

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON IRON MAKING

นภมณ สากุล
NAPAMON SAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาทางหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาระดับปริญญาตรี

คณะศึกษาศาสตร์อุตรดิตถ์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KOJITL-2010-ED-M-215-042

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON IRON MAKING



นภมณ สากุล

NAPAMON SAKUL

Ab'ed

เลขหมู่.....**110609**
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี...- ๑ 11๒ 2553

b.....1225566X
i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2553

KMITL-2010-ED-M-215-042

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON IRON MAKING

NAPAMON SAKUL

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

2010

KMITL-2010-ED-M-215-042

COPYRIGHT 2010

FACULTY OF INDUSTRY EDUCATION

KING MONGKUT' S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก
Computer - Assisted Instruction on Iron Making
นักศึกษา นางสาวนภมณ สากล
รหัสประจำตัว 50063707
ปริญญา ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม รองศาสตราจารย์ อรรถพร ฤทธิเกิด

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.ศิริรัตน์	เพชรแสงศรี	ศิริรัตน์ เพชรแสงศรี
รศ.ดร.ฉันทนา	วิริยเวชกุล	ฉันทนา วิริยเวชกุล
รศ.อรรถพร	ฤทธิเกิด	อ.อรรถพร
ผศ.ไพฑูรย์	พิมพ์ดี	พิมพ์ดี
รศ.ดร.สุพิทย์	กาญจนพันธุ์	สุพิทย์

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ 9 เมษายน 2553 เวลา 13.00 น. เป็นต้นไป

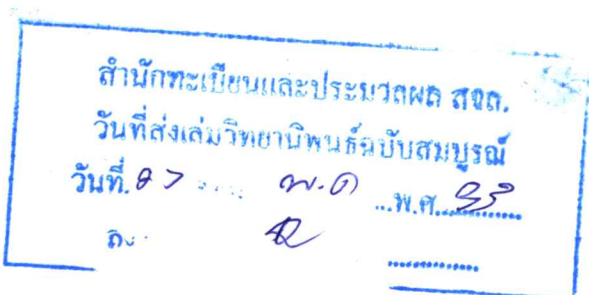
สถานที่สอบ ณ ห้องเรียนปริญญาเอก คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมรับรองแล้ว

(รองศาสตราจารย์ พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์)

คณบดี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

วันที่ 29 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2553



หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก
นักศึกษา	นางสาวนภมณ สากุล
รหัสประจำตัว	50063707
ปริญญา	ครุศาสตรบัณฑิต สาขาศึกษาศาสตร์
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา
พ.ศ.	2553
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร. จันทนา วิริยะเวชกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	รองศาสตราจารย์ อรรถพร ฤทธิเกิด

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 สาขาวิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 60 คน จากจำนวนประชากร 70 คน ซึ่งทำการเลือกโดยวิธีสุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีจับฉลาก แบ่งนักศึกษาออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน คือกลุ่มที่ทดลองเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหาจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลอง โดยเปรียบเทียบกับเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ต้องไม่ต่ำกว่า 80 : 80 จากนั้นนำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่ได้เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุม โดยวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติด้วยวิธี Independent Sample t-test

ผลการวิจัยสรุปว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก มีประสิทธิภาพ $E_1 : E_2$ เท่ากับ 87.29 : 85.25 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Thesis Title	Computer-Assisted Instruction on Iron Making
Student	Miss Napamon Sakul
Student ID	50063707
Degree	Master of Industrial Education
Programme	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2010
Thesis Advisor	Associate Professor Dr. Chantana Viriyavejakul
Thesis Co-Advisor	Associate Professor Attaporn Ridhikerd

ABSTRACT

The purposes of this research were to construct and to find out the efficiency of Computer-Assisted Instruction on Iron Making and compare learning achievement between the subjects learning with Computer-Assisted Instruction and the subjects learning with traditional method.

The sample of this study were 60 students randomly selected from 70 of graduate students in the academic year 2009 who registered in Metal Design-1 for Architecture Program in Industrial Design, faculty of architecture, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang (KMITL). They were divided into two groups. Each group was composed of 30 students. The experimental group was taught by Computer-Assisted Instruction lessons, and controlled group was taught by regular lesson.

