของรัศมีและลักษณะจะแตกต่างกันไปตามชนิดของไม้

#### 7. ใจ (Pith)

ใจเป็นส่วนที่อยู่ตรงกลางของลำต้นของต้นไม้ทางด้านหน้าตัด จุดนี้เป็นจุดที่เริ่มการเติบโตของต้นไม้ซึ่งทำให้เกิดลำต้น กิ่ง และส่วนอื่นๆ ส่วนของใจนี้เมื่อต้นไม้อายุมากเข้าอาจกลายเป็นโพรง

## ตอนที่ 2

# การจำแนกประเภท คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้

### 2.1 การเรียกชื่อของไม้ในทางพฤกษศาสตร์

ไม้ชนิดเดียวกันแต่อยู่ต่างท้องถิ่นหรือในจังหวัดต่างกัน ก็เรียกชื่อแตกต่างกันไป ทำให้เกิดปัญหาโต้แย้งกันบ่อยๆ ในวงการก่อสร้าง ดังนั้นจึงจำเป็นจะต้องมีชื่อที่เหมือนกันและตรงกันเป็นสากลทั่วประเทศและทั่วโลก ซึ่งเป็นชื่อทางพฤกษศาสตร์ ทำให้ทราบได้ว่าตรงตามความประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ เพราะนอกจากรู้ชื่อแล้วยังจะสามารถทราบคุณลักษณะอีกด้วย

ชื่อในทางพฤกษศาสตร์จะบ่งชี้ให้ทราบถึงความเกี่ยวพันระหว่างสกุลและตระกูลได้ชัดเจน เช่น ไม้พยอม (Shorea Talura Roxb) แสดงให้ทราบว่าไม้พยอมอยู่ในสกุล Shorea ซึ่งลักษณะผลคอก และ ใบ รวมทั้งเนื้อไม้ก็ใกล้เคียงกับ ไม้ในตระกูล Shorea ด้วยกัน

ชื่อทางพฤกษศาสตร์ของไม้ต่างๆ ในประเทศไทยจะดูได้จากบัญชีของไม้เนื้อแข็ง ไม้เนื้อแข็งปานกลาง ไม้เนื้ออ่อน

### 2.2 การจำแนกประเภทของไม้

กรมป่าไม้ได้จำแนกประเภทตามความแข็งแรงและความทนทานตามธรรมชาติ เป็น 3 ประเภทดังนี้

#### ตารางที่ ง.1 แสดงการจำแนกประเภทของไม้

ประเภทของไม้	ความแข็งแรง (กก./ชม.)	ความทนทาน (ปี)
ไม้เนื้อแข็ง	สูงกว่า 1,000	สูงกว่า 6
ไม้เนื้อแข็งปานกลาง	600-1,000	2-6
ไม้เนื้ออ่อน	ต่ำกว่า 600	ต่ำกว่า 2

ค่าความแข็งแรงดังกล่าว ใช้สำหรับไม้ในสภาพแห้ง มีความชื้นเฉลี่ย 12 % หรือต่ำกว่า 16 % ความแข็งแรงของไม้แห้งจะสูงกว่าไม้สด 1.5 เท่า

ตัวอย่างของไม้แปรรูปซึ่งแบ่งตามประเภทของความแข็งแรงดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2 แสดงตัวอย่างไม้แปรรูปชนิดไม้เนื้อแข็ง

ไม้เนื้อแข็ง			
ชื่อมาตรฐาน	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	ความต้านทานแรงดัด	ความทนทาน (ปี)
กระดินพิมาน	<i>Acaia siamensis</i>	143	เกิน 10
กระพื้เขาควาย	<i>Dalbergia cultrata</i> Graham	179	6 - 10
กั้นเกรา	<i>Fagrae fragrans</i> Roxb	105	6 - 10
ขานาง	<i>Homalium</i> sp.	137	6 - 10
เขลิ่ง	<i>Dialium cochinchinese</i> fierre	169	เกิน 10
เคี่ยม	<i>Cotylelobium lanceolatum</i> Craib	150	-
เคี่ยมคะนอง	<i>Shorea sericeiflora</i> Fisch & Hutch	157	6 - 10
แคทราย	<i>Stereospermum neuranthum</i> Kurz	131	เกิน 10
ชัน เต็งตานี	<i>Shorea thorelii</i> Pierre	131	6 - 10
แดง	<i>Xylia kerri</i> Craib & Hutch	133	เกิน 10
ตะเคียนทอง	<i>Hopea odorata</i> Roxb	116	6 - 10
ตะเคียนราก	<i>Hopea latifolia</i>	121	เกิน 10
ตะเคียนหิน	<i>Hopea ferrea</i> Pierre	161	6 - 10
ตะแบกเลือด	<i>Terminalia mucronata</i>	187	6 - 10
ตะแบกใหญ่	<i>Lagerstroemia calyculata</i> Kurz	122	6 - 10
ตีนนก	<i>Vitex pinata</i>	163	เกิน 10
เต็ง	<i>Shorea obtusa</i> Wall	175	เกิน 10
ประดู่	<i>Pterocapus tuberculatus</i> Roxb	139	เกิน 10
พลวง	<i>Dipterocarpus tuberculatus</i> Roxb	126	เกิน 10
พะยอม	<i>Shorea talura</i> Roxb.	87	6 - 10
มะค่าแต้	<i>Sindora siamensis</i>	125	เกิน 10
ยมหิน	<i>Chukrasia vetutine</i> Wight & Arn	91	6 - 10
รกฟ้า	<i>Terminalia alata</i> Heyne	125	6 - 10
รัง	<i>Pentacme suavis</i> 4. DC.	137	เกิน 10
เลียงมัน	<i>Berrya mollis</i> Wall.	146	เกิน 10
สัก (สวนป่า)	<i>Tectona grandis</i> Linn.f.	106	เกิน 10
สัก (ธรรมชาติ)	<i>Tectona grandis</i> Lin.f.	102	เกิน 10
หลุมพอ	<i>Intsia bakesi</i> Prian	163	เกิน 10
เท็งขง	<i>Dipterocapus obtusifolius</i> Teijsm	120	6 - 10
เอ็ก	<i>Shorea glauca</i> King	167	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ง.3 แสดงตัวอย่างไม้แปรรูปชนิดไม้เนื้อแข็งปานกลาง

ไม้เนื้อแข็งปานกลาง			
ชื่อมาตรฐาน	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	ความต้านทานแรงดัด	ความทนทาน (ปี)
กราด	<i>Dipterocarpus intricatus</i> Dyer	97	6 - 10
กะเจียน	<i>Polylathia</i> sp.	82	2 - 6
กะบก	<i>Irvingia malayana</i> Oliver	118	2 - 6
กะบาก	<i>Anisoptera</i> spp.	-	2 - 6
กระโดน	<i>Careya arborea</i> Roxb.	83	6 - 10
กะทังหัน	<i>Calophyllum floribundum</i>	69	2 - 6
กาลอ	<i>Shorea parvifolia</i> Dyer	132	2 - 6
กว้าว	<i>Adina cordifolia</i> Hk.f.	78	2 - 6
กะท้อน	<i>Sandoricum indicum</i> Care	78	2 - 6
ชะเง้อ	<i>Millettia leucantha</i> Kurz	117	2 - 6
ไข่เขียว	<i>Parashorea stellata</i> Kurz	91	2 - 6
ซุมแพรก	<i>Heritera javanica</i> Kosterm	92	2 - 6
ช้อ	<i>Gmelina arberae</i> Roxb.	82	2 - 6
ดั่งหน	<i>Calephyllum pulcherrimum</i> Wall	147	2 - 6
ทองบั้ง	<i>Koompassia malaccensis</i> Benth	194	2 - 6
นนทรี	<i>Peltophorum dasyrachis</i> Kurr	93	2 - 6
ปู่เจ้า	<i>Terminalia tripteroides</i> Craib	145	2 - 6
มะม่วงป่า	<i>Mangifera Caloneura</i>	-	2 - 6
ขมหอม	<i>Cedrela toona</i> Roxb	87	2 - 6
ขวน	<i>Koompassia excelsa</i> Taub	145	2 - 6
ยาง	<i>Dipterocarpus</i> sp.	89	2 - 6
ยางนา	<i>Dipterocarpus alatus</i>	89	2 - 6
ยูง	<i>Dipterocarpus grandiflorus</i>	119	2 - 6
สนสองใบ	<i>Pinus merkusii</i> Jungh	100	2 - 6
สนสามใบ	<i>Pinus kesiya</i> Royle	106	2 - 6
สาข	<i>Pometia</i> sp.	91	2 - 6
หลังคำ	<i>Diosypros</i> sp.	140	2 - 6
หว่า	<i>Syzygium cumini</i> Skels	92	2 - 6
หามกราย	<i>Termminalia</i> sp.	140	2 - 6
อ้ายกลิ้ง	<i>Sindora coriacea</i>	112	2 - 6
อินทิลน้ำ	<i>Lagerstroemia flos-roginiae</i> Retz	88	2 - 6
โอบ	<i>Homalium damrongianum</i>	103	2 - 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอย่างไม้แปรรูปชนิดไม้เนื้ออ่อน

ไม้เนื้ออ่อน			
ชื่อมาตรฐาน	ชื่อทางพฤกษศาสตร์	ความต้านทานแรงคด	ความทนทาน (ปี)
กะเบาสิง	Hydnocarpus ilicifolus King	107	น้อยกว่า 2
ก้านเหลือง	Nauclea orientalis Linn	44	น้อยกว่า 2 - 6
ดุ่มเต็น	Dusbangia sonneratioides Ham	75	น้อยกว่า 2
เตยหนาม	Pentaspadon velutinus Hook	83	น้อยกว่า 2
ทุเรียน	Durio zebethinus Linn	72	น้อยกว่า 2
ปอแดง	Sterculia ornata	70	น้อยกว่า 2
มะยมป่า	Ailanthus fauvelina	55	น้อยกว่า 2
ยางพารา	Hevea brasiliensis	100	น้อยกว่า 2
สมพง	Tetraeles nudiflora	51	น้อยกว่า 2
สาขาขาว	Shorea leprosula Mig	85	น้อยกว่า 2

## 2.3 คุณสมบัติและประโยชน์ของไม้

ในที่นี้จะกล่าวถึง ไม้ที่นิยมใช้ในแต่ละประเภทดังนี้

### 2.3.1 ไม้เนื้อแข็ง

มีหลายชนิด เช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้

#### ไม้เต็ง

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ต้นสูงถึงประมาณ 30 เมตร ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าแดงทั่วไป ยกเว้นภาคใต้ ลักษณะเนื้อไม้เป็นสีน้ำตาลอ่อนเมื่อแรกตัด ทิ้งไว้นานจะเป็นสีน้ำตาลแก่แกมแดง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง เหนียว แข็งแรงและทนทานมาก เมื่อมีการหดตัวมักแตกเป็นรอยงา และหัวไม้จะแตก แห้งแล้วเลื่อยไสกบตกแต่งได้ยาก น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,040 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร เหมาะกับงานภายนอกอาคารและส่วนของอาคารที่ต้องรับน้ำหนัก ใช้ทำหมอนรองรถไฟ เครื่องมือกลึงกรรม โครงสร้างอาคาร เช่น ตง คาน วงกบ

#### ไม้รัง

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ตามในป่าแดงทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้มีสีน้ำตาลอมเหลือง เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ แข็ง หนัก แข็งแรง และทนทานมาก เลื่อยไสกบตกแต่งค่อนข้างยาก เมื่อแห้งจะมีลักษณะคล้ายไม้เต็ง ในบางครั้งจึงเรียกว่าไม้เต็งรัง น้ำหนักโดยเฉลี่ย ประมาณ 880 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเสาและโครงสร้างอาคารต่างๆ ทำหมอนรองรถไฟ ทำเครื่องมือกลึงกรรม

### ไม้แดง

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นทั่วไปในป่าเบญจพรรณแล้งและชื้น ลักษณะของเนื้อไม้มีสีแดงเรื่อๆ หรือสีน้ำตาลอมแดง เสี้ยนเป็นลูกคลื่นหรือสับสน เนื้อละเอียดพอประมาณ แข็ง เหนียว แข็งแรง และทนทาน เลื่อยไสกบแต่งได้เรียบร้อย ชัดชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 960 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม้ชนิดนี้นิยมในการก่อสร้างในส่วนที่ไม่ใช่โครงสร้าง เช่น พื้น วงกบประตู หน้าต่าง ทำเกวียน ทำเรือ หมอนรางรถไฟ เครื่องเรือน เครื่องมือกลกรรม ด้านเครื่องมือ คันชั่ง ไม้แดงนี้ปลวกหรือเพรียงจะไม่ค่อยรบกวน

### ไม้ตะเคียนทอง

เป็นต้นไม้ใหญ่และสูงมาก ขึ้นเป็นหมู่ตามป่าดิบชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้มีสีเหลืองหม่นสีน้ำตาลอมเหลือง มักมีเส้นสีขาวหรือเทาผ่านเสมอ สีที่ผ่านนี้เป็นท่อน้ำมันหรือยาง เสี้ยนมักสับสน เนื้อละเอียดปานกลาง แข็ง เหนียว ทนทาน ทนปลวกได้ดี เมื่อนำไปเลื่อย ไสกบตกแต่งและชักเงาได้ดีมาก น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 750 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างอาคาร ไม้หมอนรางรถไฟ ไม้ชนิดนี้นิยมใช้ทำเรือมาก และยังใช้การได้ดีทุกอย่างที่ต้องการความแข็งแรง เหนียวและทนทาน

### ไม้ตะแบก

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ ดอนโคนมีลักษณะเป็นพู ขึ้นในป่าเบญจพรรณชื้นและแล้งทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีเทาจนถึงน้ำตาลอมเทา เสี้ยนตรงหรือเกือบตรง เนื้อละเอียดปานกลาง เป็นมัน แข็ง เหนียว แข็งแรง ทนทานดีถ้าใช้ร่วมกับไม้ ดากแดดตากฝน นำไปเลื่อย ไสกบตกแต่งได้ง่าย ชัดชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 850 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเสาบ้าน ทำเรือ ทำแพ เกวียน เครื่องมือกลกรรม ไม้ตะแบกชนิดสลาย ใช้ทำเครื่องเรือนได้สวยงามมาก ใช้ทำค้ำมิด ไม้ถือ กรอบรูป ค้ำมิด เป็นดิน

### ไม้สัก

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นเป็นหมู่ในป่าเบญจพรรณทางภาคเหนือและบางส่วนของภาคกลางและตะวันตก ลักษณะเนื้อไม้สีเหลืองทอง นานเข้าจะกลายเป็นสีน้ำตาลหรือน้ำตาลแก่ มีกลิ่นเหมือนหนังฟอกเก่าๆ และมีน้ำมันในตัว มักมีเส้นสีแก่แทรก เสี้ยนตรง เนื้อหยาบและไม่สม่ำเสมอ แข็งพอประมาณ ทนทานที่สุด ปลวกมอดไม่ทำอันตราย นำไปเลื่อย ไสกบตกแต่งง่าย แกะสลักได้ดี ชักเงาได้ง่ายและดีมาก เป็นไม้ที่ฝังให้แห้งได้ง่ายและอยู่ตัวดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ไม้สักเป็นไม้ที่นิยมมากในการทำเครื่องเรือน ทำบานประตูหน้าต่าง ทำเรือ แกะสลักต่างๆ ไม้สักเป็นสินค้าขาออกและเป็นที่ยอมรับของชาวต่างประเทศมาก

## ไม้ชัน

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ขึ้นตามป่าดิบและป่าเบญจพรรณขึ้นทั่วประเทศ เว้นแต่ทางภาคเหนือ ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนถึงแก่ สีน้ำตาลปนเทา เนื้อหยาบ และสับสน แข็งพอประมาณ เหนียวทนทาน นำไปเลื่อย ไซกบดตกแต่งได้ยาก บางครั้งเรียกเต็งตง น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 961 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรางรถไฟ ใช้ก่อสร้าง เช่นทำโครงสร้าง ตง คาน โครงหลังคา พื้น

## ไม้เคี่ยม

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ สูงตรง ขึ้นชุกชุมในป่าดิบชื้นทางภาคใต้ บางแห่งใหญ่ วัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ถึง 3 เมตร ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลหรือน้ำตาลอ่อน ทั้งไว้นานเป็นสีน้ำตาลแก่หรือเกือบดำ สีน้ำตาลปนเทา เนื้อละเอียด แข็ง เหนียว หนัก แข็งแรงมาก ใช้ในน้ำได้ทนทานดี นำไปเลื่อย ไซกบดตกแต่งได้ค่อนข้างง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 880-990 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำหมอนรางรถไฟ โครงสร้างที่ต้องการความแข็งแรงมาก สะพาน แพ พื้น ใช้ในที่แจ้ง ทนแดดทนฝนดีมาก

## ไม้มะค่าแต้

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าแดงและป่าเบญจพรรณแล้งทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีน้ำตาลอ่อนถึงสีน้ำตาลแก่ เลื่อยทั้งไว้นานสีจะเข้มขึ้น มีเส้นสีน้ำตาลเข้มกว่าสีพื้น สีน้ำตาลปนเทา เนื้อค่อนข้างหยาบแต่สม่ำเสมอ เป็นมันลื่น แข็งและทนทานมาก ทนมอดปลวกได้ดี เลื่อยไซกบได้ยาก ถ้าตอกตะปูลงในแก่นไม้จะตอกได้ยากและตะปูมักจะคดงอเพราะความแข็งแรงของไม้ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1,090 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้างต่างๆ ทำไม้หมอนรางรถไฟ ทำเครื่องเกวียน เครื่องไถนา เครื่องเรือน เป็นต้น

## ไม้มะค่าโมง

เป็นพันธุ์ไม้ขนาดใหญ่ สูง มีสีน้ำตาลปนแดงจัด มีความแข็งแรง ทนทาน ขึ้นมากที่จังหวัดเพชรบุรี และทางภาคเหนือ เหมาะสำหรับทำขี้และราวบันได กลิ้งแล้วจะเห็นลวดลายสวยงาม ใช้ทำโครงสร้างได้ดีด้วย

## ไม้ประดู่

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ ขึ้นในป่าเบญจพรรณชื้นและแล้งทั่วไปเว้นแต่ทางใต้ มีชุกชุมทางภาคเหนือและภาคอีสาน ลักษณะเนื้อไม้สีแดงอมเหลืองถึงสีแดงอย่างสีอิฐแก่ สีเส้นสีน้ำตาลเข้มกว่าสีพื้น บางทีมีลวดลาย สีน้ำตาลปนเทา เนื้อละเอียดปานกลาง แข็งและทนทาน ไซกบดตกแต่งและชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 800 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ในการก่อสร้าง ทำเกวียน เครื่องเรือนที่สวยงาม ทำจากปุ่มประดู่ ทำค้ำเครื่องมือ และสิ่งอื่นๆ ที่ต้องการความแข็งแรงทนทาน ในประเทศจีนและญี่ปุ่นนิยมทำเครื่องเรือนกันมาก

### 2.3.2 ไม้เนื้อแข็งปานกลาง

มีหลายชนิด เช่น ไม้ยาง ไม้กระบากหรือไม้กะบาก ไม้กระท้อน และอื่นๆ ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบดังต่อไปนี้

#### ไม้ยาง

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ สูงขลุ่ย ไม่มีกิ่งที่ลำต้น มักขึ้นเป็นหมู่ในป่าดิบชื้นและที่ต่ำชุ่มชื้นตามบริเวณใกล้เคียงแม่น้ำลำธารในป่าดิบและป่าอื่นๆทั่วไป ต้นยางชนิดนี้สามารถเผาเอาน้ำมันยางได้ (เป็นคนละชนิดกับต้นยางพารา) บางครั้งใช้เล็บจิกลงได้ เวลาหัดตัว ยางจะประทุออกมาจากผิวไม้เมื่อตอกตะปูจะทำให้ไม้แตกง่าย ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อ หรือสีน้ำตาลหม่น เสี้ยนมักตรง เนื้อหยาบ แข็งปานกลาง ใช้ในร่มทนทานดี เลื่อยไสกบตบแต่งได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ย ประมาณ 640-70 กิโลกรัมต่อ ลูกบาศก์เมตร หาซื้อขาย ราคาต่ำ ไม้ที่มีลักษณะเดียวกันถูกปรับให้ซื้อขายกันในชื่อของไม้ยางใช้ในงานก่อสร้างทั่วไป ทำหีบ ที่นิยมใช้กันมากคือ ใช้เป็นไม้ฝา ไม้คร่าว ฝาเพดาน คร่าวฝา

#### ไม้กระบากหรือไม้กะบาก

เป็นต้นไม้สูงใหญ่ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณชื้นทั่วประเทศ ทางพฤกษศาสตร์จะมีอยู่หลายชนิด แต่ในส่วนเนื้อไม้และการใช้มีลักษณะคล้ายคลึงกันมาก ใช้ร่วมกันได้ดี ลักษณะเนื้อไม้โดยรวมมีสีตั้งแต่สีนวลเหลืองถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดงเรื่อๆ เสี้ยนมักตรง เนื้อหยาบ แต่สม่ำเสมอ แข็ง เหนียว เค็งพอประมาณ เลื่อยไสกบตบแต่งได้ไม่ยาก แต่มีข้อเสียคือเนื้อไม้เป็นทรายทำให้กัดคมเครื่องมือ ผึงแห้งง่ายและไม่ค่อยเสื่อมเสีย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 600 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำแบบหล่อคอนกรีตได้ดีเพราะถูกน้ำแล้วไม่บวมอืด ings ทำเครื่องเรือนราคาถูก ทำกล่องใส่ของ แก้ว

#### ไม้พุ่มแพรง

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้น ทางภาคตะวันออก เช่น ทำทางอำเภอศรีราชา จังหวัดชลบุรี และในภาคกลางบางแห่ง ลักษณะเนื้อไม้เมื่อเลื่อยหรือตัดใหม่ๆ จะเป็นสีแดงเข้ม เมื่อทิ้งไว้ถูกอากาศจะเป็นน้ำตาลอมแดง เป็นมันลื่น เสี้ยนมักตรง สม่ำเสมอ เป็นริ้วห่างๆ เหนียว แข็ง ใช้ในร่ม ทนทานดี เลื่อยไสกบ ตบแต่งได้ง่าย ชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 640 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ก่อสร้างเช่น ทำพื้น ฝา

#### ไม้หนทรี

เป็นต้นไม้ขนาดกลาง ขึ้นในป่าดิบชื้นและป่าโปร่งชื้น ลักษณะเนื้อไม้สีชมพูอ่อนถึงน้ำตาลแกมชมพู เป็นมันลื่น เสี้ยนตรงหรือเป็นลูกคลื่น หรือสับสนบ้างเล็กน้อย เนื้อหยาบปานกลาง เลื่อย ฝา ไสกบตบแต่งได้ง่ายๆ น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 575 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำไม้พื้น เพดานและฝา ทำเครื่องเรือน หีบใส่ของต่างๆ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ไม้มะม่วงป่า

เป็นต้นไม้ใหญ่ ขึ้นห่างๆ กันในป่าดิบชื้นและป่าเบญจพรรณ หรือตามที่ชุ่มชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่นมากนัก สีน้ำตาลไหม้ เสี้ยนค่อนข้างตรง เนื้อเป็นมันเล็กน้อย แข็ง เหนียว ใช้ในร่มทันทานดี เลื่อย ไสกบง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 60 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือน หีบใส่ของ ไม้บรรทัด ปอกออกาเป็นแผ่นบางๆ ใช้ทำไม้อัด

### ไม้กระท้อน

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามป่าดิบชื้นทั่วประเทศ ลักษณะเนื้อไม้สีแดงเรื่อๆ ปนเทา เสี้ยนไม้ตรง เนื้อค่อนข้างหยาบ แข็งปานกลาง ใช้ในที่ร่มทันทานพอสมควร เลื่อย ไสกบตกแต่งได้ง่าย และชักเงาได้ ฝังให้แห้งได้ง่าย แต่หดตัวมาก ใช้ทำพื้น เพดาน เครื่องเรือน

### 2.3.3 ไม้เนื้ออ่อน

มีหลายชนิด เช่น ไม้สยาขาว ไม้ก้านเหลือง ไม้มะยมป่า ไม้ต้นมะพร้าว ซึ่งมีคุณสมบัติและประโยชน์ที่ควรทราบต่อไปนี้

#### ไม้สยาขาว

เป็นต้นไม้ขนาดใหญ่ ขึ้นตามไหล่เขา และบนเขาในป่าดิบทางภาคใต้บางจังหวัด เช่น ยะลา นราธิวาส ลักษณะเนื้อไม้สีชมพูอ่อนแกมขาวถึงน้ำตาลอ่อนแกมแดง มีริ้วแก่กว่าสีพื้น เป็นมันลื่น เสี้ยนสับสน เนื้อหยาบ อ่อน ค่อนข้างเหนียว ทันทานในร่ม เลื่อย ไส ฝาได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 480 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำเครื่องเรือนและส่วนของอาคารที่อยู่ในร่ม เปลือกใช้ทำไม้อัดได้

#### ไม้ก้านเหลือง

เป็นต้นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นตามริมแม่น้ำลำธารหรือในที่ชุ่มชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้สีเหลืองเข้มถึงสีเหลืองปนแสด เสี้ยนตรง ละเอียดพอประมาณ และอ่อน นำไปเลื่อย ไสกบได้ง่าย ชักเงาได้ดี น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 540 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำพื้น ฝา เครื่องเรือน หีบใส่ของ

#### ไม้มะยมป่า

เป็นไม้ขนาดกลางถึงขนาดใหญ่ ขึ้นประปรายในป่าดิบชื้น หรือป่าเบญจพรรณชื้นทั่วไป ลักษณะเนื้อไม้ไม่มีแก่น สีจาง ถ้าถูกอากาศนานๆ สีจะนวลขึ้น เสี้ยนตรง เนื้อหยาบแต่สม่ำเสมอ และอ่อน ไสกบได้ง่าย น้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 400 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ใช้ทำก้านไม้ขีดไฟ กลักไม้ขีดไฟ หีบใส่ของ ปัจจุบันใช้ทำเครื่องเรือนต่างๆ

## ไม้ต้นมะพร้าว

เนื้อไม้มีความหนาแน่นใช้เป็นโครงสร้างได้ ความหนาแน่นตรงริมมีมากกว่าตรงกลางต้น  
ตอนกลางกลางๆมีความหนาแน่น 40 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

### 2.4 ความแข็งแรงของไม้

2.4.1 ไม้จะทนทานความเค้นอัดไปตามขนานเส้นใยได้มากกว่าทางขวางเส้นใย

2.4.2 ไม้ที่มีอัตราการใช้คาร์บอน จะมีความสัมพันธ์กับความแข็งแรงตามชนิดของไม้

2.4.3 เนื่องจากไม้มีความถ่วงจำเพาะมากกว่า 1 แสดงว่า ควรจะจมน้ำ แต่ไม้ลอยน้ำได้เนื่องจากมีอากาศบรรจุอยู่ในเซลล์ของไม้

2.4.4 แรงอัดที่กระทำตั้งฉากกับเส้นใยจะทำให้ไม้พองและแบนลง เซลล์ที่มีผนังบางจะแบนลงก่อน (ดูรูปประกอบ)

2.4.5 การพองอาจเกิดขึ้นโดยการ โกงหัก (Buckling) แบบใช้เป็นเสาหรือเส้นใยจะถูกคด (Bend) ค้าง

2.4.6 การรับแรงดึงของไม้ จะมากกว่าการรับแรงอัดประมาณ 3 เท่า แต่จะนำการรับแรงอัดของไม้เป็นตัวกำหนดความแข็งแรงของไม้

## ตอนที่ 3

# ความชื้น การหดตัว การโค้งบิด และความเสียหายตามธรรมชาติ

### 3.1 ความชื้นในเนื้อไม้

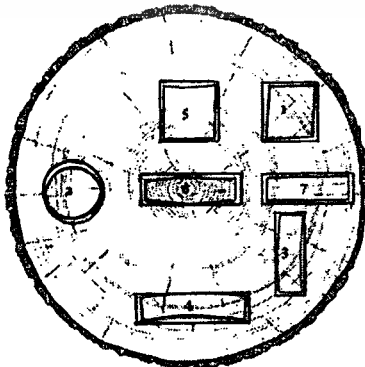
ก่อนที่จะนำไม้ที่ได้ซอแล้วสู่ตลาดค้าไม้ ควรจะผ่านการอบให้ความชื้นที่อยู่ในเนื้อไม้ตามธรรมชาติออกไป การตัดไม้ในป่าพบว่ามากกว่าครึ่งของน้ำหนักของไม้จะเป็นความชื้น (Moisture) ที่บรรจุอยู่ในเนื้อไม้แปรรูป สำหรับที่จะนำไปใช้ในงานโครงสร้างหรืองานภายนอกควรทำให้ไม้แห้ง โดยยอมให้มีความชื้นอยู่ประมาณ 15% ส่วนการนำไปใช้ ทำเครื่องเรือน อาทิ โต๊ะ เก้าอี้ และตู้ ฯลฯ ควรจะอบให้ไม้แห้ง 7-10 %

ความชื้น หมายถึง น้ำที่อยู่ในไม้ ส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่อยู่ในรูเซลล์ (Cell Cavities) ของไม้ อีกส่วนหนึ่งเป็นน้ำที่อยู่ระหว่างชั้นผนังเซลล์หรือที่ผนังดูดเข้าไป ไม้ที่มีความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลง เนื่องจากอากาศรอบๆ และจะมีความสมดุลได้ก็ด้วยความชื้นของไม้คงค้างอยู่เท่ากับอากาศ จุดนี้เราเรียกว่าจุดสมดุลความชื้น (Equilibrium Moisture Content)

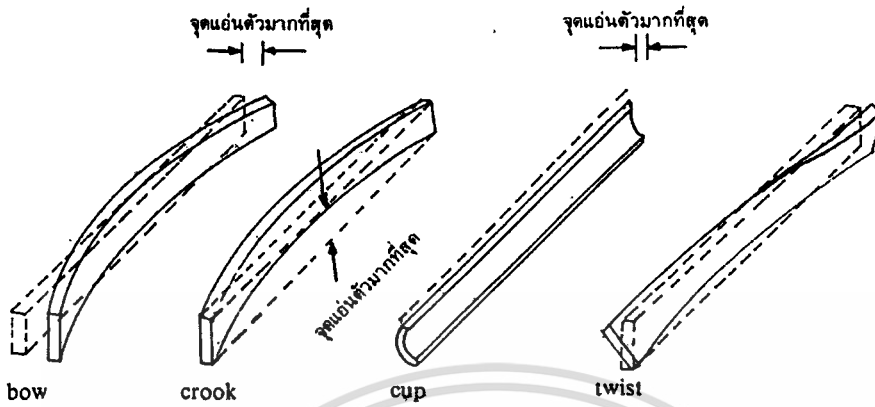
### 3.2 การหดตัวของไม้

นับตั้งแต่ไม้ได้ถูกตัดโค่น และนำมาตัดซอแล้ว สภาพของไม้จะเปลี่ยนไปทุกวันและทุกฤดูกาล โดยสัมพันธ์ไปกับอากาศ ตามปกติเมื่อน้ำในรูเซลล์ระเหยนั้น ไม้ค่อยเป็นเหตุให้ไม้ส่วนมากหดตัว การหดตัวเริ่มเมื่อน้ำในผนังเซลล์ระเหยเป็นเหตุให้ผนังเซลล์ยุบ การระเหยของน้ำในไม้นั้น ไม้บางจะระเหยเร็วกว่าไม้หนาและทางส่วนหน้าตัดก็จะระเหยเร็วกว่าส่วนอื่นๆ

ตามปกติการหดตัวของไม้ตามส่วนยาวมีส่วนน้อยมาก จึงไม่เป็นเรื่องน่าวิตกที่มีการหดคือทางหน้าตัดที่ตัดขวาง ส่วนรัศมีหรือแนวขวาง



### 3.3 การโค้งบิด(Warping) ของไม้



ภาพที่ 3.3 แสดงการโค้งบิดของไม้ในลักษณะต่างๆ กัน

การที่ไม้แผ่นเกิดการเปลี่ยนแปลงบนผิวของไม้เรียกว่า การคดหรือบิด (Warping) เมื่อขึ้นไม้เกิดการบิดตัวไปแล้วไม้คืนกลับ หรือมีรูปโค้งงอเนื่องมาจากความชื้นหรือความร้อนนั่นเอง หรืออาจกล่าวได้ว่าไม้เกิดคดหรือบิด เป็นผลจากการที่น้ำที่อยู่ในเนื้อไม้หรือน้ำออกจากผนังเซลล์ ซึ่งเป็นธรรมชาติและจะเกิดการหดตัว (Shrinkage) ขึ้นเรื่อยๆ ถ้าไม้มีโครงสร้างสมบูรณ์ การหดตัวก็จะเป็นไปทุกๆ ส่วนของไม้ จะไม่ทำให้เกิดการคดหรือบิดได้ แต่ไม้ถูกสร้างขึ้นให้มีจำนวนของเยื่อ(Fibers) ประสานกันอยู่มาก ความหนาของผนังที่เกิดแตกต่างกันไป ตามความแตกต่างของต้นไม้ ดังนั้นเมื่อเกิดการแห้ง ส่วนหนึ่งที่หดตัวมากกว่าอีกส่วนหนึ่งหรือส่วนอื่น ดังนั้นเยื่อจึงปิดการติดต่อกับส่วนอื่น จะทำให้เกิดพันกันและเนื้อไม้จะยึดกันเป็นโครงแข็ง ส่วนหนึ่งไม่สามารถหดหรือขยายตัวออกได้ ขึ้นไม้นั้นปรับตัวให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่เกิดขึ้นใหม่ ทำให้แผ่นเกิดการคดหรือบิดเป็นรูปร่างแตกต่างกันไป ได้แก่ลักษณะ Bow , Crook , Cup or Twist หรือเกิดหลายชนิดในไม้ชิ้นเดียวกันได้

### 3.4 ความเสียหายของไม้

ไม้เป็นอินทรีย์วัตถุที่เกิดขึ้นตามธรรมชาติ จึงมีส่วนที่เป็นอาหารของสิ่งที่มีชีวิต เช่น แมลง ปลวก มอด ทำให้ไม้เสียหาย รวมทั้งการผุเนื่องจากสาเหตุต่างๆ ดังต่อไปนี้

1 ทางชีววิทยา เช่น เชื้อแบคทีเรีย รา มอด ปลวก แมลง เพรียง

2 ทางฟิสิกส์ เช่น การแตกร้าว บิด งอ เนื่องจากความชื้นหรือเนื่องจากดินฟ้าอากาศเปลี่ยนแปลง

3 ทางกล เช่น การถูกเหยียบย่ำ การกระแทกหรือหักพังเนื่องจากการใช้น้ำหนัก การสึกหรอตามธรรมชาติ

4 ทางเคมี เช่น ถูกกรด สารละลาย ค่าง ทำให้เสื่อมคุณภาพ

รายละเอียดของสาเหตุที่ทำให้เกิดความเสียหายในเนื้อไม้ มีดังนี้

### 3.4.1 ทางชีววิทยา

ไม้ที่ใช้งานบางชนิดอาจเสียหายจากเหตุหลายๆ ข้อพร้อมกันเลยก็ได้ เช่น ไม้หอมวางรถไฟอาจสึกหรอและในขณะเดียวกันก็มีเห็ดราขึ้นได้ สาเหตุทางชีววิทยานั้นเป็นสาเหตุใหญ่ที่ทำให้ทำลายเนื้อไม้ให้เสียไป การใช้ตัวยารักษาเนื้อไม้จึงเป็นการป้องกันที่ตรงกับสาเหตุ

สิ่งที่มีชีวิตอาจทำลายเนื้อไม้เพื่อเป็นที่อยู่อาศัยหรือทำลายเนื้อไม้เพื่อเป็นอาหาร เช่น นกเจาะไม้ รา ทั้งราและแบคทีเรียที่อาศัยอยู่ในเนื้อไม้หลายสิบชนิดด้วยกัน มีทั้งพวกที่กินเซลล์ที่ประกอบเป็นเนื้อไม้ และกินเฉพาะอาหารที่อยู่ในเซลล์ ราแต่ละพันธุ์มีวิธีการและความรุนแรงในการทำลายเนื้อไม้ต่างกัน ราที่ทำลายเซลล์เนื้อไม้เป็นต้นเหตุใหญ่ที่ทำให้ไม้ผุพังเสียหาย นับว่าเป็นราพวกที่ร้ายแรงที่สุดและมีมากที่สุดด้วย ราชนิดอื่นอาจเป็นเพียงทำให้ไม้เนื้อค่างหรือผิวไม้เสียไปแต่ไม่ทำให้เสียกำลัง

ไม้ผุได้ก็เนื่องจากเห็ดราชนิดที่เข้าทำลายโดยใช้เซลล์ในเนื้อไม้เป็นอาหาร ส่วนที่ผุคือส่วนที่ทำให้เนื้อไม้เปลี่ยนคุณภาพ

#### เชื้อรา

เป็นพืชชั้นต่ำ กินอาหาร โดยอวัยวะที่มีลักษณะเป็นฝอยเล็กๆ คล้ายรากไม้ เมื่อเชื้อรา ปลูกไปตกบนผิวที่อับชื้น มีอุณหภูมิพอเหมาะ ก็ส่งฝอยเล็กๆ นี้เข้าไปในเนื้อไม้โดยตรง โดยการปล่อยน้ำย่อยออกมาย่อยผนังเซลล์ให้เปลี่ยนสภาพเป็นอาหารของมันเปรียบเทียบกับเหมือนกับการที่เราจะแผ่นเหล็กด้วยไฟแก๊สแล้วเนื้อไม้จะละลายออกมา ส่วนที่เหลืออยู่ก็เป็นไม้ที่เสื่อมคุณภาพแล้ว มีลักษณะเปื่อย ยุ่ยเป็นขุย

เมื่อเห็ดรามีอาหารเพียงพอจน โตเต็มที่ก็สืบพันธุ์ใหม่โดยมีดอกเห็ดงอกออกมาบนผิวไม้แล้วดอกเห็ดก็จะปล่อยเมล็ดพันธุ์เล็กๆ ปลูกไปตามลหรือลอยไปตามน้ำ หรือติดไปกับตัวแมลง เมื่อไปตกบนไม้อื่นที่มีความชื้นความร้อนพอเหมาะสมก็จะทำให้ไม้ชิ้นนั้นเกิดการผุพังขึ้นมาอีก

ราชนิดที่กินเฉพาะอาหารในเซลล์แต่ไม่กินเนื้อไม้ มีการปฏิบัติทำนองเดียวกันแต่ไม่เจาะเข้าโดยตรง คงเข้าไปตามรูที่เนื้อไม้มีอยู่แล้วตามธรรมชาติ จึงไม่มีอันตรายและไม่ทำให้ไม้ผุ มีแต่ทำให้ไม้เปลี่ยนสี เป็นจุด เป็นขน แต่อาจเป็นชนวนให้ราอื่นๆ เข้าทำลายไม้ได้

ไม้ทุกชิ้นที่กำลังใช้งานอยู่ในขณะนี้ ถ้าไม่ได้รับการป้องกันด้วยยารักษาเนื้อไม้แล้ว ย่อมมีเห็ดราที่กำลังทำงานอยู่เงียบๆ ณ ที่ใดที่หนึ่งที่มีสภาพเหมาะสม เช่น ส่วนที่อยู่ติดดิน ชายคา หรือซอกมุมอับที่ไม่มีกระแสลม ราวในระยะแรกจะไม่ปรากฏให้เห็นได้จากภายนอก ไม้ที่เห็นว่าผุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วนั้นเป็นระยะการทำงานระยะสุดท้ายของมันคือเมื่อไม้ได้แปรสภาพเป็นอย่างอื่นจนใช้ไม่ได้อีกต่อไปแล้ว

รานั้นนอกจากจะต้องการอาหารจากเนื้อไม้แล้ว ยังต้องการสิ่งที่ช่วยในการเจริญเติบโตของมันอีกคือ อากาศ อุณหภูมิที่เหมาะสม และความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อไม้ ไม้ที่จมน้ำจะไม่ผุเพราะไม่มีอากาศ และไม้ซึ่งมีความชื้นต่ำกว่า 16 % จะไม่ผุเช่นกันเพราะไม่มีความชื้นเพียงพอที่จะช่วยการเจริญเติบโตของรา การผุชนิด ผุแห้ง นั้นเกิดขึ้นในไม้ที่มีความชื้นต่ำ บางชนิดก็ผุเพราะราสามารถหาความชื้นจากภายนอกเข้าไปช่วยการผุภายในเนื้อไม้ได้ ไม้ที่อยู่ในที่ร้อนแต่ชื้น จะผุได้เร็วกว่าไม้ที่อยู่ในที่อากาศเย็นแต่แห้ง

### แบคทีเรีย

เป็นพวกที่ไม่สำคัญในการทำให้ไม้ผุ คือแบคทีเรียจะกินอาหารต่างๆ บนผิวไม้ บางชนิดกินเนื้อไม้ด้วย แต่เป็นการกินจากภายนอกเข้าไป ซึ่งจะทำให้ไม้กร่อนจนไม้ใช้การไม่ได้ในที่สุด โดยเฉพาะในไม้ที่อยู่ในที่ซึ่งชื้นและอยู่เสมอ

### ปลวก

เป็นแมลงที่ทำลายไม้อย่างรุนแรงและรู้จักกันอย่างแพร่หลายที่สุด ในปัจจุบันมีปลวกประมาณ 2,000 กว่าชนิด ปลวกมีชีวิตอยู่ได้โดยอาศัยเนื้อไม้เป็นอาหารหลัก ปลวกขยายพันธุ์ได้รวดเร็วมาก สามารถวางไข่ในอัตราเฉลี่ย 1 ฟองต่อ 2 วินาทีหรือ 15 ล้านตัวใน 1 ปี ปกติแล้วปลวกจะไม่มีปีกเกือบตลอดปี แต่ในช่วงเวลาหนึ่งซึ่งเป็นช่วงผสมพันธุ์ปลวกจะมีปีกเจริญเติบโตนั้นคือแมลงเม่า ออกบินผสมพันธุ์ หลังจากนั้นมันจะสลัดปีกทิ้งกลายเป็นปลวกซึ่งจะบุกรุกเข้าทำลายอาคารบ้านเรือนหรือสิ่งก่อสร้างต่างๆ ตลอด 24 ชั่วโมง ในแต่ละปีปลวกทำลายทรัพย์สินมีมูลค่ามหาศาล ปลวกที่มีอันตรายมากคือปลวกใต้ดิน

ปลวกที่เป็นอันตรายมี 2 ชนิด คือ ปลวกใต้ดิน (Subterranean Termites) ซึ่งทำความเสียหายให้แก่อาคารมากที่สุด เข้าสู่อาคารโดยมาทางใต้ดิน การป้องกันและกำจัดปลวกชนิดนี้ ทำโดยราดน้ำยาเคมีกันระหว่างพื้นดินกับตัวอาคารเพื่อตัดทางลำเลียงอาหารของปลวก ปลวกอีกชนิดหนึ่งคือ ปลวกไม้แห้ง (Dry Wood Termites) จะทำความเสียหายต่อโครงหลังคาบ้าน ครัวฝ้าเพดานมากที่สุด เข้าสู่อาคารโดยทางอากาศ (คือแมลงเม่า) และไข่ที่ติดมากับไม้ การป้องกันและกำจัดทำโดยทาหรือเคลือบสารเคมีลงบนทุกส่วนของบ้านที่เป็นไม้

### แมลงต่างๆ

มีแมลงปีกแข็งขนาดเล็กอีกหลายชนิดที่ชอบเจาะรูเข้าไปในเนื้อไม้เพื่อกินอาหารจำพวกแป้ง มักเรียกแมลงพวกนี้รวม ๆ กันว่า มอด บางพันธุ์มีอยู่ทั้งในแถบร้อนและอบอุ่น การใช้ไม้ที่อบน้ำยาแล้วจะป้องกันแมลง ปลวก รา ได้อย่างเด็ดขาด มอดเป็นแมลงปีกแข็งตัวเล็ก ๆ ที่ทำลายไม้ปลูกสร้าง ผิดกับปลวกตรงที่มุ่งใช้แป้งในเนื้อไม้เป็นอาหาร ไม้จึงไม่เสียหายทั้งท่อนทั้งแผ่น

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างปลวกซึ่งกินเนื้อไม้ด้วย มอดบางพันธุ์เจาะไม้ตั้งแต่ไม้ยังยืนต้นอยู่ในป่า เช่น มอดป่า (Ambrosia) เมื่อนำไม้มาแปรรูปแล้วก็จะเห็นมีรูมอดที่อาศัยอยู่ในเนื้อไม้และกินราชนิดหนึ่งเป็นอาหาร มันนำราชนิดนี้เข้าไปขยายพันธุ์ในรูที่มันเจาะไว้นั่นเอง

ชนิดที่กินแป้งในไม้คือ มอดขี้ขุย (Powder-Post) แมลงพวกนี้ชอบทำลายไม้ที่มีแป้งมาก ส่วนที่ไม่ย่อยก็เหลือเป็นฝุ่นหล่นออกมาภายนอก เมื่ออาศัยอยู่ในไม้จนครบวงจร ตัวแก่จึงออกหาที่อยู่ใหม่

มอดอีกชนิดหนึ่งชอบเจาะไม้ที่สุเพราะเชื้อราแล้วคือ มอดเจาะเรือน (Death-Watch) มีขนาดใหญ่กว่ามอดที่กล่าวมาแล้ว การกินไม้ของมันนั้นมันอาจไม่ต้องการเซลลูโลสโดยตรง แต่ใช้กากของเซลลูโลสเป็นอาหาร มีกากอาหารเป็นก้อนกลมเล็กทิ้งไว้ตามรูที่มันอยู่

### เพรียง

เพรียงเป็นสัตว์ที่ทำลายไม้ที่ใช้งานอยู่ในน้ำ สัตว์พวกนี้มีอยู่แถบชายทะเลปากอ่าวหรือปากน้ำทั่วโลก โดยเฉพาะในแถบร้อน ไม่มีไม้ชนิดใดที่เพรียงไม่กิน นอกจากจะเรียกว่าทนเพรียงได้มากน้อยกว่ากันเท่าใดเท่านั้น