The efficiency of Computer-Assisted Instruction was obtained from achievement scores of sub-tests and scores of post test by using the criterion set 80:80. Then, the result would be statistically compared with those of controlled group by using the Independent Sample t-test.

The results of the study were as follows:

1. The effectiveness of Computer-Assisted Instruction lesson on Iron Making met effectiveness criteria at 87.29 : 85.25 in accordance with the required criteria at 80:80.
2. The learning efficiency of the Computer-Assisted Instruction group was better than those of the regularly instructed group; having the significance level of 0.05

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์จาก รศ. ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อรรรตพร ฤทธิเกิด อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือ ตั้งแต่การวางแผนและทำงานวิจัยนี้ รวมถึงช่วยตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย พร้อมทั้งการปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ตลอดจนแนะแนวทางในการดำเนินการจัดทำวิทยานิพนธ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์เป็นอย่างยิ่งและกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์มา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. กรรณชัย กัลยาศิริ ว่าที่ร้อยตรีชัยรักษ์ ติปัญญา ดร.ชนิษฐา วงษ์สีดาแก้ว ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงเนื้อหาให้ครอบคลุมและถูกต้อง ขอขอบพระคุณ นางสาวนฤมล ชีระศักดิ์ นายอุดม นิลรัตน์สุวรรณ นางโสภาวรรณ พรนพรัตน์ ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิค ที่กรุณาให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำ และตรวจสอบแก้ไข ปรับปรุงให้ได้เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่มีคุณภาพสูงสุด

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ-คุณแม่ ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่น้องทุกคนที่ได้ให้ความรักให้กำลังใจ ให้การสนับสนุนและช่วยเหลือทุก ๆ ด้านตลอดมา

ขอขอบคุณเพื่อน ๆ และ พี่ ๆ นักศึกษา สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะ และเทคนิคศึกษา รุ่นที่ 12 และ รุ่นที่ 13 ทุกคนที่คอยให้กำลังใจ ช่วยเหลือ

ประโยชน์และคุณค่า จากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ที่อำนวยความสะดวกการศึกษาในด้านต่าง ๆ ผู้วิจัยขอมอบความดีเหล่านี้ให้กับผู้มีพระคุณทุก ๆ ท่าน

นภมณ สากุล

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	3
1.3 สมมุติฐานของการวิจัย.....	3
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 ข้อตกลงเบื้องต้น.....	5
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	6
บทที่ 2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	8
2.1 ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร.....	8
2.2 หลักสูตรรายวิชาการออกแบบงานโลหะ 1.....	9
2.3 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.....	11
2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
2.5 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน.....	24
2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	47
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	51
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	53
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	53
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	53

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	62
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	64
3.5 สถิติที่ใช้การวิเคราะห์ข้อมูล.....	65
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	69
4.1 ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธี ผลิตโลหะเหล็กการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม.....	70
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	71
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	72
5.2 อภิปรายผล.....	72
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	74
บรรณานุกรม.....	76
ภาคผนวก	79
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	80
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	83
ภาคผนวก ค รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	85
ภาคผนวก ง แบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและ หาประสิทธิภาพของบทเรียน.....	117
ภาคผนวก จ ภาพตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	134
ประวัติผู้เขียน.....	143

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1	แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ด้านเนื้อหา.....61
3.2	แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....61
4.1	แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น.....69
4.2	แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง.....70
ค.1	แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....86
ค.2	แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....88
ค.3	แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับ เนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก.....92
ค.4	แสดงการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหาเกี่ยวกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม.....93
ค.5	แสดงค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก.....98
ค.6	แสดงแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกที่เหมาะสม.....102
ค.7	แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน.....106
ค.8	แสดงค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ.....107
ค.9	แสดงผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน.....111
ค.10	แสดงผลคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและควบคุมเพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....113