เพรียงมีที่มาจากสัตว์ 2 จำพวกด้วยกัน แต่ละพวกยังมีหลายพันธุ์ซึ่งลักษณะคล้ายคลึงกัน พวกหนึ่งเป็นจำพวกหอยซึ่งมีลักษณะประจำตัวอยู่ที่มีตัวอ่อนนุ่ม มีเปลือกแข็งเป็นฝาหุ้มตัว 2 ฝา แต่เพรียงชนิดนี้ใช้ไม้เป็นเครื่องหุ้มห่ออีกชั้นหนึ่ง ฝาคลายสภาพเป็นอวัยวะเล็ก ๆ เหมือนฟันทำหน้าที่กัดไม้ให้เป็นรูเพื่อเข้าไปอาศัยและเจริญเติบโตในรูนั้นตลอดชีวิต ไม่ออกมาอีก โผล่ตอนทำขออกมากปากรูเพื่อดูน้ำซึ่งมีตัวแพลงก์ตอนเป็นอาหาร ตอนหัวทำหน้าที่กัดไม้ลึกเข้าไป เมื่อตัวมันยาวขึ้น ๆ จึงมีลักษณะเป็นไส้เดือนตัวยาวอยู่ในไม้ บางพันธุ์มีลักษณะเป็นเหมือนหอยคือมีฝาหุ้มตลอดตัว เมื่อเข้าไปอยู่ในไม้แล้วก็จะเติบโตอยู่ในนั้นโดยทำรูให้โตขึ้นตามตัวของมัน อาหารคือแพลงก์ตอนและเนื้อไม้เล็กน้อย

เพรียงส่วนใหญ่อยู่ในน้ำเค็ม แต่ละชนิดทนน้ำจืดได้ไม่เท่ากัน น้ำสกปรกที่มีของเสียเช่นน้ำทิ้งจากโรงงานจะไม่มีเพรียงอาศัยอยู่

### 3.4.2 ทางฟิสิกส์

ไม้ผุที่เกิดจากความเสียหายทางฟิสิกส์ จะมีลักษณะดังต่อไปนี้

#### รอยร้าว (Shake)

เป็นรอยแยกในไม้ตามเสี้ยนและตามแนววงปี ส่วนใหญ่ที่เห็นได้ชัดเจนคือระหว่างวงอกประจำปีต่อกัน รอยแตกขนานกับวงอกประจำปีนี้เกิดขึ้นในขณะที่ต้นไม้ยังยืนต้นอยู่และในขณะที่วงอกประจำปีใหม่ยังไม่ประสานกันดี แล้วถูกลมพายุโยกต้นไม้ขึ้นไปมาจึงให้เกิดรอยแตกขึ้น

### รอยปริ (Check)

หมายถึงรอยแยกเล็กๆ ตามแนวเสี้ยนและแนวรัศมีของไม้แปรรูปแต่ไม่ลึกจนถึงด้านตรงข้ามหรือด้านข้างเคียง รอยปริส่วนมากเกิดขวางวงรอบประจำปีของต้นไม้ การแตกอื่นๆ มักเกิดจากการหดตัวในทิศทางต่างๆ ของไม้ เช่น หดในทางรัศมี ในทางเส้นรอบวงและในส่วนไม้ข้างเคียงที่มีความชื้นไม่เท่ากัน รอยปริอาจแยกออกได้หลายชนิด เช่นรอยปริที่ปลายของท่อนไม้ (End Check) รอยปริที่ดั้งต้นจากส่วนที่ใกล้ใจและลามไปยังผิวไม้ (Heart Check) รอยปริจากผิวด้านนอกเข้าไปภายในต้นไม้ (Surface Check) รอยปริแตกจากผิวด้านหน้าเข้าภายในและทะลุไปอีกด้านหนึ่ง (Through Check)

รอยปริทำให้ไม้เสียกำลังทางแนวตรงเช่นเดียวกับรอยร้าว การแตกแคบๆ หรือแตกทางนอกที่ผิวของไม้เพียงเล็กน้อยจะไม่มีผลในเรื่องของกานที่มีเสี้ยนตรง รอยปริมักจะปรากฏเสมอในไม้ใหญ่ๆ และเป็นการยากที่จะป้องกันได้ ส่วนมากรอยปริจะปรากฏขึ้นที่ปลายไม้ก่อน การเริ่มต้นปริที่ปลายไม้อาจแก้ไขโดยใช้ไม้ขนาดเล็กติดตะปูติดเสี้ยน หรือใช้ของเหลวทา

### ตา (Knot)

เป็นส่วนของกิ่งซึ่งต่อเนื่องกับลำต้น ส่วนตาจะทำให้ทิศทางและแนวของเสี้ยนสะกดลง ความสำคัญของตาขึ้นอยู่กับขนาด ตำแหน่งที่ รูปลักษณะของไม้ที่จะใช้ ถ้าตาแข็งจะทำให้ทำงานลำบาก อาจเป็นสาเหตุให้บิคงได้ ผลเสียในทางรับแรงกดมีน้อยกว่าแรงดึง ดังนั้นถ้าไม้เสามีตาอาจยังใช้ได้ แต่คานที่มีตาทางด้านข้างไม่ควรใช้ มีการทดสอบปรากฏว่าไม้ที่มีตาโต  $\frac{1}{4}$  ของความลึกของคานทางด้านที่รับแรงดึง จะทำให้กำลังของคานลดลงไปถึง 25 %

### บิด (Twist)

หมายถึงการเสียรูปของไม้แปรรูปโดยการบิดเป็นเกลียว เนื่องจากไม้เสี้ยนความชื้นมักเกิดในไม้ที่มีแนวเสี้ยนไม่สม่ำเสมอ อาจมีโค้งหรือโค้งรวมด้วย อย่างใดอย่างหนึ่งหรือทั้งสองอย่างก็ได้ ไม้ชนิดนี้ไม่เหมาะที่จะนำมาใช้ในการก่อสร้าง

### เบี้ยว (Diamond)

หมายถึงการเสียรูปของไม้อันเนื่องมาจากการที่ไม้เสี้ยนความชื้นไป ทำให้การได้มุมฉากของด้านที่ต่อเนื่องของไม้แปรรูปต้องเสียไป เห็นได้ชัดทางด้านตัดขวาง

### โค้ง (Spring)

หมายถึงการเสียรูปของไม้แปรรูปจากการโค้งตัวตามความยาวของแผ่น มองเห็นได้จากทางด้านกว้าง

### 3.4.3 ทางกล

ไม้ที่เสียหายทางกลอาจเนื่องจากการสึกหรอ เช่น บันไดของอาคารสถานที่ต่างๆ ที่ใช้มานานแล้วอาจจะถูกเสียดสีจากรองเท้าทุกๆวันทำให้สึกกร่อน บางส่วนของอาคารอาจพังเนื่องจากการใช้น้ำหนักบรรทุกมากหรือกระทบกระแทก

### 3.4.4 ทางเคมี

ไม้ที่ใช้ในที่ที่ไม่เหมาะสม อาจไม่สามารถทนต่อกรดหรือด่าง หรือสารละลายอื่นๆ ได้ เช่น การใช้ไม้ทำผิวบนของเคาน์เตอร์ในห้องปฏิบัติการทางเคมี การใช้ไม้กรุฝ้าในห้องน้ำซึ่งอาจเสียหายได้ง่าย อาจป้องกันโดยทาผิวด้วยสารพิเศษหรือน้ำมันเคลือบเนื้อไม้เพื่อรักษาไม้ให้คงทน



## ตอนที่ 4

# การแปรรูปไม้

### 4.1 การทำไม้แปรรูป

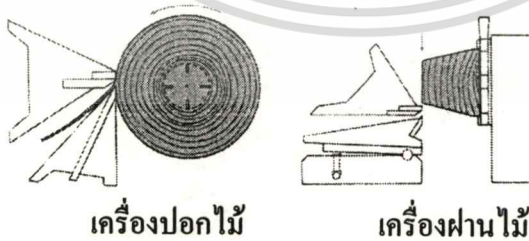
การทำไม้แปรรูป เริ่มต้นด้วยการทำไม้ให้เป็นซุงก่อน โดยการตัดต้นไม้ให้เป็นท่อน แล้วนำเข้าไปตัดซอยที่โรงเลื่อย (Sawmill) มีวิธีการทำแตกต่างกันไปตามภูมิประเทศ จุดที่นำซุงมารวมกันไว้ เรียก Skidway จะอยู่ในแหล่งที่อยู่ริมแม่น้ำหรือทะเลสาป ใกล้กับฝั่งทะเลเป็นแนวยาวไปข้างรางรถไฟ หรือใกล้ถนนที่สามารถขนโดยรถไฟได้ การเคลื่อนย้ายท่อนซุงไปรวมกันเป็นกรรมวิธีซึ่งเปลี่ยนแปลงตามสถานที่ ในสถานที่บนภูเขาควรทำโดย Cable และมักใช้ร่วมกับรถแทรกเตอร์ (Crawler tractor) หรือใช้ซุงลากซุงออกมาจากป่า เช่นการทำไม้ทางภาคเหนือของประเทศไทย

ในเส้นทางที่จะนำซุงเข้าสู่โรงงาน จะต้องผ่านการปอกเปลือก ทำการล้างผิวให้สะอาด ชั้นต้นจะเลื่อยหัวซุงก่อน ซุงจะถูกซอยออกเป็นแผ่น (Boards) หรือ ไม้กระดาน มีความหนาและความยาวตามขนาดที่เหมาะสมกับงานที่จะใช้ขนาดของหน้าไม้ต่อไป

### 4.2 การกานไม้

เป็นการฝั่งไม้ชนิดหนึ่งที่ทำให้ต้นไม้แห้งก่อนการตัด ซึ่งทำโดยการควั่นรอบๆ ลำต้น โดยควั่นเอาเปลือกและกระพือออกก่อนเวลาที่จะตัดไม้ประมาณ 1 ปี การควั่นนั้นถ้าไม่ทำรอบลำต้น ต้นไม้ก็จะยังไม่ตายและจะสามารถส่งเซลล์มาเยียวยารักษาแผลที่ควั่นไว้ให้ดีขึ้นมาได้

### 4.3 การปอกไม้ หรือการฝานไม้

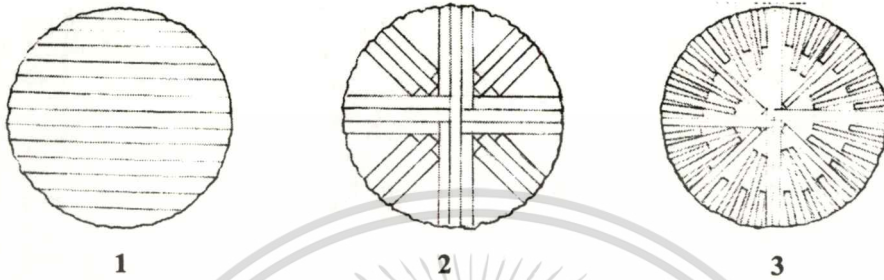


ภาพที่ ง.4 แสดงลักษณะเครื่องปอกไม้และเครื่องฝานไม้

การปอกไม้ หรือการฝานไม้เป็นวิธีการทำไม้ให้เป็นแผ่นบาง (Veneer) การใช้เครื่องปอกหรือเครื่องฝาน จะได้ลวดลายของไม้แตกต่างกัน เครื่องปอกมักใช้กับไม้ยางและไม้ทั่วๆ ไป เครื่องฝานจะใช้กับไม้สักหรือไม้คัดลายเช่น ไม้ยมหิน มะปิ่น จำปา การปอกหรือฝานไม้ท่อนให้เป็นแผ่นการค้ำไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้แผ่นบาง ซึ่งมีความหนาบางเท่าใด สามารถปรับที่เครื่องปอกหรือเครื่องผานได้ตามต้องการ ซึ่งไม้ที่ได้จากการปอกหรือผานนี้จะต้องนำไปเข้าเครื่องอบ (Dryer) ให้มีความชื้นในเนื้อไม้ที่เหมาะสมเพื่อป้องกันไม้ยืดหดตัว ใช้สำหรับการทำไม้อัด (Plywood) หรือบางที่เรียกว่า ไม้อัดสลับชั้น

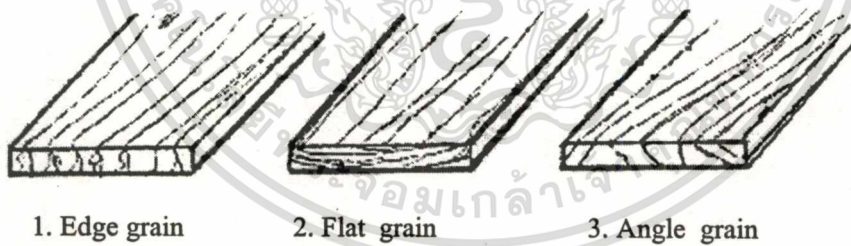
#### 4.4 การเลื่อยไม้เพื่อแปรรูป



ภาพที่ ๔.5 แสดงลักษณะการเลื่อยไม้เพื่อแปรรูป

1. การเลื่อยแบบผ่าขนาน (Cutting Through & Through, Plain - Sawing)
2. การเลื่อยแบบผ่าสี่ (Quarter - Sawing)
3. การเลื่อยแบบอเมริกันผ่าสี่ (American Quarter - Sawing)

#### 4.5 ลักษณะลายไม้ที่เกิดขึ้นกับไม้ที่ผ่านการแปรรูปแล้ว



ภาพที่ ๔.6 แสดงลักษณะลายไม้

ในเรื่องของลายไม้ (Grain) โดยการกล่าวทั่วไป ควรจะได้อ้างอิงถึงชั้นของไม้แผ่น (Board) ปรากฏมีลายชั้นที่ผิวลักษณะแตกต่างกันไป นอกจากนี้จะพบลายของไม้ที่เกิดขึ้นที่หัวของไม้แผ่น ซึ่งก็คือวงรอบประจำปีที่ถูกขอยออกมาโดยเด่นชัด คำว่า “Edge Grain”, “Flat Grain”, และ “Angle Grain” เป็นลักษณะของการขอยไม้ในส่วนต่างๆ ของท่อนซุง (ดูรูปประกอบ)

เมื่อทำการขอยไม้จากท่อนซุง ซึ่งอ้างอิงวงรอบประจำปีทางหัวไม้ จะวิ่งทำฉากกับผิวหน้าไม้ของไม้แผ่น เราก็มักเรียกว่า Edge Grain ในไม้เนื้ออ่อน แต่ถ้าเป็นไม้เนื้อแข็ง เราเรียกว่า Quarter Sawed เมื่อวงรอบประจำปีที่หัวไม้วิ่งลายขนานหรือเกือบขนานกับผิวแผ่นไม้ เราอาจกล่าวได้ว่า เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นพวก Flat Grain ในการเรียกกับไม้เนื้ออ่อน แต่ในไม้เนื้อแข็ง เรียก Plain sawed หรือขณะเดียวกันถ้าทำการซอยให้วงรอบประจำปีทำมุมประมาณ 45 องศา กับผิวหน้าไม้แผ่น ขึ้นไม้นี้ถูกเรียกว่าเป็นชนิด Angle Grain เป็นต้น

#### 4.6 มาตรฐานไม้แปรรูป

มาตรฐานของไม้แปรรูปนั้น มีมิติ (ขนาด) เป็นมิลลิเมตร ซึ่งกำหนดตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม หรือมอก.41-2525 ดังนี้

##### 1. ขนาด

ไม้แปรรูปตามมาตรฐานนี้มีขนาดดังต่อไปนี้

ความหนา : 12, 16, 19, 22, 25, 32, 38, 44, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 138, 150 และ 200 มิลลิเมตร

ความกว้าง : 25, 38, 50, 63, 75, 88, 100, 113, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 275, 300, 350 และ 400 มิลลิเมตร (ยกเว้น ไม้สักเหลี่ยม ให้ถือตามขนาด ไม้สักเหลี่ยมแปรรูป มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ไม้สักแปรรูปมาตรฐานเลขที่ มอก.422)

ความยาว : สำหรับ ไม้สัก เริ่มตั้งแต่ 0.30 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.15 เมตร ส่วนของ ไม้กระยาเลย เริ่มตั้งแต่ 0.30 เมตร และให้มีความยาวเพิ่มขึ้นช่วงละ 0.30 เมตร

##### 2. การเรียกชื่อขนาด

ให้เรียกชื่อขนาดไม้เรียงลำดับดังนี้

ความหนา x ความกว้าง x ความยาว

##### 3. การแปรรูป

ต้องแปรรูปให้ส่วนยาวของไม้แปรรูป ขนานกับความยาวของท่อนซุง ด้านทั้ง 4 ด้านต้องเรียบแนวเส้นตรง มีขนาดสม่ำเสมอกันตลอดความยาวของแผ่น และภาคตัดขวางหัวท้ายต้องเป็นสี่เหลี่ยมมุมฉาก

## ตอนที่ 5

# การป้องกันรักษาเนื้อไม้และการทำให้ไม้ทนไฟ

### 5.1 การป้องกันรักษาเนื้อไม้

น้ำมันหรือสารต่างๆ ที่ใช้ในการรักษาเนื้อไม้เพื่อให้คงทนหรือเป็นพิษต่อแมลงมีหลายชนิดด้วยกัน ซึ่งการเลือกใช้นั้นต้องแล้วแต่ความเหมาะสมในการทำงานของไม้ชิ้นๆ น้ำมันหรือสารเคมีดังกล่าวมีต่อไปนี้เป็น

#### 5.1.1 ครีโอสตผสมน้ำมันดินถ่านหิน (Coal-Tar Creosote)

เป็นสีดาหรือสีน้ำตาล ได้มาจากการกลั่นน้ำมันดิบถ่านหิน ซึ่งใช้มากที่สุดในการรักษาเนื้อไม้ ผลดีก็คือ

1. เป็นสารที่เป็นพิษต่อราและแมลงต่างๆ
2. ไม่ละลายน้ำง่าย
3. ง่ายในการใช้
4. สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดี
5. หาได้ง่ายและราคาถูก

ครีโอสตมีกลิ่นเหม็น อาจไม่เหมาะสำหรับทาอาคารที่พักอาศัย แต่ใช้ทาตัวไม้ที่ได้ดูแลโคนเสาได้ บางครั้งจะกัดผิวหนัง ชื่อที่เป็นสินค้าคือ โซลิกนัม ซึ่งปัจจุบันมีหลายสีด้วยกัน และมีชนิดสีใสด้วย

#### 5.1.2 น้ำมันปิโตรเลียม (Petroleum)

หรือน้ำมันเครื่องเก่าๆ ก็ได้ น้ำมันปิโตรเลียมอย่างคิมใช้ทาไม้กันตัวสัตว์ กันฟูได้ เช่น ในการทาไม้หมอนทางรถไฟ ใช้น้ำมันครีโอสต 50% ผสมน้ำมันปิโตรเลียม 50% ทำให้ทาง่ายเข้าและลดการเกิดอันตรายแก่ผิวหนัง

#### 5.1.3 ซิงค์คลอไรด์ (Zinc Chloride)

เป็นผงสีขาว ละลายสะดวกในน้ำร้อน เป็นสารที่ใช้ทาไม้ที่ใช้กันมากในสหรัฐอเมริกา ข้อดีของสารนี้คือ ราคาถูก หาได้ง่าย คุณภาพสม่ำเสมอ สะอาด ทำให้ไม้จับสีได้ดีขึ้น ไม่มีกลิ่น ไม่มีอันตรายจากอหิวาต์ ขนส่งได้ง่าย ส่วนข้อเสียของสารนี้ก็คือ ละลายในน้ำ ฉะนั้นจึงใช้ในที่เปียกชื้นไม่ได้ อีกประการหนึ่งคือเมื่อทาไปแล้ว หลังจากแห้งลงไม้อาจหดลงมา ผลที่ได้รับเพิ่มขึ้นคือจะทำให้ไม้ทนไฟได้มากกว่าเดิม

#### 5.1.4 โซเดียมฟลูออไรด์ (Sodium Fluoride)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารนี้เป็นผลึกสีขาว เคยใช้ทาร์กษาเนื้อไม้ในแถบประเทศยุโรปมานานแล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งไม้ที่ใช้ในเหมืองแร่ ในสหรัฐอเมริกาใช้ทาไม้หมอนรางรถไฟตั้งแต่ปี พ.ศ. 2457 เป็นสารที่หาได้ง่าย ใช้ทาร์กษาเนื้อไม้ได้ดี คุณภาพทั้งที่ดีและเสียเหมือนกับซิงค์คลอไรด์ แต่ที่ต่างกันมากก็คือ ราคาสูงกว่าซิงค์คลอไรด์ประมาณ 2 เท่า

#### 5.1.5 อาร์ซีนิกหรือสารหนู (Arsenic)

จะใช้สารหนูอย่างเดียวหรือใช้ผสมกับสารอื่นๆก็ได้ สารนี้ใช้ทาร์กษาเนื้อไม้ได้ผลดีมาเป็นเวลานาน เป็นพิษต่อแมลงต่างๆ และรา แต่มีการค้นพบว่าบางครั้งเมื่อทาสารนี้แล้วจะแปรเป็นแก๊สซึ่งอาจเป็นอันตรายแก่สุขภาพของผู้อยู่อาศัยในอาคารนั้นๆ ได้

#### 5.1.6 คอปเปอร์ซัลเฟตหรือจุนลี (Coppers Sulphate)

เป็นก้อนสีฟ้า ใช้ทาร์กษาเนื้อไม้ในประเทศแถบยุโรปมานานปี ป้องกันการผุของไม้ได้ดี คุณภาพเท่าๆ กับซิงค์คลอไรด์หรือโซเดียมฟลูออไรด์ ข้อเสียของสารนี้ก็คือกัดเหล็กซึ่งอาจอยู่ในสิ่งก่อสร้าง เช่น ตะปู บานพับ เหล็กฉาก

#### 5.1.7 เมอคิวริกคลอไรด์ (Mercuric Chloride)

เป็นผงสีขาวที่เป็นพิษ ใช้ได้ผลดี ทำให้ไม้ทนแต่มีราคาสูงและเป็นอันตราย ทำให้โลหะเป็นสนิม แต่ในปัจจุบันยังมีใช้บ้างในยุโรปซึ่งใช้โดยไม่ผสมกับสารอื่น ส่วนในสหรัฐอเมริกาใช้ผสมกับโซเดียมฟลูออไรด์

#### 5.1.8 ผลิตภัณฑ์รักษาเนื้อไม้

เช่น สารที่ใช้กำจัดปลวกโดยเฉพาะ เช่น เซลล์โครท์ ของบริษัทเซลล์ หรือผลิตภัณฑ์ในชื่ออื่นๆ

#### 5.1.9 สีน้ำมัน (Oil Paint)

ใช้ทาป้องกันผิวของเนื้อไม้ให้ทนต่อแดด ฝน พายุ ความชื้น หรืออื่นๆ ซึ่งส่วนมากจะมีอายุการใช้งานประมาณ 5-7 ปี ก็จะหลุดออกจากผิวโดยร้อนออกมาจากเนื้อไม้

#### 5.1.10 น้ำมันรักษาเนื้อไม้

เช่น พวก เซลลูลิก แล็กเกอร์ ซึ่งส่วนมากใช้ทาไม้ซึ่งใช้ภายในอาคาร น้ำมันวานิช (Vanish) ใช้ทางภายนอก หรือน้ำมันรักษาผิวไม้ยี่ห้อต่างๆ

### 5.2 การทำให้น้ำยารักษาเนื้อไม้เข้าไปในเนื้อไม้

การที่จะให้ไม้มีสารหรือน้ำยารักษาเนื้อไม้ไปอยู่ในเนื้อไม้นั้น แบ่งอย่างกว้างๆ ได้ 2 วิธีคือ

#### 5.2.1 ปลอຍให้น้ำยาซึมเข้าไปในเนื้อไม้ตามธรรมชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้แก่การทาด้วยแปรง พ่น หรือ นำไม้จุ่มหรือแช่ลงไปใต้น้ำยา ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษ แต่ได้ผลน้อย น้ำยาที่ใช้ควรเป็นชนิดที่มีการดูดซึมได้รวดเร็ว เช่น สารละลายประเภทระเหยเร็วซึ่งมักผสมสำเร็จบรรจุกระป๋องมาจำหน่าย เช่น โซลิกนัม ถ้าเป็นประเภทน้ำมัน ควรมีการอุ่นให้ร้อนด้วยเพื่อไล่อากาศออกจากเนื้อไม้ น้ำยาจะได้ซึมเข้าไปได้มากขึ้น

### 5.2.2 ใช้ความดัน

การใช้ความดันก็เพื่อช่วยให้น้ำยาเข้าไปในเนื้อไม้ได้ลึกและทั่วถึงภายในเวลาอันรวดเร็ว ไม้ก่อสร้างธรรมดาที่น้ำยาสามารถซึมเข้าไปได้เกือบถึงใจกลางไม้ ซึ่งเป็นการป้องกันแมลงได้ดีที่สุด การใช้ความดันนี้มีหลายวิธี ซึ่งต้องใช้เครื่องมือพิเศษเข้าช่วย แต่มักจะเริ่มด้วยการเอาไม้เข้าไปในท่อเหล็กซึ่งสามารถปิดประตูได้มิดชิด แล้วสูบลมออก อากาศในเนื้อไม้จะออกมา แล้วจึงปล่อยน้ำยาเข้าไปในท่อเหล็กซึ่งขณะนี้เป็ยสูญญากาศ และยังใช้แรงดันน้ำยาเข้าไปอีกด้วย การสูบลมออกดันน้ำยาเข้าไปนี้ใช้เวลาประมาณ 2-3 ชั่วโมง ไม้ที่อัดน้ำยาดังวิธีนี้เรียกว่า ไม้อัดน้ำยา

วิธีธรรมชาติ ในข้อแรกเหมาะสำหรับงานเล็กน้อยในบ้านหรือผู้ที่อยู่ไกลไม่สะดวกที่จะหาไม้อัดน้ำยาจากโรงงานได้ ข้อที่ควรจำก็คือ จะต้องอัดน้ำยาไม้ก่อนที่จะนำไปใช้งานจึงจะได้รับผลดี การใช้น้ำยาทารักษา ไม้ภายหลังการปลูกสร้างหรือติดตั้งแล้วนั้นเป็นการป้องกันอย่างผิวเผินและสิ้นเปลืองมากกว่า ไม้บางชนิดที่ทนทานอยู่แล้วเช่น ไม้เต็ง ไม้รัง ไม้แดง ไม้มะค่า ไม้สัก ก็ไม่จำเป็นต้องอบน้ำยาไม้ที่อัดน้ำยาแล้วนั้นจะมีความทนทานมากขึ้นกว่าไม้ที่ไม่ได้อัดน้ำยา

### 5.3 การทำให้ไม้ทนไฟ

การทำให้ไม้ทนไฟนั้น มิได้หมายความว่า จะไม่ให้ไฟไหม้ ไม้ไหม้ไฟ แต่หมายถึงให้ยืดยาวในการติดไฟของไม้นั้นออกไป ซึ่งมีทั้งการทาและการอัดสารบางชนิดเข้าไปในเนื้อไม้ สีซึ่งใช้ทา กันไฟมีชนิดต่างๆกัน เมื่อทาแล้วสีจะจับกับเนื้อไม้ โดยมากเป็นพวกโซเดียมซิลิเคต สีน้าปูน ตามปกติจะไม่เหมาะสำหรับทาภายนอกอาคารเพราะจะไม่ทน อาจถูกชะล้างออกไปได้ในเวลาไม่นาน เหมาะสำหรับใช้กับตัวไม้ที่อยู่ภายในอาคาร การทาหนาๆจะช่วยกันไฟได้มาก

วิธีการอัดน้ำยาเข้าไปในเนื้อไม้ ดำเนินการตามลำดับขั้นตอนเช่นเดียวกับการอัดน้ำยาไม้ ตามที่ได้กล่าวมาแล้ว สารกันไฟที่อัดเข้าไปในเนื้อไม้มีดังต่อไปนี้

1. ไคอะเบสิกและ โมโนเบสิกฟอสเฟตของแอมโมเนีย
2. อะลูมินัมซัลเฟต
3. แอมโมเนียมโบรไมด์
4. แอมโมเนียมคลอไรด์
5. กรดบอริก
6. แมกนีเซียมคลอไรด์

## ตอนที่ 6

# การฝังไม้หรือการอบไม้

### 6.1 ข้อดีของไม้ที่ฝังหรืออบแห้งแล้ว

ผลดีของ ไม้ที่ฝังหรืออบแห้งแล้วมีดังนี้

1. บรรเทาการหดยึดและป้องกันการแตก บิด อันเกิดเนื่องมาจากการหดหรือยึดนั้น
2. ทำให้ทนทาน เรียบร้อย ประหยัดค่าบำรุงซ่อมแซมเพราะการฝังจะกำจัดเชื้อเห็ดราที่อยู่ใน ไม้และ ไม้ให้ใหม่ ไม้ที่แห้งแมลงไม่ค่อยจะทำลาย
3. ลดน้ำหนัก ซึ่งเป็นการลดค่าขนส่ง
4. การทาสีน้ำมัน จะทำได้ดีกว่า
5. ทำงานง่าย

### 6.2 การฝังไม้ด้วยกระแสอากาศ

การฝังไม่วิธีนี้มีสิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาประกอบดังนี้

1. การควบคุมอัตราการแห้ง

ซึ่งเป็นหลักสำคัญในการฝังไม้ด้วยกระแสอากาศ ถ้าแห้งเร็วเกินไป จะทำให้ไม้บิดงอแตก ร้าวได้ง่าย หรือถ้าแห้งช้าเกินไปก็จะทำให้เสียเวลามาก สิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องมี อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และกระแสอากาศที่พัดผ่าน ไม้ที่กอง

ถึงแม้อากาศจะเป็นส่วนสำคัญ แต่ถ้าปล่อยตามธรรมชาติ ไม่ได้ตัดแปลงแก้ไขให้ดีขึ้น ก็อาจมีผลไม่ดีเท่าที่ควร เช่นถ้าปล่อยให้ถูกฝนหรือน้ำค้าง ไม้ก็จะแห้งช้า ถ้าตากแดดร้อนเกินไป ไม้ อาจบิดร้าว หรือการจัดกองไม้ไม่ดีทำให้แห้งช้าเกินไป ฉะนั้นจึงต้องมีวิธีการกองไม้ให้ดี มีโรงหรือร่มเงาไม้ให้ถูกฝนหรือถูกแดดแรงๆ

2. การตั้งกองไม้และสถานที่

ลานหรือที่ตองแห้ง ไม้แฉะหรือมีน้ำขัง ไม่มีเศษไม้ มูลฝอยอันเป็นที่เกิดเห็ดรา หรือตัวแมลงได้ โรงควรเปิดโปร่งมีหลังคากันแดดกันฝนได้ และควรมีฝาเป็นแผงเพื่อบังคับกระแสอากาศได้ เช่นในเวลาฝนตก ชื้น สาด ก็อาจปิดแผงเสีย ไม้ให้อากาศชื้นเข้าไปมากได้ ขนาดของโรงกว้างประมาณ 8-9 เมตร ยาว14-16เมตร กำลึงเหมาะสม ตรงกลางเว้นเป็นช่องว่างสำหรับรถบรรทุกไม้ (รถเข็น) เข้าไปได้สะดวก ทางด้านยาวให้ตั้งไม้ฉากกับทิศทางที่ลมพัด พื้นของโรงควรเป็นดินแห้งหรือถ้าวัว หรือทั้ง 2 อย่างผสมกัน ฐานที่รองไม้ต้องมีระดับสม่ำเสมอเท่ากันโดยตลอดสูงพื้นดิน

ประมาณ 40-50 เซนติเมตร

ไม่ว่าการฉีกฉีกทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกองควรวีไม่ให้ขนาดเดียวกันอยู่กองเดียวกัน ในกรณีที่มีไม้หลายขนาด ควรเอาไม้ที่ใหญ่หรือหนาไว้ข้างบน

### 3. ไม้รอง

ไม้รองหรือไม้ขวางแยกแถวหรือชั้นเป็นสิ่งสำคัญ จะต้องเป็นไม้ที่แห้ง ตรง มีความหนาและความกว้างเท่ากันโดยตลอด ปลายของไม้รองควรรันพื้นกองไม้ออกมาประมาณ 1-2 นิ้วเพื่อความมั่นคง และไม้รองอันปลายริมสุดของกองทั้งสองข้างควรรันพื้นหน้าตัดของกองราว 2-3 เซนติเมตร ฉะนั้นไม้รองอันริมสุดนี้ควรกว้างกว่าไม้รองอันอื่นๆ 2-3 เซนติเมตร การยื่นออกไปจะช่วยปิดหน้าตัดของไม้ให้แห้งช้าป้องกันการการแตกร้าตรงหัวไม้

### 4. การตั้งฟิง

ไม้บางชนิดที่เป็นร่างกายทำให้สีของไม้เสียไป เช่น ไม้จ้าว ไม้กะพง ไม้อุโลก เมื่อเลื้อยออกแล้วควรผึ่งให้แห้งโดยเร็วเพื่อให้ส่วนนอกแห้งเร็วเป็นการป้องกันเชื้อเห็ดรา การป้องกันนี้ทำโดยเอาไม้นั้นตั้งฟิงหรือผึ่งแดดเป็นเวลาชั่วคราวก่อนเอาเข้าตั้งในโรงผึ่งตั้งได้กล้วมาแล้ว การผึ่งโดยเอาไม้ฟิงกับฝาหรือกำแพง หรือวางนอนราบทำให้แห้งไม่สม่ำเสมออาจเป็นเหตุให้บิคร้าว นอกจากนั้นยังต้องคอยพลิกกลับบ่อยๆ ซึ่งเสียเวลาและหมดเปลืองเนื้อที่ ไม่เหมาะกับไม้จำนวนมาก ทางที่ดีควรเอาไม้ตั้งฟิงตะแคงเอนๆ กับราวไขว้ติดต่อกันและให้อยู่ในลักษณะนี้ 10-15 วัน ก่อนเอาเข้าโรงผึ่ง

ข้อควรระวังในการตั้งฟิงมีดังนี้

1. ไม้จะตั้งไม่เป็นชนิดที่บิคร้าวหรือคือ
2. ปลายไม้ที่ติดกับพื้นควรรองไม่ให้ชิดหรืออุดดิน เพื่อป้องกันตัวเชื้อเห็ดราจากดิน
3. ปลายไม้ทางบนควรวีไว้กันเป็นอักษร V กลับ คือไม่ให้แหลมล้ำมากนัก เพราะจะเป็นเหตุให้คอนที่เหลือนั้นบิคโค้งได้ง่าย

## 6.3 ความเสียหายในการผึ่งไม้

ความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นแก่ไม้ในการผึ่งมีดังต่อไปนี้

### 6.3.1 การปริร้าของหน้าไม้

เนื่องมาจากหน้าหรือส่วนภายนอกหดตัวเร็วเกินไป มีทางแก้ไขได้โดยต้องปรับปรุงกระแสอากาศให้เหมาะแก่ไม้ ไม้ที่หนาต้องให้กระแสอากาศเดินช้าและมีช่องว่างน้อยลง

### 6.3.2 การแตกร้าที่หน้าตัดของไม้

ไม้ทางหน้าตัดความชื้นระเหยได้เร็วเมื่อภายในของไม้นั้นยังมีความชื้นอยู่ แต่ภายนอกที่หน้าตัดแห้งจะทำให้แตก อาจแก้ไขได้ดังนี้

- ก. รับผิดชอบที่แตกปริออก เพื่อกันไม่ให้ลาม

- ข. ใช้ไม้รองให้แคบลง
- ค. บังหน้าตัดของไม้จากแสงแดดหรือลมที่ร้อน โดยอาจใช้ผ้า หลู่ หรือใช้ไม้ตีปิดหน้า ถ้าไม้ นั้น กองในโรงที่เปิดเผยโล่ง
- ง. ให้ไม้รองอันริมปลายเหลื่อมพื้นกองมากกว่าไม้รองแถวใน เพื่อช่วยบังแดดและลม
- จ. ใช้ของเหลวที่กั้นน้ำได้ทาที่ส่วนหน้าตัด เช่น น้ำมันดิบ โซลิกนัม หรือสีที่กรมป่าไม้เคยใช้ชั้นป่าผสมดินเหนียวแห้งที่บดละเอียดแล้วผสมกับน้ำมันก๊าดหรือน้ำมันยางกวนให้เข้ากันดี จนได้ความเหลวเหมือนกาว แล้วทาได้ผลดีสามารถกันการแตกร้าวที่หัวไม้ได้มาก



## ตอนที่ 7

# วัสดุยึดตรึงไม้

วัสดุยึดตรึงไม้มีหลายชนิด มีทั้งชนิดที่เป็นโลหะและที่ไม่เป็นโลหะ ชนิดที่เป็นโลหะ เรียกว่า โลหะยึดตรึง ส่วนชนิดที่ไม่เป็นโลหะก็ได้แก่กาวชนิดต่างๆ วัสดุยึดตรึงเหล่านี้เป็นสิ่งจำเป็นมากสำหรับงานช่างไม้และช่างก่อสร้าง เนื่องจากในการยึดส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องเรือนและการยึดโครงสร้างต่างๆของอาคารเข้าด้วยกัน จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องใช้วัสดุยึดตรึงเหล่านี้ วัสดุยึดตรึงที่จะกล่าวต่อไปนี้ถือว่าเป็นวัสดุยึดตรึงที่จำเป็นจะต้องใช้ในปัจจุบัน เนื่องจากยังไม่สามารถหาวิธีการอื่นๆมาทดแทนได้

### 7.1 โลหะยึดตรึง

โลหะซึ่งใช้ในการยึดตรึงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานช่างไม้-ช่างก่อสร้าง และช่างสาขาอื่นๆ ได้แก่

1. ตะปู (Nails)
2. ตะปูลวดและตะปูเข็ม (Wire Nails and Brads)
3. โลหะยึดตรึงชนิดลูกฟูก (Corrugated Fasteners)
4. ตะปูเกลียว (Wood Screw)
5. สลักเกลียว (Bolts)

#### ตะปู

ตะปูเป็นโลหะยึดตรึงที่ใช้กันโดยทั่วไปในหมู่ช่างไม้และช่างก่อสร้าง โลหะที่ใช้ในการทำตะปูส่วนใหญ่ได้แก่เหล็กอาบสังกะสี ขนาดของตะปูทั่วไปเรียกเป็นเพนนี (Penny) ซึ่งเป็นมาตรฐานของอังกฤษ (มาตรฐานตะปูของประเทศไทยยังไม่ได้ประกาศใช้) ใช้อักษร “d” เป็นเครื่องหมายแทนขนาดความยาวของตะปู โดยกำหนดให้ตะปูขนาด 2 เพนนีหรือ 2d ยาวเท่ากับ 1 นิ้ว และขนาดความยาวของตะปูจะเพิ่มขึ้นเพนนีละ  $\frac{1}{4}$  นิ้ว ดังนั้นตะปูขนาดเท่ากันไม่ว่าจะเป็นชนิดใดก็ตาม จะมีความยาวเท่ากันเสมอ

ตะปูที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีหลายชนิดหลายขนาดเพื่อให้สามารถเลือกใช้กันอย่างกว้างขวาง ได้แก่

1. ตะปู ชนิดธรรมดา (Common Nail)
2. ตะปู ชนิดดอกล่อง (Box Nail)
3. ตะปู ชนิดหัวกลม (Finishing Nail)

4. ตะปู ชนิดหัวทรงกรวย (Casing Nail)

5. ตะปู ชนิดดอกลิ่ม (Flooring nail)

#### ตะปูชนิดธรรมดา

ตะปูชนิดนี้ขนาดความโตของหัวตะปู จะเป็นสองเท่าของความโตที่ตัวตะปู หัวตะปูจะมีลักษณะแบนเรียบมีขนาดตั้งแต่ 2d ไปจนถึง 60d เป็นตะปูที่ใช้กับงานทั่วไป

#### ตะปูชนิดดอกลิ่ม

ตะปูชนิดนี้หัวตะปูจะมีลักษณะเช่นเดียวกับหัวตะปูชนิดธรรมดา แต่ตัวตะปูจะมีขนาดเล็กกว่าเล็กน้อย มีขนาดตั้งแต่ 2d ไปจนถึง 20d ใช้สำหรับดอกลิ่มหรือลั้งไม้

#### ตะปูชนิดหัวกลม

ตะปูชนิดนี้ตัวตะปูจะมีขนาดเล็กกว่าตะปูชนิดดอกลิ่มมาก หัวตะปูจะกลม มีขนาดตั้งแต่ 2d ไปจนถึง 20d ใช้กับงานภายในที่ต้องการความละเอียดและประณีต เนื่องจากฝักหัวตะปูได้งานดั่งกล่าวได้แก่การตอกยึดเครื่องเรือนต่างๆ

#### ตะปูชนิดหัวทรงกรวย

ตะปูชนิดนี้ตัวตะปูจะมีขนาดเดียวกันกับตะปูชนิดดอกลิ่ม แต่หัวตะปูจะมีขนาดเล็กกว่าและเป็นรูปทรงกรวย มีขนาดตั้งแต่ 4d ไปจนถึง 20d ใช้กันทั่วไปกับงานภายนอกที่ต้องการความละเอียดและประณีต เช่น การใช้ตอกบนประตู หน้าต่าง และวงกบ ตะปูชนิดนี้ฝักหัวตะปูได้เช่นเดียวกับตะปูหัวกลม

#### ตะปูชนิดดอกลิ่ม

ตะปูชนิดนี้ทั้งหัวและตัวตะปูจะมีขนาดเท่ากับตะปูชนิดธรรมดา แต่หัวตะปูจะเป็นรูปทรงกรวย มีขนาดตั้งแต่ 7d ไปจนถึง 10d ใช้สำหรับดอกลิ่มอาคารบ้านเรือนและอื่นๆ ตะปูชนิดนี้เมื่อตอกเข้าไปในพื้นที่เรียบร้อยแล้ว หัวตะปูจะเสมอรียบกับพื้นพอดี

นอกจากตะปูชนิดที่ใช้กับงานทั่วไปดังกล่าวมาแล้ว ยังมีตะปูอีกชนิดหนึ่งซึ่งถือได้ว่าเป็นตะปูชนิดพิเศษ เนื่องจากได้ถูกออกแบบมาให้ใช้กับงานพิเศษโดยเฉพาะ มีหลายแบบหลายขนาดที่ตัวตะปูจะทำเป็นเกลียวหรือทำเป็นร่องแบบวงแหวน เพื่อเพิ่มกำลังในการยึดตรึง ตะปูชนิดนี้บางแบบจะชุบสังกะสี ซีเมนต์หรือยางสน ซึ่งผลจากการชุบและการทำเกลียวที่ตัวตะปูดังกล่าว จะทำให้กำลังในการยึดตรึงของตะปูเพิ่มขึ้นอย่างมหาศาล ตะปูชนิดนี้มีทั้งชนิดที่ทำจากเหล็ก ทองแดง บรอนซ์ อลูมิเนียมและสแตนเลส

#### ตะปูลวดและตะปูเข็ม

ตะปูชนิดนี้กำหนดขนาดจากความยาวและเกจของลวดที่ใช้ทำ โดยจะมีขนาดความยาวตั้งแต่ 3/16 ถึง 3 นิ้ว และใช้ลวดตั้งแต่เกจ 24 ถึงเกจ 10 หัวของตะปูลวดจะเหมือนกับหัวของตะปู

ชนิดธรรมดาและชนิดดกกล่อง ส่วนหัวของดาปูเข็มซึ่งมีขนาดเล็กจะเหมือนกับหัวของ ดาปูชนิด หัวกลม ดาปูชนิดนี้ใช้เป็นโลหะยึดตรึงวัสดุบางๆ เช่น กรอบรูปขนาดเล็กๆ หรือโมเดลเป็นต้น โดยปกติจะขายเป็นกล่อง

### โลหะยึดตรึงชนิดลูกฟูก

โลหะยึดตรึงชนิดนี้กำหนดขนาดจากความยาวและจำนวนลูกฟูกของตัวมันเอง ความยาวจะบอกเป็นเศษส่วนของนิ้ว โดยจะเริ่มจาก  $\frac{1}{4}$  ถึง 1 นิ้ว ความกว้างจะบอกโดยจำนวนลูกฟูก ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่ 2 จนถึง 7 ลอน โลหะยึดตรึงชนิดนี้สามารถใช้ยึดตรึงรอยต่อได้หลายแบบ เช่น มุม กรอบประตู หน้าต่าง กรอบรูปและอื่นๆ ในการนำไปใช้งาน ความยาวของโลหะยึดตรึงชนิดนี้ควรจะต่ำกว่าความหนาของไม้ไม่น้อยกว่า  $\frac{1}{8}$  นิ้ว ความกว้างหรือจำนวนลอนจะขึ้นอยู่กับความแข็งแรงที่ต้องการในการยึดตรึงกับงานโดยทั่วไป ส่วนใหญ่ใช้จำนวน 5 หรือ 6 ลอน แต่จะขึ้นอยู่กับงานที่ทำ

เมื่อตอกโลหะยึดตรึงชนิดนี้ให้ใช้ค้อนตอกไล่ไปตามลอนโดยตลอด เพื่อให้ฝังเข้าไปในเนื้อไม้ตรงๆ และขนานกับผิวไม้

### ดาปูเกลียวงานไม้

ดาปูเกลียวงานไม้ เป็นวัสดุยึดตรึงไม้ที่ดีที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงสูงไม่หลุดหรือถอนตัวได้ง่าย นอกจากนั้นยังสามารถที่จะขันเข้าหรือคลายออกเพื่อการประกอบหรือถอดชิ้นงานได้อย่างง่ายอีกด้วย จึงนิยมนำไปใช้กับงานที่อยู่ภายในตัวอาคาร และงานที่เกี่ยวกับเครื่องเรือนต่างๆ ที่ต้องการความแข็งแรงและประณีตสูง วัสดุที่ใช้ทำดาปูเกลียวได้แก่ เหล็กกล้าละมุน (Mild Steel) ทองเหลือง (Brass) อะลูมิเนียม (Aluminum) และทองแดง (Copper) ทั้งชนิดที่ชุบด้วยแคดเมียม (Cadmium Plated) ชุบโครเมียม (Chromium Plated) และชนิดไม่ชุบขนาดของดาปูเกลียวจะถูกกำหนดโดยขนาดความยาวและความโตของมันเอง โดยจะมีขนาดความยาวตั้งแต่  $\frac{3}{16}$  ไปจนถึง 6 นิ้ว และมีขนาดความโตตั้งแต่เบอร์ 0 ไปจนถึง เบอร์ 24 ความโตของแต่ละเบอร์เมื่อเทียบกับเบอร์ถัดไปจะต่างกันเพียง 0.013 นิ้ว หรือประมาณ  $\frac{1}{64}$  นิ้ว ดาปูเกลียวเบอร์เดียวกันอาจมีขนาดความยาวต่างกันก็ได้