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
ภาพที่ 3.1 Flowchart แสดงขั้นตอนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธี การผลิตโลหะเหล็ก.....	56
ภาพที่ 3.2 Flowchart แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน	59
ภาพที่ 3.3 Flowchart แสดงขั้นตอนการสร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก.....	62
ภาพที่ จ.1 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรม.....	135
ภาพที่ จ.2 แสดงหน้าจอลงทะเบียน.....	135
ภาพที่ จ.3 แสดงหน้าจอต้อนรับเข้าสู่บทเรียน.....	136
ภาพที่ จ.4 แสดงหน้าจอคำแนะนำ.....	136
ภาพที่ จ.5 แสดงหน้าจอเมนูหลัก.....	137
ภาพที่ จ.6 แสดงหน้าจอภาพเนื้อหา.....	137
ภาพที่ จ.7 แสดงหน้าจอเข้าสู่แบบฝึกหัดระหว่างเรียน	138
ภาพที่ จ.8 แสดงหน้าจอแบบฝึกหัดระหว่างเรียน	139
ภาพที่ จ.9 แสดงหน้าจอผลคะแนนหลังทำแบบทดสอบระหว่างเรียน.....	140
ภาพที่ จ.10 แสดงหน้าจอเข้าสู่แบบทดสอบหลังเรียน.....	140
ภาพที่ จ.11 แสดงหน้าจอแบบทดสอบหลังเรียน.....	141
ภาพที่ จ.12 แสดงหน้าจอสรุปคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน.....	142
ภาพที่ จ.13 แสดงหน้าจอเลือกออกจากบทเรียน.....	142

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

การจัดการเรียนการสอนในวิชาการออกแบบงานโลหะ1 (Metal Design) ให้บรรลุผลตามความมุ่งหมายของหลักสูตรได้ต้องมีการพัฒนาอย่างสม่ำเสมอ และจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะในสาขาวิชาที่มีการพัฒนาทางด้านเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว (ศักดิ์ดา ปรากฏ์ประทานพร. 2530:100)

ปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนเนื้อหาให้ผู้สอนต้องมีการวางแผนและพัฒนาระบบการสอน จัดหาระบบการสอน อุปกรณ์ช่วยสอนที่ทันสมัยอยู่เสมอ จึงจะทำให้ผู้เรียน เข้าใจสิ่งที่สอนได้ง่ายขึ้น และสามารถพัฒนาความรู้ตามการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีที่มีการพัฒนาตลอดเวลา

วิชาการออกแบบงานโลหะ1 เป็นวิชาหลักในระดับกรมอาชีวศึกษา และระดับอุดมศึกษาที่มีการเรียนการสอนเกี่ยวกับการออกแบบการผลิตโลหะในงานอุตสาหกรรม เพราะว่าเป็นวิชาพื้นฐานเพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาของการผลิตโลหะ เพื่อใช้ออกแบบและผลิตชิ้นงานในอุตสาหกรรม ผู้ที่ศึกษาในสาขาวิชานี้จำเป็นต้องศึกษาอย่างเป็นระบบเพื่อให้มีความรู้และทักษะเพียงพอที่สามารถจะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานจริง และสามารถพัฒนาความรู้ให้เท่าทันกับเทคโนโลยีที่เปลี่ยนแปลงไป

เนื่องจากลักษณะของวิชาการออกแบบงานโลหะ1 เป็นวิชาหนึ่งที่ผู้สอนมักจะประสบปัญหาในการจัดการเรียนการสอนให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ในสภาพปัจจุบันการจัดการเรียนการสอนดำเนินการสอนตามคู่มืออาจารย์ ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์และประสบความสำเร็จ ในการเรียนการสอนต่ำกว่าที่ควรจะเป็น ผู้วิจัยได้ศึกษาปัญหาเบื้องต้นของการจัดการเรียนการสอน วิชาการออกแบบงานโลหะ1 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร5ปี) คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พบปัญหาคือ นักศึกษาไม่มีประสบการณ์ทางการออกแบบ ทำให้ขาดความอยากศึกษา ขาดความกระตือรือร้นในการเรียน ขาดสื่อที่จะกระตุ้นให้นักศึกษาเกิดความสนใจที่จะเรียนรู้ ดังนั้นจึงต้องมีการปรับปรุงเนื้อหา และสื่อการสอนให้ทันกับการพัฒนาและการเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีในปัจจุบัน

การจัดการศึกษาวิชาการออกแบบงานโลหะ1 จึงมีความสำคัญ และความจำเป็นต้องจัดแผนการเรียนการสอนที่มีการพัฒนา เพื่อให้ผู้เรียนสามารถนำความรู้ไปประยุกต์ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในปัจจุบันการออกแบบงานโลหะต้องมีการให้ความรู้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการ

ทำงานและนำไปใช้ในการออกแบบพัฒนา และวิจัยงานในระดับที่สูงขึ้นไปได้ การจัดการศึกษาในวิชาการออกแบบงานโลหะ1 ให้เกิดสัมฤทธิ์ผลจึงจะเป็นประโยชน์อย่างสูง คือการ พัฒนาบุคลากร ในด้านการการออกแบบและการวิจัย รวมทั้งสามารถนำความรู้ไปถ่ายทอดในด้านการฝึกอบรมบุคลากรด้านการออกแบบงานโลหะ ด้วยเหตุผลดังกล่าว การพัฒนาการเรียนการสอนวิชาการออกแบบงานโลหะ จึงมีความจำเป็นเพื่อแก้ปัญหาและ เพิ่มศักยภาพในการเรียนการสอน

การสร้างสื่อการสอนเพื่อปรับรูปแบบของการสอนให้สอดคล้องกับเทคโนโลยี รวมทั้ง จัดให้มีการ ออกแบบและพัฒนาอย่างมีระบบ สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ทางด้าน ทักษะพิสัยเช่นเดียวกับที่ครูสอน สื่อการสอนต่างๆ ที่นำมาใช้ เช่นวิทยุ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อการสอนประเภทคอมพิวเตอร์สามารถนำมาใช้ช่วยในการสอนได้ หากออกแบบให้มีเนื้อหาที่เหมาะสม จะช่วยให้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตลอดจนช่วยเร่ง ความสนใจของนักเรียนได้มาก (อ่ำพล สงวนศิริธรรม. 2538 :38) กล่าว

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน(Computer-Assisted Instruction) หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า CAI ซึ่งมีความหมายตามบัญญัติศัพท์ของราชบัณฑิตฯ ว่า “การสอนที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วย” แต่เนื่องจากนิยมใช้คำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” อย่างทั่วไป (ถนอมพร เลาจรัสแสง. 2541 : 3) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้รับความนิยมเป็นอย่างมาก กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์ (2538:12) กล่าวไว้ว่า “เนื่องจาก ได้มีการ นำเอาคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการเรียนการสอนมากขึ้น ประกอบกับราคาของเครื่องคอมพิวเตอร์ ลดลงทำให้ผู้เรียนมีไว้ใช้เองที่บ้านได้ และสถาบันการศึกษาขนาดกลางและขนาดเล็กก็มีกำลัง พอดีที่จะหาเครื่องคอมพิวเตอร์ไว้ใช้ในสถานศึกษาได้”

การเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นการสอนโดยตรงไปยังผู้เรียน ผ่านทางจอภาพหรือเป็นพิมพ์ โดยเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วม โดยการพิมพ์ข้อความหรือ โต้ตอบเพื่อตอบคำถามกับคอมพิวเตอร์ บางครั้งผู้ออกแบบ โปรแกรมได้สร้างเสียงขึ้นมา เพื่อเป็น การกระตุ้นให้เกิดสิ่งเร้าในการเรียน แม้ว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะถูกสร้างขึ้นมาก็ให้มีเสียงพูด เหมือนกับมนุษย์ แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในส่วนของค่าใช้จ่าย

จะเห็นได้ว่าการนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ในการงานด้านการเรียนการสอน หรือวิธีการนำเอา คอมพิวเตอร์มาช่วยสอน ก็คือแทนที่ครูจะเป็นผู้สอนเนื้อหาเรื่องราวต่างๆกับผู้เรียน โดยตรง และ เป็นผู้ลงมือสอนตามระบบการสอนตามปกติทั่วไป ครูก็จะนำบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งได้ จัดสร้างเอาไว้เป็นอย่างดีแล้วป้อนเข้าไปในเครื่องคอมพิวเตอร์ คอมพิวเตอร์จะนำเสนอเรื่องราว ต่างๆ กับผู้เรียน โดยตรงและเป็นการเรียนแบบที่มีปฏิสัมพันธ์ ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์

หลักสูตร สถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดทักษะการเรียนรู้และนำไป ประยุกต์ใช้งานได้จริง ซึ่งรายวิชา การออกแบบงานโลหะ1 ก็เป็นอีกรายวิชาหนึ่งที่ถูกรับรองอยู่ใน หลักสูตรนี้ ในการเรียนการสอนวิชา การออกแบบงานโลหะ1 ผู้สอนส่วนใหญ่จะประสบปัญหาที่ สำคัญคล้าย ๆ กันคือ