ดาปูเกลียวที่นิยมใช้กันในปัจจุบัน มีทั้งชนิดหัวผ่าและชนิดหัวแฉก ดาปูเกลียวทั้ง 2 ชนิดมีทั้งแบบหัวเรียบ แบบหัวนูนและแบบหัวกลม แต่แบบหัวเรียบนิยมใช้กับงานช่างไม้มากที่สุด

### สลักเกลียว

สลักเกลียว ใช้สำหรับการยึดตรึงไม้ในส่วนที่ต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เช่น การต่อเสา การยึดคานเข้ากับเสา หรือการยึดตรึงโต๊ะปฏิบัติงาน ซึ่งต้องการความแข็งแรงเป็นพิเศษ เป็นต้น สลักเกลียวที่ใช้กับงานช่างไม้และช่างก่อสร้างมีหลายชนิด แต่ละชนิดก็มีขนาดต่างๆกัน แต่ที่นิยมใช้กับงานช่างไม้และช่างก่อสร้างมากที่สุดได้แก่

1. สลักเกลียวชนิดใช้กับล้อเลื่อน (Carriage Bolt)
2. สลักเกลียวชนิดใช้กับเครื่องจักร (Machine Bolt)
3. สลักเกลียวชนิดใช้กับเตา (Stove Bolt)

## 7.2 กาว

ในการยึดไม้อัดเข้าด้วยกันนั้น นอกจากจะใช้ตะปูหรือตะปูเกลียวแล้ว ถ้าใช้กาวเข้าช่วยก็จะทำให้การยึดเหนี่ยวระหว่างกันดียิ่งขึ้น การเลือกใช้กาวให้ถูกต้องกับชนิดของงานเป็นสิ่งจำเป็น เพราะมีผลให้ความคงทนในการยึดเหนี่ยวน้อยลงไป กาวที่นิยมใช้ในปัจจุบันเป็นกาวสังเคราะห์ (Synthetic resin Adhesives) แบ่งออกได้เป็น 4 ชนิด คือ

1. กาวยูเรียฟอร์มัลดีไฮด์ (Urea Formaldehyde Adhesive)
2. กาวฟีนอลฟอร์มัลดีไฮด์ (Phenol Formaldehyde Adhesive)
3. กาวรีซอร์ซินอลฟอร์มัลดีไฮด์ (Resorcinal Formaldehyde Adhesive)
4. กาวโพลีวินิล-แอซิเตท อิมัลชัน (Polyvinyl-Acetate Emulsions)



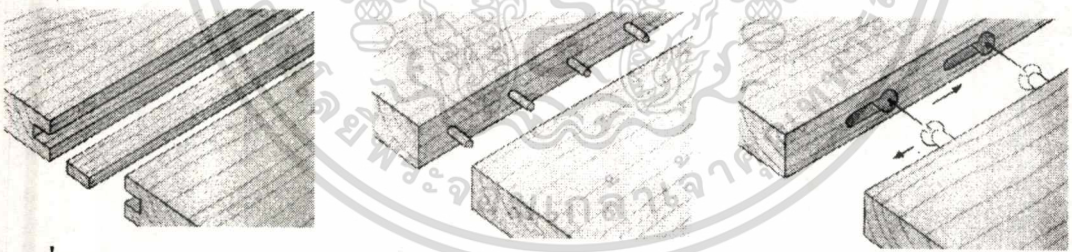
## ตอนที่ 8

### การเข้าไม้

การเข้าไม้ หมายถึง การนำไม้มาประกอบเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดเป็นมุมหรือรูปร่างต่างๆ เพื่อสนองความต้องการในการใช้งานตามวัตถุประสงค์ ส่วนใหญ่จะได้แก่ งานทำเครื่องเรือนต่างๆ การเข้าไม้ที่ใช้กันโดยทั่วไปมีมากมายหลายแบบ ส่วนใหญ่จะใช้วิธีการที่คล้ายคลึงกัน แต่แบบที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดและกำลังเป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน ได้แก่

1. การเปลาะไม้ (Edge Joint)
2. การเข้าชน (Butt Joint)
3. การเข้าบ่า (Rabbit Joint)
4. การเข้าลิ้น (Dado Joint)
5. การเข้าปากกบ (Miter Joint)
6. การเข้าทาบ (Lap Joint)
7. การเข้าเคียว (Mortise and Tenon Joint)
8. การเข้าหางเหยี่ยว (Dovetail Joint)

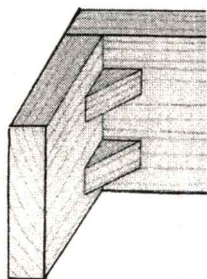
#### การเปลาะไม้ (Edge Joint)



ภาพที่ ง.7 แสดงลักษณะการเปลาะไม้

การเปลาะไม้คือ การเอาแผ่นไม้มาวางเรียงกันแล้วอัดเข้าด้วยกันให้แผ่นใหญ่ขึ้น สำหรับการอัดไม้ก็มีอยู่หลายวิธี เช่น การใช้กาวเป็นตัวยึดตรึงหรืออาจจะใช้กาวร่วมกับเดือยไม้ ตาปูหรือตาปูเกลียวก็จะทำให้การยึดตรึงระหว่างแผ่นไม้ดียิ่งขึ้น นอกจากนั้นการทำบังใบที่ขอบไม้ การเซาะร่องหรือรางเพื่อใส่ลิ้น ก็จะทำให้เกิดความเรียบร้อยและแข็งแรงดียิ่งขึ้น การเปลาะไม้ นิยมใช้กับการทำพื้นโต๊ะ พื้นเก้าอี้ พื้นบ้าน หรือผนังเครื่องเรือนที่ต้องการพื้นที่กว้างๆ

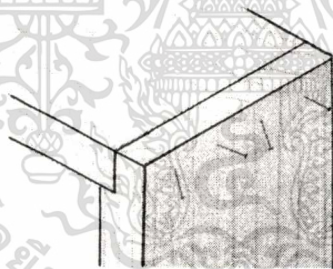
## การเข้าชน (Butt Joint)



ภาพที่ ง.8 แสดงลักษณะการเข้าชน

การเข้าชนเป็นการเข้าไม้ที่ยางที่สุด ด้วยการนำเอาปลายไม้ของไม้แผ่นหนึ่งชนเข้ากับหน้าไม้หรือขอบของไม้อีกแผ่นหนึ่ง แล้วจึงทำการยึดตรึงด้วยตะปูหรือตะปูเกลียว จะทำให้รอยต่อแข็งแรงยิ่งขึ้น การเข้าไม้แบบนี้นิยมใช้ในการทำเครื่องเรือนราคาถูกลง เช่น ทำกล่อง หีบ ลิ้นชักโต๊ะ หรือตู้ เก้าอี้ หรือ โครงเครื่องเรือน เป็นต้น

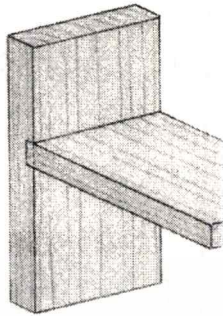
## การเข้าป่า (Rabbit Joint)



ภาพที่ ง.9 แสดงลักษณะการเข้าป่า

การเข้าป่าเป็นการเข้าไม้โดยการเอาปลายหรือหัวไม้ของแผ่นไม้แผ่นหนึ่งลงไปในเรื่องที่ปลายหรือหัวไม้ซึ่งบากเอาไว้ของไม้อีกแผ่นหนึ่ง แล้วจึงยึดตรึงด้วยตะปูหรือตะปูเกลียว ร่องที่บากควรจะมีลึกประมาณ 1 ใน 2 ถึง 2 ใน 3 ของความหนาของแผ่นไม้ การเข้าไม้แบบนี้จะแข็งแรงกว่าการเข้าชน ในปัจจุบันนิยมใช้มากกับการเข้ามุมเครื่องเรือนต่างๆ ทำลิ้นชักโต๊ะ และกล่องอย่างง่าย ๆ

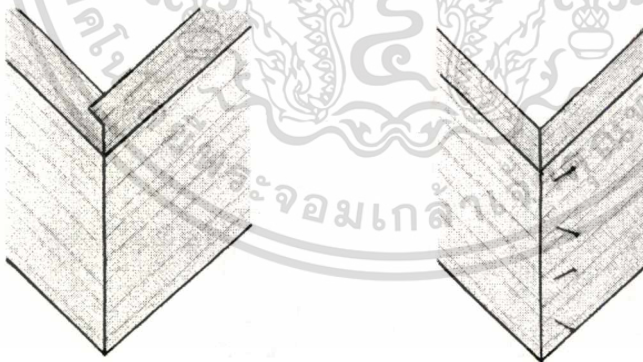
## การเข้าลิ้น (Dado Joint)



ภาพที่ ง.10 แสดงลักษณะการเข้าลิ้น

การเข้าไม้แบบนี้เหมาะที่สุดสำหรับชั้นวางของ บ้านโค ตู้ใส่หนังสือ เนื่องจากมีความแน่นหนาและแข็งแรงดี การเข้าไม้แบบนี้จะกระทำได้โดยการนำเอาไม้แผ่นหนึ่งฝังเข้าไปในร่องของไม้อีกแผ่นหนึ่ง ปลายของไม้ที่ฝังเข้าไปอาจจะบากหรือไม่บากก็ได้ จากนั้นใช้ตาปูหรือตาปูเกลียวเป็นตัวยึดตรึง ร่องที่เซาะควรจะมีลึกประมาณ  $\frac{1}{2}$  ของความหนาแผ่นไม้

## การเข้าปากกบ (Miter Joint)

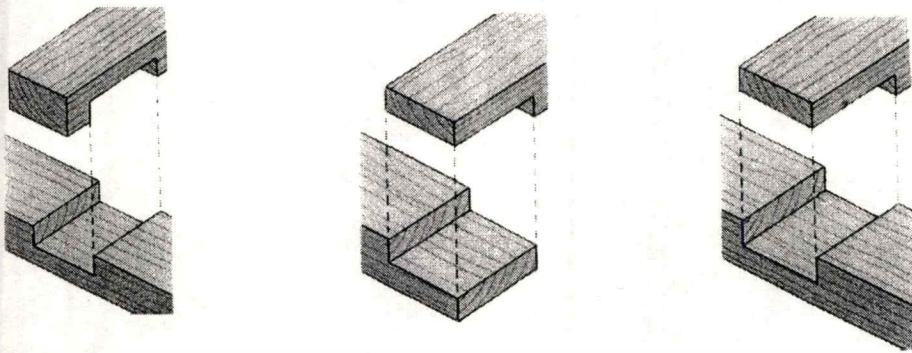


ภาพที่ ง.11 แสดงลักษณะการเข้าปากกบ

การเข้าไม้แบบปากกบเป็นการเข้าไม้เป็นมุมด้วยการตัดปลายไม้ที่จะนำมาต่อเข้าด้วยกัน ให้ได้มุมที่เท่ากันเสียก่อน แล้วจึงนำมาประกอบเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงใช้ตาปู ตาปูเกลียว หรือสลักไม้ยึดตรึงให้เกิดความแข็งแรง การเข้าไม้แบบนี้นิยมใช้กันมากที่สุดจะตัดปลายไม้เป็นมุม 45 องศา ซึ่งเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วจะได้มุม 90 องศาพอดี การเข้าไม้แบบนี้นิยมใช้ทำกรอบรูป ทำกล่อง ทำวงกบประตู-หน้าต่าง หรือทำโครงเครื่องเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

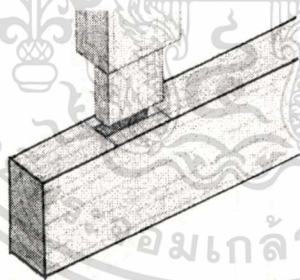
### การเข้าทาบ (Lap Joint)



ภาพที่ ง.12 แสดงลักษณะการเข้าทาบ

การเข้าไม้แบบนี้ใช้เมื่อต้องการประกอบไม้สองตัววางกันเป็นมุมฉาก หรือเป็นรูปกากบาท โดยบากไม้ลงไปครึ่งหนึ่งของความหนาของไม้ที่ไม้ทั้งสองตัว แล้วนำไม้ทั้งสองตัวอัดเข้าด้วยกัน จากนั้นจึงทำการยึดตรึงด้วยโลหะยึดตรึงหรือสลักไม้ เพื่อให้เกิดความแข็งแรง การเข้าไม้แบบนี้ใช้สำหรับการประกอบขาโต๊ะ เก้าอี้ หรือตู้ ทำวงกบ ประตู-หน้าต่าง หรือใช้ประกอบเคร่า ทั้งแนวตั้งและแนวนอนของ โครงอาคาร เพื่อให้เกิดความแข็งแรง

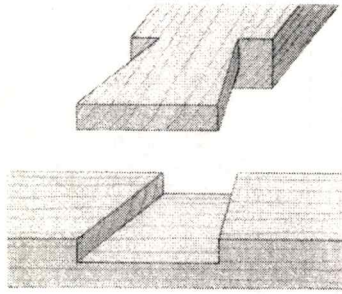
### การเข้าเดือย (Mortise and Tenon Joint)



ภาพที่ ง.13 แสดงลักษณะการเข้าเดือย

การเข้าไม้แบบเข้าเดือย เป็นการเข้าไม้ที่คิดและแข็งแรงกว่าการเข้าไม้แบบอื่นๆ ทั้งหมด วิธีการเข้าไม้จะกระทำได้ด้วยการบากปลายไม้ท่อนหนึ่งออกโดยรอบ ให้เหลือเพียงแกนกลางยื่นออกมาที่เรียกว่าเดือย (Tenon) ส่วนไม้อีกท่อนหนึ่งจะถูกเจาะเป็นรูหรือร่องเล็ก ซึ่งเรียกว่ารูหรือร่องเดือย (Mortise) โดยมีขนาดความกว้างความยาวและความลึกของรูหรือร่องพอดีกับขนาดของเดือย โดยทั่วไปรูเดือยจะลึกประมาณ 2 ใน 3 ของความกว้างของหน้าไม้ เมื่ออัดเดือยเข้าไปในรูร่องเดือยแล้ว ให้ใช้ค้อนหรือสลักไม้ยึดให้แน่น การเข้าไม้แบบนี้นิยมใช้ทำเก้าอี้ โต๊ะและหีบชั้นดี

## การเข้าหางเหยี่ยว (Dovetail Joint)

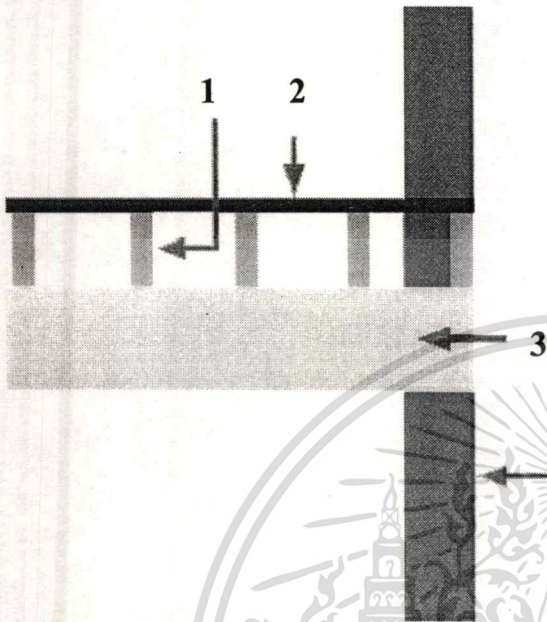


ภาพที่ ง.14 แสดงลักษณะการเข้าหางเหยี่ยว

การเข้าไม้แบบหางเหยี่ยวเป็นการเข้าไม้ที่ดีและแข็งแรง ทัดเทียมกับการเข้าไม้แบบเข้าเตี้ยแต่การทำค่อนข้างยาก ส่วนใหญ่ใช้ในการทำลิ้นชักตู้หรือโต๊ะ ทำกล่องและเข้ามุมเครื่องเรือนชั้นดี การเข้าไม้แบบนี้ปลายของไม้แผ่นหนึ่งทางด้านกว้างจะถูกซอยแบ่งเนื้อไม้ออก โดยให้ส่วนที่เหลือยื่นออกไปเป็นรูปหางเหยี่ยว (Dovetail) ตัวเว้นตัวเรียงไปตามความกว้างของแผ่นไม้ ปลายของไม้อีกแผ่นหนึ่งทางด้านกว้างเช่นกัน จะถูกซอยให้เป็นร่องรูปหางเหยี่ยวเช่นกัน และจะต้องมีขนาดพอดีกับหางเหยี่ยวของไม้แผ่นแรก เพื่อที่เมื่อนำมาประสานจะได้เข้ากันได้พอดี

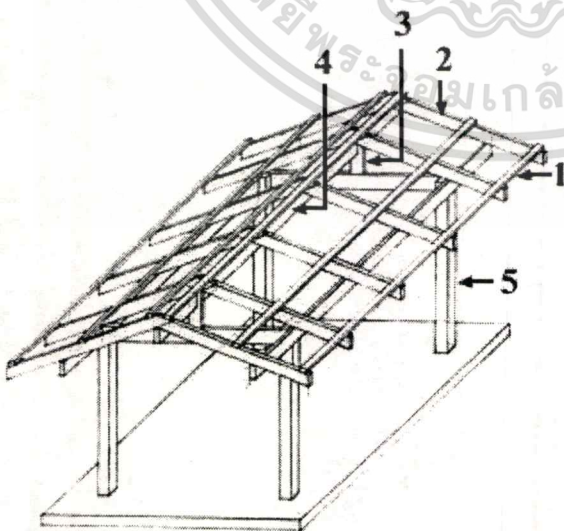
## ตอนที่ 9

### โครงสร้างอาคารไม้เบื้องต้น



- หมายเลข 1 เรียกว่า ดง
- หมายเลข 2 เรียกว่า พื้น
- หมายเลข 3 เรียกว่า คาน
- หมายเลข 4 เรียกว่า เสา

ภาพที่ ง.15 แสดงโครงสร้างพื้น



- หมายเลข 1 เรียกว่า แป
- หมายเลข 2 เรียกว่า จันทัน
- หมายเลข 3 เรียกว่า คั้ง
- หมายเลข 4 เรียกว่า ออกไก่
- หมายเลข 5 เรียกว่า เสา

ภาพที่ ง.16 แสดงโครงสร้างหลังคา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ.

ผลการประเมินความสอดคล้อง  
ระหว่าง  
แบบร่างข้อสอบเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง  
กับ  
จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม  
โดย  
ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา



ตารางที่ จ.1 แสดงจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตอนที่	หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม	จำนวนข้อสอบที่ ต้องการจริง	จำนวนข้อสอบเมื่อ ออกทั้งหมด
1	ลักษณะทางธรรมชาติ และความหมายของคำว่า “ไม้เพื่อการก่อสร้าง” (Timber)	1.บอกความหมายของคำว่า “Timber” ได้ 2.บอกลักษณะทางธรรมชาติของ ไม้ได้	1 2	2 3
2	การจำแนกประเภท คุณสมบัติและประโยชน์ของ ไม้	3.บอกหลักการเรียกชื่อไม้ในทางพฤกษศาสตร์ได้ 4.บอกหลักการจำแนกประเภทของไม้ ตามที่กรมป่าไม้กำหนดไว้ได้ 5.บอกชื่อ ไม้แปรรูปตามประเภทของความแข็งแรงของ ไม้ได้ 6.บอกคุณสมบัติและประโยชน์ของ ไม้แต่ละชนิดได้	1 1 2 1	2 2 3 2
3	ความชื้น การหดตัว การ โค้งบิด และความเสียหาย ตามธรรมชาติของไม้	7.บอกความหมายของคำว่า “ความชื้นในเนื้อไม้” ได้ 8.เรียกชื่อลักษณะการ โค้งบิดของไม้ได้ถูกต้อง 9.บอกสาเหตุของการ โค้งบิดของไม้ได้ 10.บอกสาเหตุของความเสียหายของ ไม้ได้	1 1 1 1	2 2 2 2
4	การแปรรูปไม้	11.บอกมาตรฐานและวิธีการทำไม้แปรรูปได้	3	4
5	การป้องกันรักษาเนื้อไม้ และการทำให้ไม้ทนไฟ	12.บอกคุณสมบัติของน้ำมันหรือสารต่างๆที่ใช้ในการป้องกัน รักษาเนื้อไม้ 13.บอกวิธีการทำให้น้ำยารักษาเนื้อ ไม้เข้าไปในเนื้อ ไม้ 14.บอกวิธีการทำให้ไม้ทนไฟ	1 1 1	2 2 2
6	การผึ่งไม้ หรือการอบไม้	15.บอกข้อดีของ ไม้ที่ผึ่งหรืออบแห้งแล้ว 16.บอกหลักการผึ่ง ไม้หรืออบ ไม้ได้	1 2	2 3
7	วัสดุยึดตรึง ไม้	17.เรียกชื่อวัสดุยึดตรึง ไม้ได้ถูกต้อง 18.เลือกใช้วัสดุยึดตรึงกับงาน ไม้ได้อย่างเหมาะสม	1 1	2 2
8	การเข้าไม้และการต่อไม้	19.เรียกชื่อการเข้าไม้ชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง 20.เลือกวิธีการเข้าไม้ที่เหมาะสมกับงาน ไม้ได้	2 1	3 2
9	โครงสร้างอาคาร ไม้เบื้องต้น	21.เรียกชื่อชิ้นส่วนโครงสร้างอาคารที่ทำด้วยไม้ได้ถูกต้อง	4	5
รวม			30	51

สรุปว่าจะต้องออกข้อสอบจำนวน 51 ข้อ เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบหาค่าทางสถิติ และจะเลือกใช้ข้อสอบข้อที่มีค่าทางสถิติตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ นำไปใช้จริงจำนวน 30 ข้อ โดยเลือกข้อสอบให้ครอบคลุมเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้

## แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

คำชี้แจง โปรดพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อต่อไปนี้ วัดตรงตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้หรือไม่ แล้วเขียนผลการพิจารณาของท่าน โดยกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่อง “คะแนนการพิจารณา” ตามความคิดเห็นของท่าน ดังนี้

- กาเครื่องหมาย ✓ ในช่อง +1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น  
วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้จริง
- กาเครื่องหมาย ✓ ในช่อง 0 ถ้าไม่แน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น  
วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้
- กาเครื่องหมาย ✓ ในช่อง -1 ถ้าแน่ใจว่าข้อสอบข้อนั้น  
ไม่ได้วัดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ระบุไว้

### ตารางที่ จ.2 แสดงรายการประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
1.บอกความหมายของคำว่า “Timber” ได้	1. ข้อใดให้ความหมายของคำว่า “Timber” ได้ถูกต้องที่สุด ก. ป่าไม้, ไม้ ข. ไม้ซุงที่เตรียมไว้สำหรับการแปรรูป ก. <u>ไม้ที่ถูกตัดขอยได้ขนาดเหมาะสมกับการสร้างอาคารและงานช่างไม้</u> ง. มีความหมายเช่นเดียวกับคำว่า “Wood” ใช้แทนกันได้			
	2. ข้อใดหมายถึง “Timber” ก. ไม้ซุง ข. <u>ไม้แปรรูป</u> ค. ดันไม้, ป่าไม้ ง. ไม้ซุง และ ไม้แปรรูป			
2.บอกลักษณะทางธรรมชาติ ของไม้ได้	3. ส่วนใดของต้นไม้เมื่ออายุมาก อาจกลายเป็นไทรง ก. <u>ใจ</u> ข. แก่น ค. กระพี้ ง. เปลือกใน			
	4. หากเราควั่นเอาส่วนใดของต้นไม้ที่กำลังยืนต้นอยู่ออกให้รอบ ต้นไม้ ต้นไม้จะตาย ก. <u>กระพี้</u> ข. วงเจริญ ค. เปลือกใน ง. เปลือกนอก			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	5. ส่วนที่ทำหน้าที่ลำเลียงอาหารของต้นไม้ และเป็นส่วนที่ไม่ทนทานคือ ก. วงเจริญ ข. แก่น ค. <u>กระพี้</u> ง. ใจ			
3.บอกหลักการเรียกชื่อไม้ในทางพฤกษศาสตร์ได้	6. การเรียกชื่อไม้ในทางพฤกษศาสตร์ มีหลักการตรงกับข้อใด ก. เรียกตามท้องถิ่นที่เป็นแหล่งกำเนิดของไม้ชนิดนั้นๆ ข. <u>เรียกตามความเกี่ยวพันระหว่างสกุลและตระกูลของไม้</u> ค. เรียกตามบัญชีไม้ของกรมป่าไม้ที่ได้จำแนกประเภทไว้ ง. เรียกตามความแข็งแรง ทนทานของไม้			
	7. การเรียกชื่อไม้ในทางพฤกษศาสตร์ทำให้ทราบอะไร ก. แหล่งกำเนิดของไม้ชนิดนั้น ข. <u>คุณลักษณะของไม้ชนิดนั้น</u> ค. หมายเลขบัญชีไม้ของกรมป่าไม้ ง. ความแข็งแรง ทนทานของไม้ชนิดนั้น			
4.บอกหลักการจำแนกประเภทของไม้ ตามที่กรมป่าไม้กำหนดไว้ได้	8. กรมป่าไม้ได้จำแนกประเภทของไม้โดยใช้เรื่องใดเป็นเกณฑ์ ก. ชื่อเรียกทางพฤกษศาสตร์ ข. แหล่งกำเนิดของไม้ชนิดนั้นๆ ค. <u>ความแข็งแรงและความทนทานตามธรรมชาติ</u> ง. คุณสมบัติและคุณลักษณะ			
	9. ไม้เนื้ออ่อน ส่วนใหญ่จะมีความทนทานตามธรรมชาติ ค่ำกว่ากี่ปี ก. 6ปี ข. 5ปี ค. 4ปี ง. <u>2ปี</u>			
5.บอกชื่อไม้แปรรูปตามประเภทของความแข็งแรงของไม้ได้	10. ข้อใด จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็ง ก. <u>สัก</u> ข. คันทะพริ้ว ค. ชุมแพรก ง. ขางพารา			
	11. ข้อใด จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็งปานกลาง ก. สัก ข. คันทะพริ้ว ค. แดง ง. <u>ยาง</u>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	12. ข้อใดจัดอยู่ในประเภทไม้เนื้ออ่อน ก. สัก ข. <u>ต้นมะพร้าว</u> ค. แดง ง. ยาง			
6.บอกคุณสมบัติและประโยชน์ ของไม้แต่ละชนิดได้	13. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของ ไม้สัก ก. เป็นไม้เนื้ออ่อน แกะสลักง่าย ข. <u>เป็นไม้ที่มีความทนทาน ปลวกมอดไม่ทำอันตราย</u> ค. เป็นไม้เนื้อละเอียด และสม่ำเสมอ ง. ลักษณะเนื้อ ไม้สีน้ำตาลแก่ นานเข้าสีจะคล้ำขึ้นเรื่อยๆ เป็นสีเหลืองทอง			
	14. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของ ไม้เต็ง, ไม้รัง ก. เป็นไม้เนื้อแข็งปานกลาง ข. เป็นไม้เนื้อละเอียด ค. มีน้ำหนักเบา เดือยไสกบ ตกแต่งได้ง่าย ง. <u>ใช้ทำเสาและโครงสร้างอาคาร</u>			
7.บอกความหมายของคำว่า “ความชื้นในเนื้อไม้” ได้	15. “ความชื้นในเนื้อไม้” หมายถึง ก. <u>น้ำที่อยู่ในไม้</u> ข. น้ำหนักของ ไม้ ค. น้ำที่อยู่ในอากาศบริเวณรอบๆ กองไม้นั้นๆ ง. ความสมดุลระหว่างน้ำหนักของ ไม้กับความชื้นใน อากาศ			
	16. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. น้ำหนักของไม้แปรรูปส่วนหนึ่งจะเป็นความชื้นที่บรรจุ อยู่ในเนื้อไม้นั้น ข. ไม้ที่จะนำไปใช้ในงาน โครงสร้างหรืองานภายนอก อาคารควรทำให้ไม้แห้งเสียก่อน ค. ไม้จะมีความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงเนื่องจากอากาศรอบๆ ง. <u>ไม้ที่จะนำไปใช้ในงานโครงสร้าง ควรให้มีความชื้นอยู่ ประมาณ 50 % เพื่อคงความเป็นธรรมชาติของไม้ได้ดี อันสวยงาม</u>			
8.เรียกชื่อลักษณะการ โค้งบิดของ ไม้ได้ถูกต้อง	17. จากรูปที่กำหนดให้ การ โค้งบิดลักษณะนี้เรียกว่า ก. bow ข. crook ค. <u>cup</u> ง. twist 			

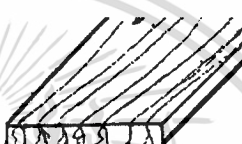
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	18. จากรูปที่กำหนดให้ การโค้งบิดลักษณะนี้เรียกว่า ก. bow ข. <u>crook</u> ค. cup ง. twist 			
9.บอกลักษณะของการโค้งบิดของไม้ได้	19. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. การคดบิด เมื่อขึ้นไม้เกิดการบิดตัวแล้วจะไม่คืนกลับ ข. การคดหรือบิดของไม้เกิดจากน้ำที่อยู่ในเนื้อไม้ออกจากผนังเซลล์ ค. ไม้ที่มีโครงสร้างสมบูรณ์ การคดจะจะเป็นไปทุกๆ ส่วน และจะไม่ทำให้เกิดการคดงอ ง. ไม้ไม้ขึ้นเดียวกันจะไม่เกิดการคดหรือบิด หลายลักษณะ			
	20. การคดบิดของ ไม้เกิดจากสาเหตุใด ก. <u>ความชื้นหรือ ความร้อนซึ่งทำให้น้ำในเนื้อไม้ออกจากผนังเซลล์และเกิดการหดตัว</u> ข. มนุษย์เป็นผู้กระทำ ค. แรงที่มากกระทำต่อชิ้น ไม้ นั้นทำให้เปลี่ยนรูปไป ง. ความหนาของ ไม้ไม่เท่ากัน ไม้ไม่แปรรูปแผ่นเดียวกันทำให้ระยะต่างๆของ ไม้ชิ้นนั้น ไม่ได้มาตรฐาน คด บิด เบี้ยว			
10.บอกลักษณะของความเสียหายของไม้ได้	21. ขณะที่ไม้ยังขึ้นดินอยู่และวงจอกประจำปีใหม่ยังไม่ประสานกันดี แล้วถูกพายุโยกคั่น ไม้ นั้น ไปมา เกิดรอยแตก หมายถึงสาเหตุความเสียหายของ ไม้ในข้อใด ก. ความเสียหายทางชีววิทยา ข. <u>ความเสียหายทางฟิสิกส์</u> ค. ความเสียหายทางกล ง. ความเสียหายทางธรรมชาติ			
	22. การผุของ ไม้เกิดจากสาเหตุใด ก. <u>เชื้อรา</u> ข. ไม้แช่อยู่ในน้ำนานๆ ค. ไม้อยู่ในที่แห้งมาก และถูกแสงแดดจัด ง. เพราะเป็นไม้เนื้ออ่อน			
11.บอกมาตรฐานและวิธีการทำ ไม้แปรรูปได้	23. วิธีการทำไม้แปรรูปเริ่มต้นจากอะไรก่อน ก. <u>ทำให้ไม้เป็นซุงก่อน</u> ข. ปอกเปลือก และทำการล้างผิวให้สะอาด ค. คัดกิ่งออกจากลำคั้น ง. เลื่อยหัวซุงก่อน			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	<p>24. ข้อใดไม่ถูกต้อง</p> <p>ก. การกานไม้เป็นการฝั่งไม้ชนิดหนึ่งให้ต้นไม้แห้งก่อนการตัด</p> <p>ข. การกานไม้ทำโดยการควั่นรอบๆลำต้นออกก่อนเวลาที่จะตัดไม้ประมาณ 1 ปี</p> <p>ค. การปกอกไม้หรือการฟานไม้เป็นวิธีการทำไม้ให้เป็นแผ่นบาง (Veneer)</p> <p>ง. การใช้เครื่องปกอก จะได้ลวดลายของไม้ไม่แตกต่างกัน</p>			
	<p>25. จากรูปที่กำหนดให้หมายถึงลายไม้ชนิดใด</p> <p>ก. Edge Grain</p> <p>ข. Flat Grain</p> <p>ค. Plain Sawed</p> <p>ง. Angle Grain</p> 			
	<p>26. มาตรฐานไม้แปรรูปเรียกชื่อขนาดไม้เรียงตามลำดับของอะไร</p> <p>ก. ความหนา X ความกว้าง X ความยาว</p> <p>ข. ความกว้าง X ความยาว X ความหนา</p> <p>ค. ความกว้าง X ความหนา X ความยาว</p> <p>ง. ความยาว X ความกว้าง X ความหนา</p>			
12.บอกคุณสมบัติของน้ำมันหรือสารต่างๆที่ใช้ในการป้องกันรักษาเนื้อไม้	<p>27. น้ำยารักษาเนื้อไม้ชนิดที่เป็นก้อนสีฟ้า และมีชื่อเรียกอีกชื่อหนึ่งซึ่งอาจอยู่ในสิ่งก่อสร้างเช่น ตะปู บานพับ น้ำยารักษาเนื้อไม้ชนิดนี้คือ</p> <p>ก. โซเดียมฟลูออไรด์</p> <p>ข. คอปเปอร์ซัลเฟตหรือจนดี</p> <p>ค. เมอคิวริกคลอไรด์</p> <p>ง. ซิงค์คลอไรด์</p>			
	<p>28. น้ำยารักษาเนื้อไม้ชนิดใด มีกลิ่นเหม็น และไม่เหมาะสำหรับอาคารพักอาศัยแต่ใช้ทาตัวไม้ที่ได้ถูก หรือ คาม โคนเสา ได้</p> <p>ก. ครีโอลโซดผสมน้ำมันดินถ่านหิน</p> <p>ข. ออร์จีนิกหรือสารหนู</p> <p>ค. เซลลิโครท์</p> <p>ง. เซลเล็ก</p>			
13.บอกวิธีการทำให้น้ำยารักษาเนื้อไม้เข้าไปในเนื้อไม้	<p>29. วิธีการทำให้น้ำยารักษาเนื้อไม้เข้าไปในไม้ได้ดีและทั่วถึงในเวลาอันรวดเร็วคือ</p> <p>ก. การเจาะแล้วอัดน้ำยา</p> <p>ข. นำไม้จุ่มหรือแช่ลงในน้ำยา</p> <p>ค. ฟัน</p> <p>ง. ใช้ความดัน</p>			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	30. ข้อใดไม่ใช่กรรมวิธีการทำให้น้ำยซึมเข้าไปในเนื้อไม้ ก. เจาะแล้วอัด ข. ฟัน ค. ทา ง. ใช้ความดัน			
	31. การทำให้ไม้ทนไฟ หมายถึง ก. ทำให้ไม้ไหม้ไฟ ข. การยืดเวลาในการติดไฟของไม้ ค. ใช้วัสดุหุ้มผิวไม้ไว้โดยรอบ ง. การทาและอัดสารบางชนิดเข้าไปนิยมนำกับ โครงสร้างนอกอาคาร			
	32. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. การใช้สีทากันไฟเหมาะสำหรับทาภายนอกอาคาร ข. การใช้สีทากันไฟควรทาหนาๆ จะช่วยกันไฟได้มาก ค. การใช้สีทากันไฟภายนอกอาคาร อาจถูกชะล้างออกไปได้ในเวลาไม่นาน ง. การทำให้ไม้ทนไฟมีทั้งการทาและการอัดสารบางชนิด			
15.บอกข้อดีของไม้ที่ฝั่งหรืออบแห้งแล้ว	33. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. ไม้ที่ฝั่งหรืออบแห้งแล้วทำให้น้ำหนักลดลง ลดค่าขนส่ง ข. ไม้ที่ฝั่งหรืออบแห้งแล้วจะสามารถทาสีน้ำมันได้ดีกว่า ค. ไม้ที่ฝั่งหรืออบแห้งแล้วจะทำให้ทนทานขึ้น ง. ไม้ที่ฝั่งหรืออบแห้งแล้วจะทำให้ไม้ บิด งอ แตก ร้าว ได้ง่าย			
	34. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของ ไม้ที่ฝั่งอบแห้งแล้ว ก. ราคาไม้ถูกลงเพราะลดน้ำหนักค่าขนส่ง ข. เป็นการกำจัดเชื้อเห็ดราที่อยู่ในไม้และไม่ให้มีใหม่อีก ค. แมลงจะไม่ค่อยเจาะทำลาย ง. ทำงานง่าย			
16.บอกหลักการฝั่งไม้หรืออบไม้ได้	35. ข้อใดไม่ใช่สิ่งสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการฝั่ง ไม้ด้วยกระแสอากาศ ก. อุณหภูมิ ข. ความชื้นสัมพัทธ์ ค. กระแสอากาศที่พัดผ่านไม้ที่กอง ง. การแยกประเภทของไม้			
	36. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. การคั่งพียงไม้เป็นวิธีที่เสียเวลา ข. การคั่งพียงไม้เป็นวิธีที่เปลืองเนื้อที่ ค. การคั่งพียงไม้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะกับ ไม้จำนวนมาก ง. การคั่งพียงไม้เป็นวิธีที่ช่วยให้ไม้ที่บิดร้าว คืนตัวกลับมานในทิศทางตรงกันข้าม			


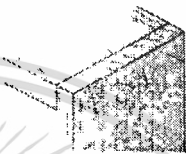

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโรงเรียนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	37. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. ไม้ที่มีหน้าตัดแฉกร้าวควรตัดส่วนที่แตกปริออกเพื่อถนอมไม้ให้ตาม ข. ไม้ที่มีความหนาค่อนข้างมากเมื่อนำมาฝั่งควรปล่อยให้กระแสน้ำผ่านไปอย่างช้าๆ และกองไม้ให้มีช่องว่างน้อยลง ค. การใช้ของเหลวชนิดที่กินน้ำได้ทาที่ส่วนหน้าตัดไม้จะสามารถป้องกันการแตกร้าวที่หัวไม้ได้ ง. ไม้ด้านที่เป็นหน้าตัด ความชื้นจะระเหยได้ช้ากว่าพื้นผิวของไม้เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดมีพื้นที่น้อยกว่า			
17.เรียกชื่อวัสดุยึดตรึงไม้ได้ถูกต้อง	38. จากรูปที่กำหนดให้ วัสดุยึดตรึงชนิดนี้เรียกว่า ก. <u>ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวเรียบ</u> ข. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวกลม ค. สลักเกลียวชนิดหัวเรียบ ง. สลักเกลียวชนิดหัวกลม 			
	39. จากรูปที่กำหนดให้ วัสดุยึดตรึงชนิดนี้เรียกว่า  ก. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวเรียบ ข. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวกลม ค. <u>ตาปูชนิดพิเศษ</u> ง. ตาปูเกลียวงานไม้ทั่วไป			
18.เลือกใช้วัสดุยึดตรึงกับงานไม้ได้อย่างเหมาะสม	40. ข้อใดไม่ใช่วิธีที่จะเพิ่มกำลังในการยึดตรึงให้กับวัสดุยึด ก. ทำเป็นเกลียวที่ตัวตาปู ข. ทำเป็นร่องแบบวงแหวนที่ตัวตาปู ค. <u>ฝั่งหัวตาปูลงในชิ้นงาน</u> ง. ขูดริมนต์หรือยางสนที่ตัวตาปู			
	41. ข้อใดไม่ถูกต้อง ก. ตาปูชนิดดอกพื้นจะมีขนาดหัวและตัวตาปูเท่ากับตาปูชนิดธรรมดา ข. ตาปูชนิดดอกพื้นแอดดอกเข้าไปในพื้นที่เรียบร้อยแล้ว หัวตาปูจะเสมอเรียบกับพื้นพอดี ค. <u>ตาปูชนิดดอกพื้น เมื่อดอกเข้าไปในพื้นที่เรียบร้อยแล้ว หากต้องการความแข็งแรงและเพิ่มกำลังในการยึดตรึงต้องฝั่งหัวตาปูลงในพื้น</u> ง. ตาปูชนิดดอกพื้น ที่หัวตาปูจะเป็นรูปทรงกรวย			

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
19.เรียกรู้วิธีการเข้าไม้ชนิดต่างๆ ได้ถูกต้อง	42. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด ก. การเปลาะไม้ ข. การเข้าชน ค. <u>การเข้าปากกบ</u> ง. การเข้าทาบ			
	43. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด ก. การเข้าชน ข. <u>การเข้าบ่า</u> ค. การเข้าปากกบ ง. การเข้าทาบ			
	44. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด ก. การเข้าชน ข. การเข้าบ่า ค. การเข้าปากกบ ง. <u>การเข้าทาบ</u>			
20.เลือกวิธีการเข้าไม้ที่เหมาะสม กับงานไม้ได้	45. วิธีการเข้าไม้ชนิดใดที่มีความแข็งแรงมากที่สุด ก. <u>การเข้าเคียว</u> ข. การเข้าบาก ค. การเปลาะไม้ ง. การเข้าทาบ			
	46. วงกบไม้ ใช้การเข้าไม้แบบใด ก. <u>แบบปากกบ</u> ข. แบบชน ค. แบบเข้าลิ้น ง. แบบเข้าเคียว			
21.เรียกรู้ชื่อชิ้นส่วนโครงสร้าง อาคารที่ทำด้วยไม้ได้ถูกต้อง	47. ชิ้นส่วน โครงสร้างที่รองรับแป คือ ก. <u>จันทัน</u> ข. คาน ค. อะเส ง. ออกไก่			
	48. ชิ้นส่วน โครงสร้างที่รองรับออกไก่คือ ก. <u>ค้ำยัน</u> ข. คาน ค. อะเส ง. <u>คั้ง</u>			

## ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

จุดประสงค์ เชิงพฤติกรรม	ข้อสอบ	คะแนนการพิจารณา		
		-1	0	+1
	49. ชั้นส่วนโครงสร้างที่รองรับพื้นคือ ก. คาน ข. <u>ตง</u> ค. อะเส ง. คร่าวไม้			
	50. ชั้นส่วนโครงสร้างส่วนที่อยู่บนสุดของโครงสร้างหลังคาคือ ก. <u>แป</u> ข. จันทัน ค. ออกไก่ ง. คั้ง			
	51. ชั้นส่วนโครงสร้างส่วนที่อยู่ใต้ดินคือ ก. คาน ข. คานคอดิน ค. เสาค่อม ง. <u>เสาเข็มไม้</u>			

ขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์ที่ท่านได้สละเวลาพิจารณาให้ค่าคะแนนแบบร่างข้อสอบเรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

ผู้วิจัยได้นำแบบร่างข้อสอบและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 คน พิจารณา ผลการพิจารณานำมาแสดงลงในตารางได้ดังนี้

ตารางที่ ๑.3 แสดงผลการพิจารณาแบบร่างข้อสอบเทียบกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
1	1	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	2	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
2	3	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	4	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	5	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
3	6	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	7	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
4	8	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	9	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
5	10	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	11	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	12	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
6	13	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	14	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
7	15	+1	+1	0	2	0.67	ใช้ได้
	16	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
8	17	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	18	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
9	19	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	20	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
10	21	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	22	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
11	23	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	24	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	25	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	26	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
12	27	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	28	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
13	29	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	30	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
14	31	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	32	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ จ.3 (ต่อ)

จุดประสงค์ ข้อที่	ข้อสอบ ข้อที่	คะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา			รวม	ค่าเฉลี่ย	สรุปผล
15	33	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	34	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
16	35	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	36	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	37	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
17	38	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	39	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
18	40	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	41	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
19	42	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	43	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	44	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
20	45	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	46	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
21	47	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	48	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	49	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	50	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้
	51	+1	+1	+1	3	1	ใช้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ.