1. เวลาเรียนมีจำกัด เมื่อเกิดความไม่เข้าใจระหว่างเรียน ผู้เรียนมีโอกาที่จะซักถามน้อยมากไม่สามารถเกิดการเรียนรู้ได้อย่างแท้จริง เพราะอาจทำให้ผู้อื่นเสียเวลาไปกับตนเองด้วย

2. จำนวนนักเรียนมีมาก การถ่ายทอดความรู้ให้กับผู้เรียนโดยการสอนแบบบรรยายจะกระทำให้ทุกคนได้รับความรู้ที่เท่าเทียมกันจึงเป็นเรื่องที่เข้าใจได้ยาก

3. เนื่องจากอุตสาหกรรมการออกแบบและผลิตโลหะของประเทศไทย มีการขยายตัว และมีการพัฒนาอย่างกว้างขวาง ตำราเรียน และสื่อการสอน ไม่มีการพัฒนาให้ก้าวทันต่อเทคโนโลยีดังกล่าวมากนัก

จากสภาพปัญหาดังกล่าวผู้วิจัยได้เกิดแนวคิดในการแก้ไขปัญหา โดยเห็นสมควรที่จะมีการสร้างสื่อการเรียนการสอนที่สามารถเป็นสื่อที่ทำให้มองเห็น และเกิดความเข้าใจแนวทางในการออกแบบงานโลหะ1 ได้อย่างชัดเจนมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก เป็นส่วนหนึ่งของเนื้อหารายวิชา การออกแบบงานโลหะ1 ซึ่งมีเนื้อหาที่ต้องใช้เวลามาก ทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจและการเรียนรู้ค่อนข้างช้า ไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ของการเรียน

ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำเสนอได้ทั้งเรื่องราวและรูปภาพถึงแนวทางและวิธีการออกแบบงานโลหะ1 ได้อย่างชัดเจน ตลอดจนข้อมูลบางอย่างก็หาได้จากทางอินเทอร์เน็ต ซึ่งเนื้อหาค่อนข้างละเอียดและได้มาตรฐาน อีกทั้งมีขั้นตอนการดำเนินงานต่างๆในบทเรียน พร้อมทั้งเทคนิคการนำเสนอเป็นตัวกระตุ้นที่น่าสนใจ อีกทั้งยังสามารถประเมินผลการเรียนได้ทันทีหลังจากผู้เรียนศึกษาจบบทเรียนแล้ว เพื่อช่วยให้การเรียนการสอนวิชานี้มีความน่าสนใจและมีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น หากมองอีกด้านหนึ่งยังเป็นการช่วยพัฒนาการศึกษาและวงการอุตสาหกรรมของไทย ให้มีความเจริญรุดหน้าต่อไปในอนาคตให้ทัดเทียมกับอารยประเทศ

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียน โดยวิธีสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กกับวิธีการสอนแบบปกติ

1.3 สมมุติฐานการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กที่สร้างขึ้นสามารถนำไปใช้ในการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80

2. ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิต โลหะเหล็กมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้จัดลำดับขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นตอนการวิเคราะห์ (Analysis Phrase) ขั้นตอนออกแบบ (Design Phrase) ขั้นตอนการพัฒนา และการนำไปใช้ (Development and Implementation Phrase) โดยยึดกระบวนการสอน 9 ขั้นตอน ของ Robert Gagne' อ้างใน (อำนวย เศษชัยศรี. 2542: 116 –117)

- 1.เร้าความสนใจ (Gain Attention) เพื่อกระตุ้นและจูงใจแก่ผู้เรียน
2. บอกวัตถุประสงค์ (Identify Objective) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงของเนื้อหา
- 3.ทบทวนความรู้เดิม (Recall Prior Knowledge) เป็นการใช้วิธีการทบทวนความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พุดคุย ซักถาม และทำแบบทดสอบ เป็นต้น เพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาต่อไป
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Stimulus) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบกับคำพูดสั้น ๆ ง่าย ๆ ได้ใจความชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูด หรืออ่านเพียงอย่างเดียว
5. การชี้แนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียนที่จะต้องพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้น ให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษา โดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Performance) ผู้เรียนควรที่จะมีโอกาสได้ร่วมทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดทักษะ
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยเร้าความสนใจหลังจากที่ผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียนและเป็นการบอกให้ผู้เรียนได้รู้ว่าขณะนี้ผู้เรียนเข้าใจเป้าหมายที่ต้องการแล้วหรือยัง
8. มีการทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการทดสอบก่อนเรียนและระหว่างเรียนช่วงท้ายบท ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าความรู้ของผู้เรียน
9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโยงการเรียนรู้ (Enhance Retention Transfer) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากร คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงานโลหะ1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 70 คน

กลุ่มตัวอย่าง นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงานโลหะ1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก ดังนี้

กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

1.5.2 ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรที่ศึกษาในการวิจัยครั้งนี้ คือ

1.5.2.1 ตัวแปรต้น คือ วิธีการเรียนซึ่งแบ่งออกเป็น 2 วิธีคือ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และวิธีการสอนแบบปกติ

1.5.2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

1.5.3 เนื้อหาวิชาที่นำมาใช้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ วิชาการออกแบบงานโลหะ 1 เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก มีดังนี้

1.5.3.1 โลหะเหล็ก

1.5.3.2 เหล็กดิบ

1.5.3.3 เหล็กหล่อ

1.5.3.4 เหล็กกล้า

1.6 ข้อตกลงเบื้องต้นที่ใช้ในการวิจัย

1. นักศึกษาที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ยังไม่เคยลงเรียนรายวิชานี้มาก่อน
2. ผู้เรียนที่ได้ใช้เวลาในการเรียนแตกต่างกัน ถือว่าไม่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3. การวิจัยครั้งนี้ไม่ได้คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างเพศ วัย พื้นฐานทางเศรษฐกิจ และอารมณ์ของนักศึกษา
4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองถือว่าเป็นตัวแทนของผู้เรียนวิชานี้ทั่วไป
5. นักศึกษาที่ใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้ควรมีความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์เบื้องต้น
6. ซอฟต์แวร์ที่ใช้สร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นโปรแกรม Authoring System

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่าง ๆ ที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ช่วยสอนบทเรียนในรูปแบบการจำลองสถานการณ์ที่ให้ผู้เรียนได้สัมผัสเหตุการณ์ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับเหตุการณ์จริง ทำความเข้าใจสถานการณ์และการเรียนรู้ที่จะควบคุมสถานการณ์นั้น ๆ จัดแบ่งเนื้อหาออกเป็น ส่วนย่อย ๆ นำเสนอในหัวเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง คุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งวัดจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้แต่ละหน่วยและแบบทดสอบหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ครบทุกหน่วยแล้ว ตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ

E_1 หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

E_2 หมายถึง ประสิทธิภาพของผลผลิต เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางเรียนหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ครบทุกหน่วยแล้ว

80 ตัวแรก คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

80 ตัวหลัง คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ 80 ของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. กลุ่มตัวอย่าง หมายถึง ผู้เรียนระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนการออกแบบงานโลหะ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 60 คน

4. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา หมายถึง ผู้ที่จบการศึกษาปริญญาตรีหรือระดับที่สูงกว่าทางด้านศิลปอุตสาหกรรม วิศวกรรมศาสตร์ หรือในสาขาวิชาที่คล้ายกันและมีประสบการณ์สอน

หรือสอนและปฏิบัติงานเกี่ยวกับงานโลหะ หรืองานที่มีเนื้อหาล้ำคลึงกัน โดยมีประสบการณ์ วิชาชีพอย่างน้อย 5 ปี

5. ผู้ทรงคุณวุฒิด้านสื่อการเรียนการสอน หมายถึงผู้ที่จบการศึกษาปริญญาตรี หรือระดับ การศึกษาที่สูงกว่า ทางด้านครุศาสตร์หรือครุศาสตร์อุตสาหกรรม และมีประสบการณ์ด้านการสอน การใช้หรือการออกแบบสื่อการเรียนการสอน โดย มีประสบการณ์ในวิชาชีพอย่างน้อย 5 ปี

6. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตเหล็ก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือแบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบ ประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

7. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบ หลังจาก ที่ ผู้เรียน ได้เรียนเนื้อหาจากรายวิชาเรียน ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบทดสอบ วัดผลการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

8. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่ เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตเหล็ก โดยมุ่งประเมินผลทางความรู้ของ ผู้เรียน ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