แบบฝึกหัดท้ายบทเรียน  
เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนตอนที่ 1

คำชี้แจง แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้  
ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ข้อใดหมายถึง “Timber”

ก. ไม้ซุง

**ข. ไม้แปรรูป**

ค. ดันไม้

ง. ป่าไม้

2. ส่วนใดของต้นไม้เป็นเซลล์ที่ตายแล้ว

**ก. เปลือกนอก**

ข. เปลือกใน

ค. กระจัง

ง. ใจ

3. ส่วนใดของต้นไม้ที่มีความแข็งที่สุด

ก. เปลือก

ข. กระจัง

**ค. แก่น**

ง. ใจ

4. ส่วนใดของต้นไม้ที่มีสีเข้ม

ก. เปลือก

ข. กระจัง

**ค. แก่น**

ง. ใจ

5. ถ้าต้นไม้อยู่ในท้องถิ่นอุดมสมบูรณ์และอากาศดีเหมาะสม ระยะห่างของส่วนใดจะมีมากกว่า  
ต้นไม้ที่อยู่ในป่าแห้งแล้งและดินไม่ดี

ก. เปลือก

ข. ใจ

**ค. วงเจริญ**

ง. เยื่อเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## แบบฝึกหัดท้ายบทเรียนตอนที่ 2

คำชี้แจง แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้  
ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ข้อใดเป็นการเรียกชื่อไม้ในทางพฤกษศาสตร์

ก. ไม้พยอม

**ข. Shorea Talura Roxb (จัดอยู่ในตระกูล Shorea)**

ค. ไม้เนื้อแข็ง

ง. ไม้ซุง

2. ไม้เนื้อแข็ง จะมีความทนทานตามธรรมชาติ กี่ปี

ก. 10 ปี ขึ้นไป

**ข. 6 ปี ขึ้นไป**

ค. 4 – 6 ปี

ง. 4 ปี

3. ข้อใด จัดอยู่ในประเภทไม้เนื้อแข็ง

**ก. สัก**

ข. ดันมะพร้าว

ค. แดง

ง. ยาง

4. ข้อใดเป็นคุณสมบัติของไม้เต็ง, ไม้รัง

ก. เป็นไม้เนื้ออ่อน แคะสลักง่าย

ข. เป็น ไม้เนื้อละเอียด และสม่ำเสมอ

**ก. เป็นไม้ที่มีความแข็งแรง และทนทาน**

ง. มีน้ำหนักเบา เลื่อยไสกบ ตกแต่งได้ง่าย

5. ข้อใดใช้เป็นตัวกำหนดความแข็งแรงของ ไม้

ก. ความสามารถในการรับแรงดึง

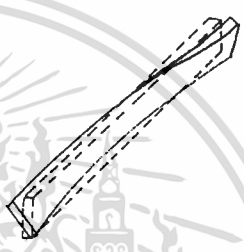
**ข. ความสามารถในการรับแรงดัด**

ค. ความสามารถในการรับแรงเฉือน

ง. ความสามารถในการรับแรงบิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดตอนที่ 3 แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด  
จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ข้อใดไม่ถูกต้อง
    - ก. ไม้บางความชื้นจะระเหยเร็วกว่าไม้หนา
    - ข. ความชื้นในเนื้อไม้หมายถึงน้ำที่อยู่ในไม้
    - ค. ตามปกติการหดตัวของไม้ตามส่วนยาวจะมีมากกว่าส่วนหน้าตัดขวาง**
    - ง. ก่อนนำไม้ที่ได้ซอຍแล้วสู่ตลาดค้าไม้ ควรจะผ่านการอบให้ความชื้นในเนื้อไม้ตามธรรมชาติออกไป
  
  2. จากรูปที่กำหนดให้ การโค้งบิดลักษณะนี้เรียกว่า
    - ก. bow
    - ข. crook
    - ค. cup
    - ง. twist**
- 
3. เมล่งที่ทำลายไม้อย่างรุนแรงและรู้จักกันแพร่หลายที่สุดคือ
    - ก. มอดซีซุຍ
    - ข. มอดเจาะเรื้อน
    - ค. มอดป่า
    - ง. ปลวก**
  4. สัตว์ที่ทำลายเนื้อไม้ซึ่งถูกใช้งานอยู่ในน้ำคือ
    - ก. ปลิง
    - ข. แผลงก่คตอน
    - ค. เพรียง**
    - ง. แบคทีเรีย
  5. คาไม้หมายถึง
    - ก. เนื้อไม้ส่วนที่อยู่ใจกลางของต้นไม้
    - ข. เนื้อไม้ส่วนที่เป็นกิ่งค่อเนื่องกับลำต้น**
    - ค. เนื้อไม้ส่วนที่เป็นแก่นไม้
    - ง. เนื้อไม้ส่วนที่ถูกแบคทีเรียกินทำให้ไม้ใช้การไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**แบบฝึกหัดตอนที่ 4** แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด  
จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. การทำไม้แปรรูป ขั้นตอนการปอกเปลือกจะอยู่ในช่วงใด
  - ก. เมื่อต้นไม้ถูกตัดล้มลงก็จะทำการปอกเปลือกทันที
  - ข. ก่อนนำซุงที่ได้ลอยไปตามน้ำ
  - ค. ก่อนนำซุงที่ได้ขึ้นรถบรรทุก
  - ง. ก่อนนำซุงเข้าสู่โรงงานแปรรูป**
2. การกานไม้หมายถึง
  - ก. การฝั่งไม้ชนิดหนึ่งให้ต้นไม้แห้งก่อนการตัด**
  - ข. การซ่อมแซมรอยแตกบริเวณหัวไม้
  - ค. การขีดท่อนซุงเป็นแพก่อนลำเลียงไปทางน้ำ
  - ง. การปอกเปลือกท่อนซุงก่อนเข้าโรงงานแปรรูป
3. วิธีการทำไม้ให้เป็นแผ่นบาง(Veneer) หมายถึงข้อใด
  - ก. การกานไม้
  - ข. การปอกไม้หรือการฝานไม้**
  - ค. การเลื่อยไม้
  - ง. การฝั่งไม้
4. การเรียกชื่อขนาดไม้แปรรูป ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.) ใช้หน่วยวัดใดในการบอกมิติ
  - ก. มิลลิเมตร**
  - ข. เซนติเมตร
  - ค. เมตร
  - ง. นิ้ว
5. ข้อใดไม่ใช่ข้อกำหนดสำหรับมาตรฐานการแปรรูปไม้
  - ก. ต้องแปรรูปให้ด้านทั้ง 4 มีความเรียบเป็นแนวเส้นตรง
  - ข. ต้องแปรรูปให้มีขนาดสม่ำเสมอเท่ากันตลอดความยาวของแผ่น
  - ค. ภาควัดขวางหัวท้ายต้องเป็นสี่เหลี่ยมด้านขนาน**
  - ง. ต้องแปรรูปให้ส่วนยาวของไม้แปรรูปขนานกับความยาวของท่อนซุง

**แบบฝึกหัดตอนที่ 5** แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ข้อใดไม่ใช่ผลดีของการใช้ ตรีโอโตผสมน้ำมันดินถ่านหิน ในการรักษาเนื้อไม้
  - ก. เป็นสารที่เป็นพิษต่อราและแมลงต่างๆ
  - ข. ไม่ละลายน้ำง่าย
  - ค. สามารถแทรกซึมเข้าไปในเนื้อไม้ได้ดี
  - ง. ไม่มีกลิ่น
2. ชื่อที่เป็นสินค้าคือ โซลิกนัม หมายถึงน้ำยารักษาเนื้อไม้ชนิดใด
  - ก. น้ำมันปริโตรเลียม
  - ข. โซเดียมฟลูออไรด์
  - ค. ตรีโอโตผสมน้ำมันดินถ่านหิน
  - ง. คอปเปอร์ซัลเฟตหรือจุนลี
3. วิธีการทำให้น้ำยารักษาเนื้อไม้เข้าไปในไม้ได้ดีและทั่วถึงในเวลาอันรวดเร็วคือ
  - ก. การเจาะแล้วอัดน้ำยา
  - ข. นำไม้จุ่มหรือแช่ในน้ำยา
  - ค. ฟัน
  - ง. ใช้ความดัน
4. ข้อใดไม่ถูกต้อง
  - ก. ไม้ที่อบน้ำยาแล้วจะมีความทนทานมากกว่าไม้ชนิดเดียวกันที่ไม่อบน้ำยา
  - ข. ไม้บางชนิดที่ทนทานอยู่แล้วเช่น ไม้แดง ไม้สัก ไม้มะค่า ไม้จำปาดงต้องอบน้ำยา
  - ค. การใช้น้ำยาทารักษาไม้ภายหลังการปลูกสร้างได้ผลดีกว่าการอัดน้ำยาไม้ก่อนใช้งาน
  - ง. การใช้ความดันช่วยให้น้ำยาซึมเข้าไปได้เกือบถึงใจกลางไม้ เป็นการป้องกันแมลงได้ดีที่สุด
5. การทำให้ไม้ทนไฟหมายถึง
  - ก. ทำให้ไม้ไหม้ไฟ
  - ข. ทำให้ไม้ติดไฟ
  - ค. ยืดระยะเวลาความทนของไม้กว่าที่ไม้จะติดไฟ
  - ง. การใช้วัสดุใดๆ หุ้มผิวไม้ไว้โดยรอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบฝึกหัดตอนที่ 6 แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ข้อใดไม่ใช่ข้อดีของไม้ที่ผึ่งอบแห้งแล้ว
  - ก. เนื้อไม้มีสีเข้มขึ้น
  - ข. ราคาไม้ถูกลงเพราะลดน้ำหนักค่าขนส่ง**
  - ค. แมลงจะไม่ค่อยเจาะทำลาย
  - ง. ทำงานง่าย
2. ข้อใดไม่ถูกต้อง
  - ก. การผึ่งไม้ด้วยกระแสอากาศถ้าปล่อยให้ตากแดด ร้อนเกินไปไม้อาจบิดร้าวได้
  - ข. การจัดกองไม้กรณีที่มีไม้หลายขนาด ควรเอาไม้ใหญ่หรือหนาไว้ข้างล่าง**
  - ค. วิธีการกองไม้ให้ดี ควรมีร่องหรือร่นเงาไม้ให้ถูกฝนหรือแดด
  - ง. ไม้ที่ผึ่งหรืออบแห้งแล้วจะกำจัดเชื้อเห็ดราที่อยู่ในไม้และไม้ให้มีใหม่
3. ข้อใดไม่ถูกต้อง
  - ก. การตั้งฟิงไม้กับฝาหรือกำแพง ทำให้แห้งไม่สม่ำเสมอ
  - ข. ไม้ที่จะนำมาตั้งฟิงจะต้องไม่เป็นไม้ที่บิดร้าวมาก่อน
  - ค. การตั้งฟิงไม้ปลายไม้ด้านบนควรไขว้กันเป็นอักษร V ให้เหลื่อมกันมากๆ**
  - ง. การตั้งฟิงไม้ปลายไม้ที่ติดพื้นขณะตั้งฟิงควรรองไม้ให้ติดดินเพื่อป้องกันตัวเห็ดราจากดิน
4. ข้อใดไม่ใช่สิ่งสำคัญที่จะต้องพิจารณาหากต้องการผึ่งไม้ด้วยกระแสอากาศ
  - ก. น้ำหนักของไม้**
  - ข. อุณหภูมิ
  - ค. กระแสอากาศ
  - ง. ความชื้นสัมพัทธ์
5. การแตกร้าวที่หน้าตัดของไม้ที่เกิดขึ้นจากการผึ่งไม้ จะแก้ไข โดยวิธีใด
  - ก. รีบตัดส่วนที่แตกปริออก เพื่อกันไม่ให้ลาม**
  - ข. ใช้ของเหลวที่กั้นน้ำได้ ทำให้ทั่วไม้ตลอดความยาวทั้งแผ่น
  - ค. ใช้ไม้รองให้กว้างขึ้น เพื่อรองรับส่วนที่ปริแตกไม่ให้ลาม
  - ง. แก้ไขไม่ได้ต้องตัดทิ้งไปทำฟืนเพราะจะแตกปริไปเรื่อยๆ

แบบฝึกหัดตอนที่ 7 แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. จากรูปที่กำหนดให้ วัสดุยึดตรึงชนิดนี้เรียกว่า

ก. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวเรียบ

ข. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวกลม

ค. สลักเกลียวชนิดหัวเรียบ

ง. สลักเกลียวชนิดหัวกลม



2. จากรูปที่กำหนดให้ วัสดุยึดตรึงชนิดนี้เรียกว่า

ก. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวเรียบ

ข. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวกลม

ค. ตาปูชนิดพิเศษ

ง. สลักเกลียว



3. จากรูปที่กำหนดให้ วัสดุยึดตรึงชนิดนี้เรียกว่า

ก. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวเรียบ

ข. ตาปูเกลียวงานไม้ชนิดหัวกลม

ค. ตาปูชนิดพิเศษ

ง. ตาปูเกลียวงานไม้ทั่วไป



4. วัสดุยึดตรึงไม้ที่ดีที่สุดเนื่องจากมีความแข็งแรงสูงไม่หลุดหรือถอนตัวได้ง่ายคือ

ก. ตาปูเกลียวงานไม้

ข. โลหะยึดตรึงชนิดลูกฟูก

ค. กาว

ง. ตาปูชนิดดอกพื้น

5. โลหะที่ใช้ในการทำตาปูส่วนใหญ่คือ

ก. อะลูมิเนียม

ข. เหล็กอบสังกะสี

ค. เหล็กหล่อ

ง. เหล็กกล้าอะมุน

แบบฝึกหัดตอนที่ 8 แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

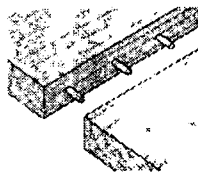
1. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด

ก. การเพลาะไม้

ข. การเข้าชน

ค. การเข้าลิ้น

ง. การเข้าปากกบ



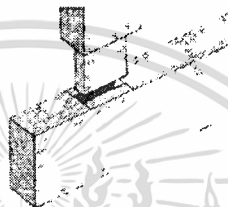
2. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด

ก. การเพลาะไม้

ข. การเข้าปากกบ

ค. การเข้าลิ้น

ง. การเข้าเดือย



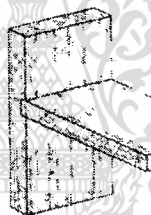
3. จากรูปที่กำหนดให้ เป็นวิธีการเข้าไม้แบบใด

ก. การเข้าปากกบ

ข. การเข้าชน

ค. การเข้าลิ้น

ง. การเข้าบ่า



4. วิธีการเข้าไม้ชนิดใดที่มีความแข็งแรงกว่าการเข้าไม้แบบอื่นๆ ทั้งหมด

ก. การเข้าเดือย

ข. การเข้าบาก

ค. การเพลาะไม้

ง. การเข้าทาบ

5. วิธีการเข้าไม้ที่ดีและแข็งแรง แต่ทำค่อนข้างยากคือ

ก. การเข้าทางเหยี่ยว

ข. การเข้าลิ้น

ค. การเพลาะไม้

ง. การเข้าปากกบ

แบบฝึกหัดตอนที่ 9 แบบฝึกหัดมีทั้งหมด 5 ข้อ จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุด  
จากตัวเลือกที่กำหนดให้ ได้แก่ ข้อ ก. ข. ค. และ ง.

1. ชั้นส่วนโครงสร้างหมายเลข 1 เรียกว่า

ก. แป

ข. จันทัน

ค. คั้ง

ง. ออกไก่

2. ชั้นส่วนโครงสร้างหมายเลข 2 เรียกว่า

ก. แป

ข. จันทัน

ค. คั้ง

ง. ออกไก่

3. ชั้นส่วนโครงสร้างหมายเลข 3 เรียกว่า

ก. แป

ข. จันทัน

ค. คั้ง

ง. ออกไก่

4. ชั้นส่วนโครงสร้างหมายเลข 4 เรียกว่า

ก. แป

ข. จันทัน

ค. คั้ง

ง. ออกไก่

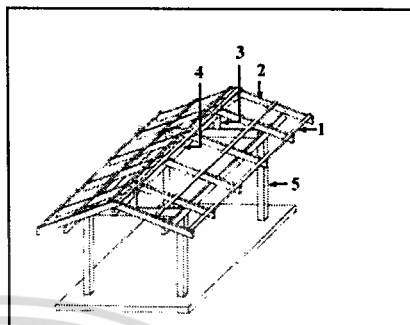
5. ชั้นส่วนโครงสร้างหมายเลข 5 เรียกว่า

ก. เสา

ข. จันทัน

ค. คั้ง

ง. คาน

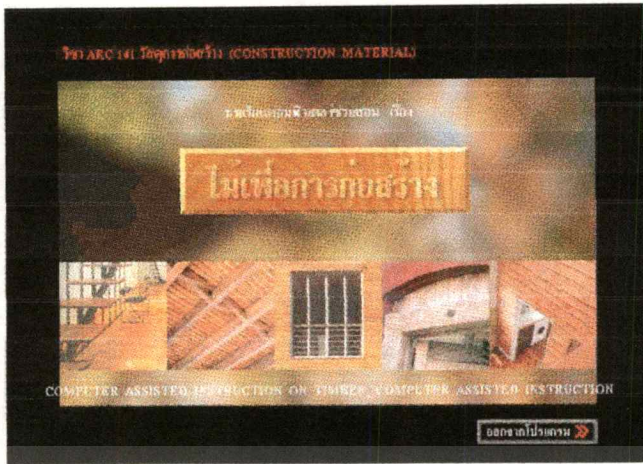


ภาคผนวก ข.

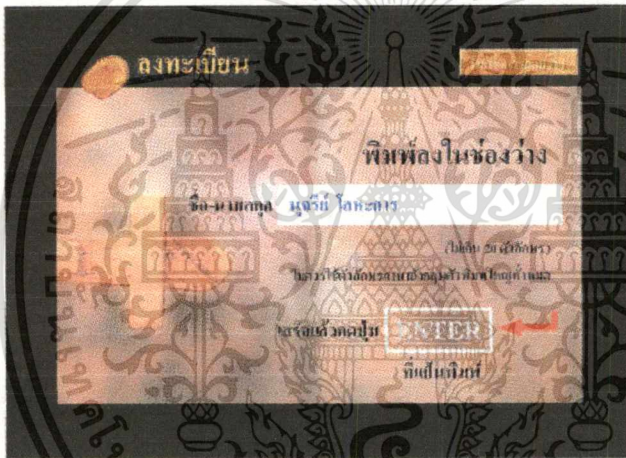
ตัวอย่างหน้าจอแสดง  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้ เพื่อการก่อสร้าง



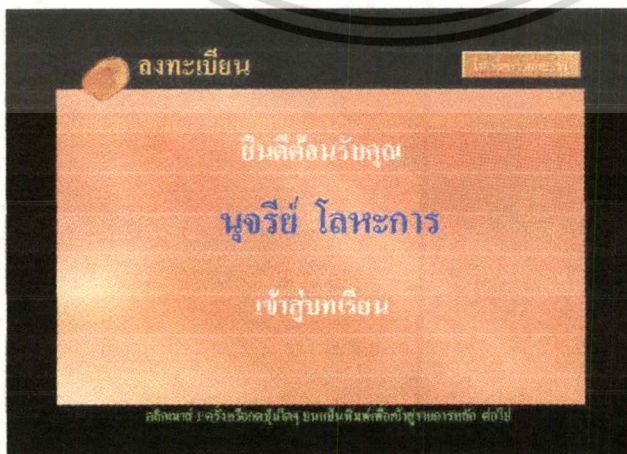
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.1 แสดงภาพหน้าจ่อเริ่มต้น



ภาพที่ ข.2 แสดงภาพหน้าจ่อลงทะเบียน

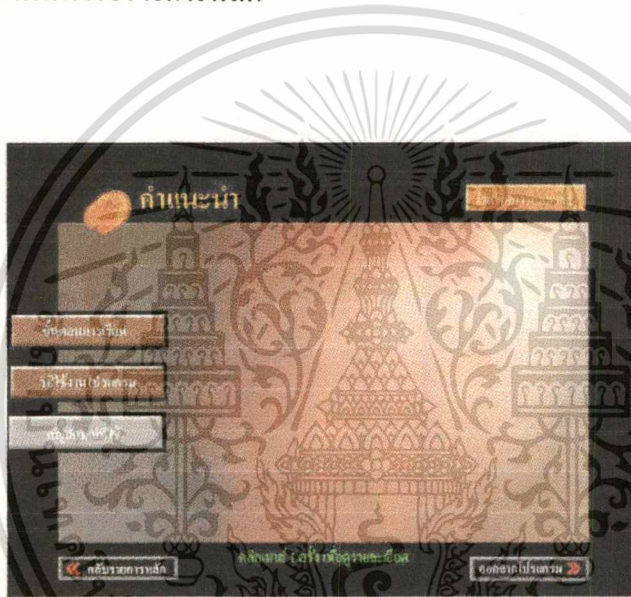


ภาพที่ ข.3 แสดงภาพหน้าจ่อยินดีต้อนรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.4 แสดงภาพหน้าจอรายการหลัก



ภาพที่ ข.5 แสดงภาพหน้าจอคำแนะนำ 1

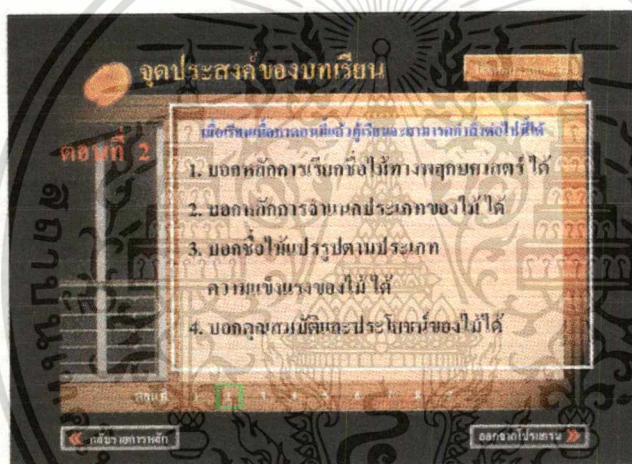


ภาพที่ ข.6 แสดงภาพหน้าจอคำแนะนำ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.7 แสดงภาพหน้าจอจุดประสงค์ 1



ภาพที่ ข.8 แสดงภาพหน้าจอจุดประสงค์ 2



ภาพที่ ข.9 แสดงภาพหน้าจอเนื้อหาบทเรียน 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.10 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.11 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.12 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 1 (เนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.13 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.14 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (สารบัญ)

2.2 การจำแนกประเภทของไม้ ตอนที่ 2

การแปรรูปไม้ให้อายุยืนยาวขึ้นทำได้โดยความชื้นหรือความหนาแน่นตามธรรมชาติ เป็น 3 ประเภท คือ

ความชื้นสูง	ความชื้นระดับกลาง	ความชื้นต่ำ
ไม้เนื้อแข็ง	สูงกว่า 1,000	สูง 600-1,000
ไม้เนื้อปานกลาง	สูง 600	สูง 2-6
ไม้เนื้ออ่อน	ต่ำกว่า 600	ต่ำกว่า 2

ความชื้นของไม้ที่เก็บไว้ใช้ภายในอาคาร  
 ความชื้นในไม้ 12% หรือต่ำกว่า 16%

ความแข็งแรงของไม้ที่แห้งสูงกว่าไม้สด 1.5 เท่า

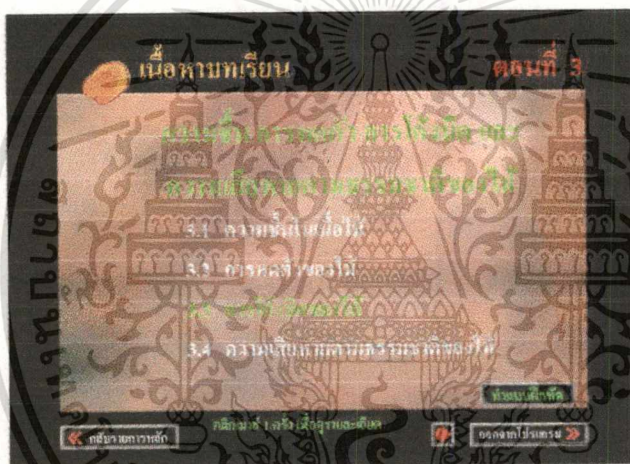
คลิกเมาส์ 1 ครั้ง เพื่อดูรายละเอียด

ภาพที่ ข.15 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 2 (เนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.16 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (พื้นหลัง)

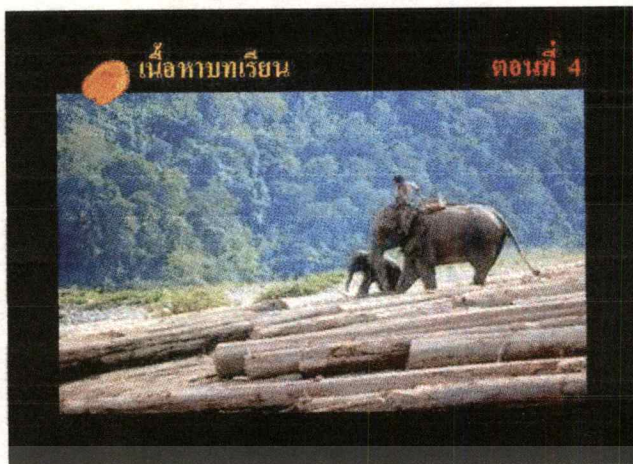


ภาพที่ ข.17 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (สารบัญ)

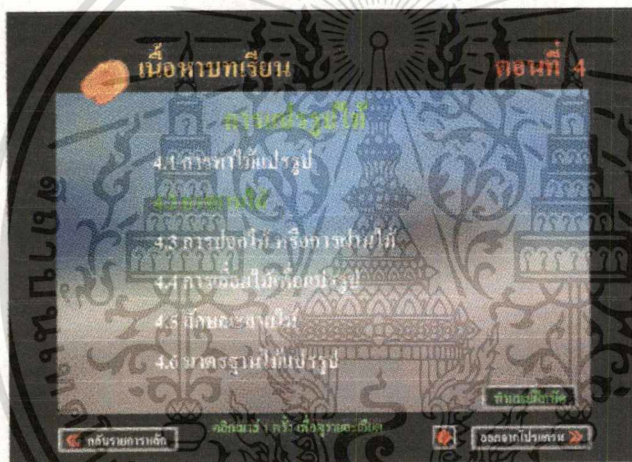


ภาพที่ ข.18 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 3 (เนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.19 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.20 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.21 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 4 (เนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