9. นักศึกษา หมายถึงผู้เรียนสาขาวิชาศิลปะอุตสาหกรรม หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร บัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ชั้นปีที่ 2 ภาควิชาศิลปะอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงาน โลหะ 1 ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวนนักศึกษา 60 คน

10. การเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึงการเรียนโดยที่ให้นักเรียน ดำเนินการเรียนด้วยตนเองตามขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำหนดให้ เนื้อหา มี ลักษณะการผสมผสานด้วยสื่อหลายชนิดด้วยกัน เช่น ข้อความ ภาพ วิดิทัศน์ เสียง ที่ผู้วิจัยได้สร้าง ขึ้นและกำหนดเงื่อนไขไว้ล่วงหน้า

11. การเรียนโดยวิธีสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียน โดยที่ครูผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการ สอนตามหลักสูตร และกระบวนการเรียนการสอนที่ระบุไว้ในแผนการสอน

12. กลุ่มทดลอง หมายถึง กลุ่มการเรียนที่ให้นักเรียนดำเนินการเรียนด้วยตนเองตาม ขั้นตอนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กำหนดให้ เนื้อหา มีลักษณะการผสมผสานด้วยสื่อ หลายชนิดด้วยกัน เช่น ข้อความ ภาพ วิดิทัศน์ เสียง ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นและกำหนดเงื่อนไขไว้ ล่วงหน้า

13. กลุ่มควบคุม หมายถึง กลุ่มที่ครูเป็นผู้กำหนดการสอน โดยยึดการสอนตามคู่มือครู โดยดำเนินการสอนตามวิธีสอนแบบปกติเพียงอย่างเดียว กล่าวคือ การบรรยาย การอภิปราย สาธิต และอุปกรณ์ตามที่กำหนดไว้ในแผนการสอน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการเสนอเอกสารและงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก วิชาการออกแบบงานโลหะ 1 ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าและรวบรวมเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับการศึกษาครั้งนี้ โดยนำเสนอเนื้อหาแยกตามลำดับดังนี้

- 2.1 ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
- 2.2 หลักสูตรรายวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 (METAL DESIGN 1)
- 2.3 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา
- 2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ปรัชญาและวัตถุประสงค์ของหลักสูตร

2.1.1 เพื่อผลิตบัณฑิตในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (Industrial Design) ที่มีความสามารถในการสร้างผลิตภัณฑ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันเพื่อให้ตอบสนองต่อการดำรงชีวิตที่ดี สะดวกสบายและมีคุณค่าทางสุนทรียภาพการจัดหลักสูตรจะเน้นหนักให้นักศึกษามีประสบการณ์ที่จะเสริมสร้างความรู้ทฤษฎี และความสามารถในทางปฏิบัติ นำไปใช้ให้สอดคล้องกับทางกายภาพ เชิงกล ศิลปะการออกแบบเทคโนโลยี และสุนทรียภาพโดยคำนึงถึงความต้องการของชีวิตสังคม และสิ่งแวดล้อม ให้มีประสบการณ์ในการเลือกวัสดุ โครงสร้าง รูปแบบ กลไก และสีในหลักการที่ผลิตเป็นจำนวนมากโดยกรรมวิธีทางอุตสาหกรรม (Mass Production)

2.1.2 เพื่อยกระดับมาตรฐาน คุณภาพ รูปแบบของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม ผลิตภัณฑ์ในครัวเรือน ผลิตภัณฑ์พื้นบ้านให้มีประสิทธิภาพทัดเทียมต่างประเทศ เพื่อสงวนเงินตราการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ ตลอดจนพัฒนาผลิตภัณฑ์จากต่างประเทศ และพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออกอันจะเป็นผลให้เศรษฐกิจส่วนรวมของประเทศดีขึ้น ตามความต้องการของแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ

2.1.3 เพื่อเผยแพร่แลกเปลี่ยนความรู้ในด้านการออกแบบผลิตภัณฑ์พัฒนาปรับปรุงแบบ และเทคนิคต่างๆ ทางอุตสาหกรรม ตลอดจนส่งเสริมการค้า การประดิษฐ์ การวิจัยผลิตภัณฑ์ใหม่ให้มีความสัมพันธ์กับวงการธุรกิจ วงการอุตสาหกรรมซึ่งจะทำให้สินค้าแพร่หลาย และจำหน่ายได้ดีทั้งในและนอกประเทศ