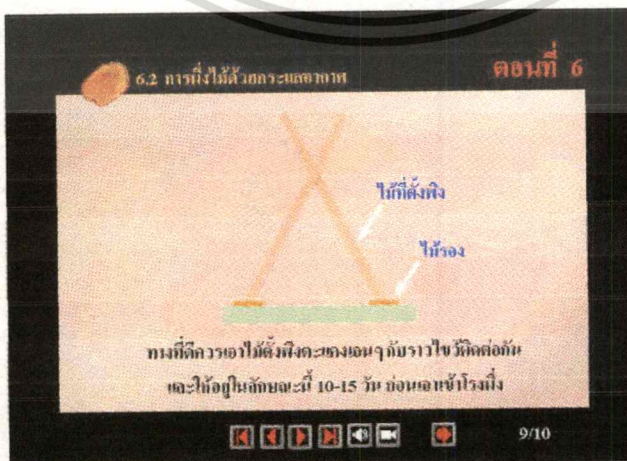




ภาพที่ ข.25 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.26 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.27 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 6 (เนื้อหา)

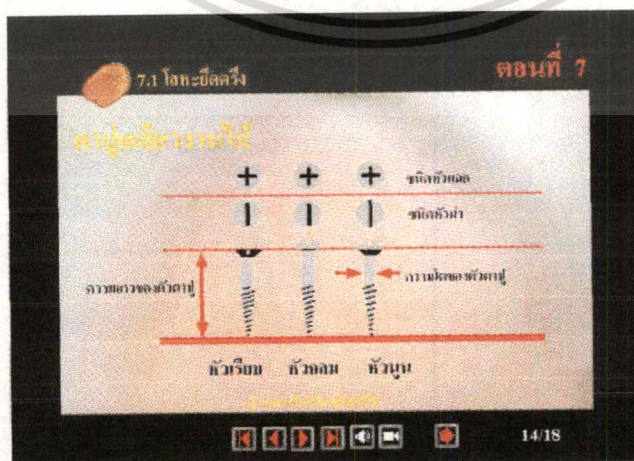
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.28 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.29 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.30 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 7 (เนื้อหา)

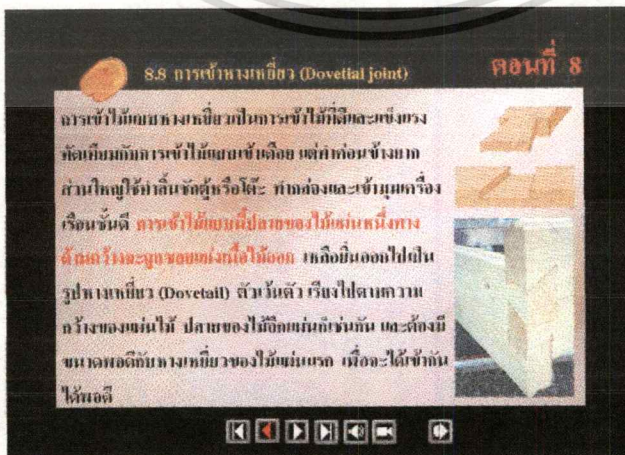
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.31 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (พื้นหลัง)



ภาพที่ ข.32 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.33 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 8 (เนื้อหา)

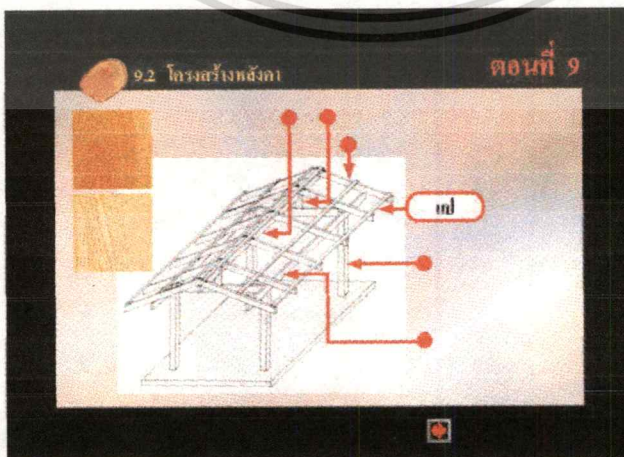
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.34 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (พื้นหลัง)

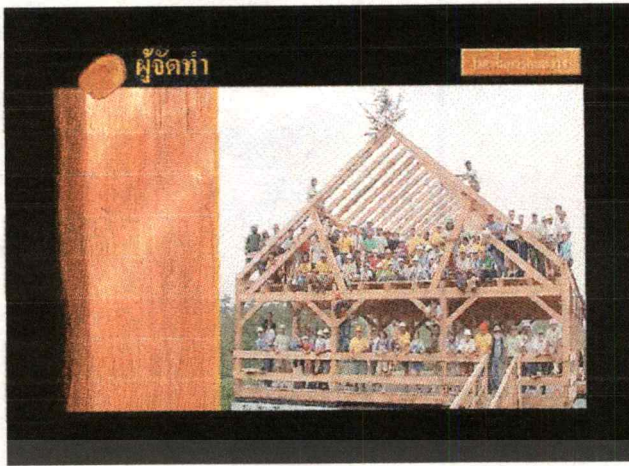


ภาพที่ ข.35 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (สารบัญ)



ภาพที่ ข.36 แสดงภาพหน้าจอบทเรียนตอนที่ 9 (เนื้อหา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.37 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (พื้นหลัง)

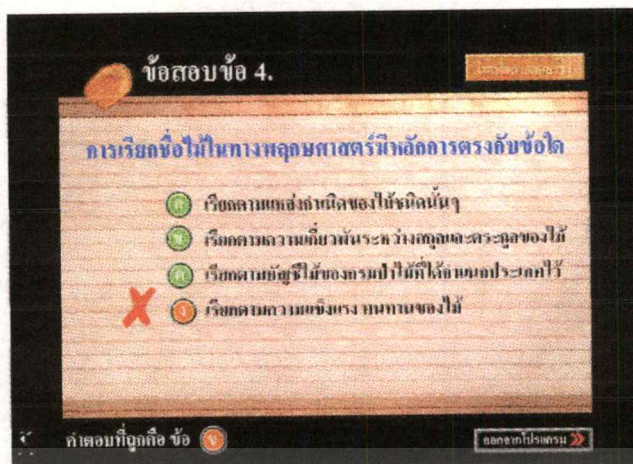


ภาพที่ ข.38 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (สารบัญ)



ภาพที่ ข.39 แสดงภาพหน้าจอผู้จัดทำ (รายการ)

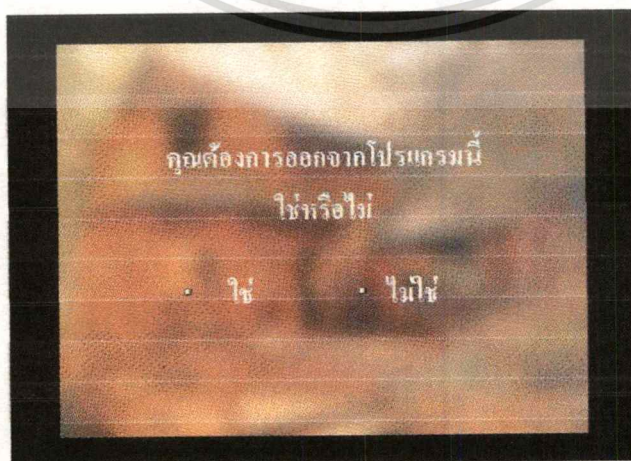
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ ข.40 แสดงภาพหน้าจอข้อสอบ



ภาพที่ ข.41 แสดงภาพหน้าจอแสดงคะแนน



ภาพที่ ข.42 แสดงภาพหน้าจอก่อนจบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข.

### การคำนวณค่าทางสถิติ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ข.1 แสดงค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t

df	ระดับนัยสำคัญกรณีทดสอบทางเดียว					
	.10	.05	.025	.01	.005	.0005
	ระดับนัยสำคัญกรณีทดสอบสองหาง					
	.20	.10	.05	.02	.01	.001
1	3.078	6.314	12.706	31.821	63.657	636.619
2	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	31.598
3	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	12.941
4	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	8.610
5	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	6.859
6	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	5.959
7	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	5.405
8	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	5.041
9	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	4.781
10	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	4.587
11	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	4.437
12	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	4.318
13	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	4.221
14	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	4.140
15	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	4.073
16	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	4.015
17	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.965
18	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.922
19	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.883
20	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.850
21	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.819
22	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.792
23	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.767
24	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.745
25	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.725
26	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.707
27	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.690
28	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.674
29	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.659

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกของแบบร่างข้อสอบ

เลือกใช้ข้อสอบที่มี ค่า  $P = 0.20-0.80$  ค่า  $r$  ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

ตารางที่ ข.2 แสดงรายการค่าคะแนนที่คำนวณค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (r) เพื่อเลือกนำไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อ	P	r	สรุปผลการตัดสินใจ	ข้อ	P	r	สรุปผลการตัดสินใจ
1	0.47	0.53	ใช้ได้	27	0.63	0.20	ใช้ได้
2	0.57	0.47	ใช้ได้	28	0.30	0.33	ใช้ได้
3	0.40	0.40	ใช้ได้	29	0.30	0.06	ใช้ไม่ได้
4	0.30	0.06	ใช้ไม่ได้	30	0.60	0.27	ใช้ได้
5	0.53	0.27	ใช้ได้	31	0.53	0.27	ใช้ไม่ได้
6	0.43	0.33	ใช้ได้	32	0.37	0.33	ใช้ได้
7	0.37	0.06	ใช้ไม่ได้	33	0.50	0.47	ใช้ได้
8	0.40	0.27	ใช้ได้	34	0.37	0.06	ใช้ไม่ได้
9	0.40	0.27	ใช้ได้	35	0.37	0.27	ใช้ได้
10	0.80	0.27	ใช้ได้	36	0.53	0.27	ใช้ได้
11	0.53	0.27	ใช้ได้	37	0.20	0.27	ใช้ได้
12	0.67	0.27	ใช้ได้	38	0.26	0.40	ใช้ได้
13	0.63	0.47	ใช้ได้	39	0.06	0.13	ใช้ไม่ได้
14	0.47	0.27	ใช้ได้	40	0.40	0	ใช้ไม่ได้
15	0.20	0	ใช้ไม่ได้	41	0.43	0.33	ใช้ได้
16	0.53	0.53	ใช้ได้	42	0.33	0.40	ใช้ได้
17	0.17	0.67	ใช้ไม่ได้	43	0.60	0.27	ใช้ได้
18	0.40	0.27	ใช้ได้	44	0.60	0.13	ใช้ไม่ได้
19	0.27	0.06	ใช้ไม่ได้	45	0.70	0.47	ใช้ไม่ได้
20	0.67	0.27	ใช้ได้	46	0.23	0.47	ใช้ได้
21	0.20	0.13	ใช้ไม่ได้	47	0.80	0.27	ใช้ได้
22	0.47	0.53	ใช้ได้	48	0.67	0.27	ใช้ได้
23	0.50	0.47	ใช้ได้	49	0.77	0.33	ใช้ได้
24	0.37	0.33	ใช้ได้	50	0.47	0.27	ใช้ได้
25	0.20	0.13	ใช้ไม่ได้	51	0.20	0.13	ใช้ไม่ได้
26	0.40	0.27	ใช้ได้				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ๓.3 แสดงค่าคะแนนที่คำนวณเพื่อวิเคราะห์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ลำดับ	ข้อที่นำมาใช้	X	X <sup>2</sup>	p	q	pq
1	1	14	196	0.47	0.53	0.25
2	3	12	144	0.40	0.60	0.24
3	5	16	256	0.53	0.47	0.25
4	6	13	169	0.43	0.57	0.25
5	9	12	144	0.40	0.60	0.24
6	11	16	256	0.53	0.47	0.25
7	12	20	40	0.67	0.33	0.22
8	13	19	361	0.63	0.37	0.23
9	16	16	256	0.53	0.47	.25
10	18	12	144	0.40	0.60	0.24
11	20	20	40	0.67	0.33	0.22
12	22	14	196	0.47	0.53	0.25
13	23	15	225	0.50	0.50	0.25
14	24	11	121	0.37	0.63	0.23
15	26	1	144	0.40	0.60	0.24
16	27	19	361	0.63	0.37	0.23
17	30	18	324	0.60	0.40	0.24
18	32	11	121	0.37	0.63	0.23
19	33	15	225	0.50	0.50	0.25
20	35	12	144	0.40	0.60	0.24
21	36	16	256	0.53	0.47	0.25
22	38	8	64	0.27	0.73	0.20
23	41	13	169	0.43	0.53	0.11
24	42	1	100	0.33	0.67	0.22
25	43	18	324	0.60	0.40	0.24
26	46	7	49	0.23	0.77	0.18
27	47	24	576	0.80	0.20	0.16
28	48	20	400	0.67	0.33	0.22
29	49	23	529	0.77	0.23	0.18
30	50	14	196	0.47	0.53	0.25
		$\sum X = 45$	$\sum X^2 = 7,250$			$\sum pq = 6.81$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผู้วิจัยใช้สูตรหาค่าความเชื่อมั่นของ Kuder Richardson โดยใช้สูตร KR-20 (บุญชม ศรีสะอาด. 2543 : 85-86 )

$$r_{tt} = \frac{K}{K-1} \left[ 1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right]$$

เมื่อ

$r_{tt}$  = ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

$k$  = จำนวนข้อสอบ

$p$  = สัดส่วนของคนทำถูกในข้อหนึ่งๆ

=  $\frac{R}{N}$  เมื่อ  $R$  แทนจำนวนของผู้ตอบถูกและ  $N$  แทนจำนวนผู้สอบ

$q$  = สัดส่วนของผู้ทำผิดในข้อหนึ่งๆ =  $1 - P$

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

แทนค่าได้ดังนี้

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{30}{30-1} \left[ 1 - \frac{6.81}{17.24} \right] \\ &= 0.624 \end{aligned}$$

ได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบเท่ากับ 0.624

## การคำนวณหาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ

คำนวณจากสูตร

$$s^2 = \frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ  $s^2$  = ความแปรปรวน  
 $\sum X^2$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง  
 $(\sum X)^2$  = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง  
 $n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

แทนค่าได้ดังนี้

$$\begin{aligned} s^2 &= \frac{30(7,250) - (202,500)^2}{30(30-1)} \\ &= 17.24 \end{aligned}$$

ได้ค่าความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั้งฉบับ = 17.24

ตารางที่ ๗.4 แสดงค่าคะแนนจากผลการทำแบบฝึกหัดและข้อสอบของนักศึกษาที่เป็นกลุ่มทดลอง

ผู้เรียนคนที่	ได้คะแนนแบบฝึกหัด(คะแนนเต็ม 45)	ได้คะแนนข้อสอบ(คะแนนเต็ม 30)
1	24	18
2	32	24
3	36	25
4	31	22
5	41	26
6	32	21
7	32	24
8	41	23
9	37	28
10	35	25
11	35	19
12	31	17
13	29	22
14	38	25
15	38	28
16	40	28
17	40	28
18	36	25
19	41	26
20	38	28
	$\Sigma X = 707$	$\Sigma F = 482$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง

หาประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้สูตร (ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520 : 136)

$$E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

$$E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ

$E_1$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของขบวนการ)

$E_2$  = คะแนนเฉลี่ยของนักศึกษาที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบท้ายบทเรียนคิดเป็นร้อยละ (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

$\sum X$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบฝึกหัดก่อนเรียน

$\sum F$  = คะแนนรวมที่ตอบถูกของแบบทดสอบหลังเรียน (ข้อสอบ)

$N$  = จำนวนผู้เรียน

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดก่อนเรียน

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

แทนค่าได้ดังนี้

$$E_1 = \frac{707}{45} \times 100$$

$$= 78.56 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

$$E_2 = \frac{482}{30} \times 100$$

$$= 80.33 \text{ เปอร์เซ็นต์}$$

ตารางที่ ข.5 แสดงค่าคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่ม  
ทดลองและกลุ่มควบคุม

กลุ่มทดลอง			กลุ่มควบคุม		
ผู้เรียนคนที่	$X_1$	$X_1^2$	ผู้เรียนคนที่	$X_2$	$X_2^2$
1	22	484	1	27	729
2	17	289	2	20	400
3	19	361	3	25	625
4	25	625	4	20	400
5	28	784	5	9	81
6	23	529	6	20	400
7	24	576	7	17	289
8	21	441	8	23	529
9	26	676	9	21	441
10	22	484	10	20	400
11	25	625	11	19	361
12	24	576	12	19	361
13	18	324	13	15	225
14	25	625	14	17	289
15	28	784	15	14	196
16	28	784	16	14	196
17	28	784	17	12	144
18	25	625	18	9	81
19	26	676	19	9	81
20	28	784	20	10	100
	482	11,836		340	6,328

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## การคำนวณหาค่าเฉลี่ยการของกลุ่มทดลอง ( $X_1$ ) และกลุ่มควบคุม ( $X_2$ )

หาค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้ คำนวณจากสูตร

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

เมื่อ

$$\begin{aligned} \bar{X} &= \text{ค่าเฉลี่ย} \\ \sum X &= \text{ผลรวมของคะแนน} \\ n &= \text{จำนวนนักศึกษาในกลุ่ม} \end{aligned}$$

แทนค่าได้ดังนี้

$$\bar{X}_1 = \frac{482}{20}$$

$$= 24.1$$

$$\bar{X}_2 = \frac{340}{20}$$

$$= 17$$

## การคำนวณหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนจากแบบทดสอบ คำนวณจากสูตร

$$S = \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ  $S$  = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$  = ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$(\sum X)^2$  = กำลังสองของผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  = จำนวนคะแนนทั้งหมด

กลุ่มทดลอง แทนค่าได้ดังนี้

$$\begin{aligned} S_1 &= \sqrt{\frac{20(11,836) - (482)^2}{20(20-1)}} \\ &= 3.4 \end{aligned}$$

กลุ่มควบคุม แทนค่าได้ดังนี้

$$\begin{aligned} S_2 &= \sqrt{\frac{20(6,328) - (340)^2}{20(20-1)}} \\ &= 5.37 \end{aligned}$$

## การคำนวณหาค่าความแปรปรวน

หาค่าความแปรปรวน คำนวณจากสูตร

$$s^2 = \frac{n\sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

เมื่อ

$$s^2 = \text{ความแปรปรวน}$$

$$\sum x^2 = \text{ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง}$$

$$(\sum x)^2 = \text{ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง}$$

$$n = \text{จำนวนคะแนนทั้งหมด}$$

กลุ่มทดลอง แทนค่าได้ดังนี้

$$S_1^2 = \frac{20(11,836) - (482)^2}{20(20-1)}$$

$$= 11.57$$

กลุ่มควบคุม แทนค่าได้ดังนี้

$$S_2^2 = \frac{20(6,328) - (340)^2}{20(20-1)}$$

$$= 28.84$$

## การคำนวณหาค่า t-test กรณีความแปรปรวนไม่เท่ากัน

กรณีที่ความแปรปรวนของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมไม่เท่ากัน คำนวณจากสูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2}}}$$

แทนค่าได้ดังนี้

$$t = \frac{24.1 - 17}{\sqrt{\frac{11.57}{20} + \frac{28.84}{20}}}$$

=

$$\frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} + \frac{S_2^2}{n_2} \right] 2}{\frac{\left[ \frac{S_1^2}{n_1} \right] 2}{n_1 - 1} + \frac{\left[ \frac{S_2^2}{n_2} \right] 2}{n_2 - 1}}$$

df

$$= \frac{\left[ \frac{11.57}{20} + \frac{28.84}{20} \right] 2}{\frac{\left[ \frac{11.57}{20} \right] 2}{19} + \frac{\left[ \frac{28.84}{20} \right] 2}{19}}$$

$$= 14.07$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ.

## หนังสือราชการต่างๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์ อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคนิคศึกษา ที่ได้รับอนุมัติ ให้ดำเนินการดังนี้

นางนุจรีย์ โลหะการ รหัสประจำตัว 42064513 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง (COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION ON TIMBER)" โดยมี รศ.ดร.สุพิทย์ กาญจนพันธ์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ผศ.ดร.พรณิ ลีฤกษ์วัฒน์ เป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2544

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ ให้เสร็จสิ้นภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๒ กันยายน พ.ศ.2544

(รศ.ผ่องพรรณ รัตนวันต์)

รองคณบดีฝ่ายบริหาร

รักษาราชการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504 / 4001

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

17 กันยายน 2544

เรื่อง ขอความร่วมมือให้นักศึกษาเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรน วิริยะสมบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย 1. คำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 เล่ม  
2. ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นางนุจรีย์ โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ” และได้รับอนุมัติหัวข้อและคำโครงการวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 31 สิงหาคม 2544 ในการทำวิจัยเรื่องนี้นักศึกษาจำเป็นต้องเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบ และการทดลองสอนภายในคณะของท่าน คณะกรรมการอุตสาหกรรมจึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้นักศึกษาทำการเก็บข้อมูล เพื่อการวิจัยโดยใช้แบบทดสอบ และการทดลองสอนภายในคณะของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่าน มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 327-1199, 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 3269040



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ศาสตราจารย์เรืองศักดิ์ กันตะบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรี โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรี โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุธน วิริยะสมบูรณ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรี โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาวิทยาลัย สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ  
ด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของ  
ท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรี โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

ไม่วารสิทธิ์ใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ชาติ ไกรฤกษ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรี โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุดมศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบด้านเนื้อหา ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรี โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๙ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์ชินภัทร กันตะบุตร

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรี โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ  
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผล  
การตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรี โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040

เอกสารที่ส่งมอบไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๕ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์กมล เกียรติเรืองกมล

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรีย์ โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุตสาหกรรม  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุตสาหกรรมพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ  
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผล  
การตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรีย์ โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โทรสาร.3269040



ที่ ทม 1504 / 3837

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๖ กันยายน 2544

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจเครื่องมือการวิจัย

เรียน อาจารย์รักษธรรม สัตถกะชาติ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบทดสอบด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เพื่อการวิจัย จำนวน 1 ชุด

ด้วย นางนุจรีย์ โลหะการ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรอุดมศึกษา  
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา จะทำวิทยานิพนธ์  
เรื่อง “ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง ไม้เพื่อการก่อสร้าง ”

คณะกรรมการอุดมศึกษาพิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง  
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจเครื่องมือการวิจัยเกี่ยวกับแบบทดสอบ  
ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ดังที่แนบมาพร้อมนี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผล  
การตรวจของท่านจะช่วยให้การเก็บข้อมูลของ นางนุจรีย์ โลหะการ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อ โปรดทราบและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณ  
เป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

( นายณรงค์ พิมสาร )

รองคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร.327-1199 , 737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร.3269040

ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ประวัติผู้เขียน

นางนุจรีย์ โลหะการ เกิดเมื่อวันที่ 21 เดือนกรกฎาคม พ.ศ. 2508 ที่อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาสถาปัตยกรรมบัณฑิต สาขาสถาปัตยกรรม เกียรตินิยมอันดับสอง จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเมื่อ ปี พ.ศ. 2532

ปัจจุบันทำงานที่ มหาวิทยาลัยรังสิต ตำแหน่งอาจารย์ประจำคณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