2.2 หลักสูตรรายวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 (METAL DESIGN 1)

เนื้อหาเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก พัฒนาขึ้นตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์ บัณฑิต วิชา การออกแบบโลหะ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 2 (1-3) หน่วยกิต โดยเปิดเรียนทั้งในภาคเรียนที่ 1 ของทุกปีการศึกษา ผู้วิจัยได้เลือกวิชาการออกแบบโลหะ 1 มาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และจากประมวลการสอนของอาจารย์ผู้สอน ที่ได้ให้รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาการออกแบบโลหะ 1 พอสรุปได้ดังนี้

2.2.1 คำอธิบายรายวิชา

คำอธิบายรายวิชา : การออกแบบโลหะ 1 (METAL DESIGN 1)

ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุงาน โลหะและรูปแบบที่มีขายในท้องตลาด กรรมวิธีการผลิตโลหะ การทดสอบวัสดุโลหะ ความแข็งแรงของวัสดุ การตกแต่งผิววัสดุโลหะในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตภัณฑ์ และมีภาคปฏิบัติให้นักศึกษาออกแบบงานด้านผลิตภัณฑ์อย่างง่าย ๆ

จากคำอธิบายรายวิชาการออกแบบโลหะ 1 (METAL DESIGN 1) หลักสูตรภาควิชา ศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง หัวข้อที่เหมาะสมกับการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก คือ

1. โลหะเหล็ก
2. เหล็กคืบ
3. เหล็กหล่อ
4. เหล็กกล้า

2.2.2 ประมวลการสอน (Course Syllabus) วิชาการออกแบบงานโลหะ 1

ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รหัสวิชา	02032216	จำนวนหน่วยชั่วโมง	2(1-3)
วิชา	การออกแบบงานโลหะ 1 (METAL DESIGN 1)		
ผู้สอน	1. ว่าที่ร้อยตรีชัชวรงค์ ดิปัญญา	2. อ.ดร.สมพิศ	ฟูสกุล

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุค้ำงาน โลหะและรูปแบบที่มีขายในท้องตลาด กรรมวิธีการผลิต โลหะ การทดสอบวัสดุโลหะ ความแข็งแรงของวัสดุ การตกแต่งผิววัสดุโลหะในขั้นตอนสุดท้ายของการผลิตภัณฑ์ และมีภาคปฏิบัติให้นักศึกษาออกแบบงานด้านผลิตภัณฑ์อย่างง่าย

วัตถุประสงค์ของวิชา

1. เพื่อให้นักศึกษาเข้าใจคุณสมบัติของวัสดุโลหะและนำไปใช้งาน
2. นักศึกษาสามารถกำหนดและระบุขนาดของวัสดุโลหะในงานออกแบบ
3. เพื่อให้นักศึกษาได้ทำการฝึกฝนและทดลองทำงานกับโลหะเพื่อให้เกิดความคุ้นเคยกับวัสดุและเข้าใจกรรมวิธีต่าง ๆ ในงานโลหะ
4. เพื่อส่งเสริมความสร้างสรรค์ในการใช้วัสดุ เพื่อนำมาพิจารณาการออกแบบผลิตภัณฑ์อย่างง่าย

เนื้อหาวิชา

ส่วนที่ 1 ศึกษารายละเอียดและคุณสมบัติวัสดุที่ใช้ในการออกแบบที่มีอยู่ในตลาด
ส่วนที่ 2 ศึกษากรรมวิธีต่างๆที่ใช้กับงานโลหะ และการตกแต่งผิวขั้นสุดท้ายเพื่อความสวยงาม

ส่วนที่ 3 ฝึกฝนและทดลองปฏิบัติการใช้เครื่องมือในการขึ้นรูป เช่น การวัด การตัด การเจาะ การพับ การเลื่อย การตกแต่งผิว และวิธีการยึดต่างๆที่เหมาะสมกับงาน

ส่วนที่ 4 ออกแบบผลิตภัณฑ์โลหะอย่างง่ายๆ โดยการใช้วัสดุโลหะแผ่น ลวดโลหะ โดยใช้เทคนิควิธีที่ได้ฝึกฝนมา

การประเมินผล	- คะแนนเก็บระหว่างภาคเรียน	40	คะแนน
	- คะแนนสอบทฤษฎีปลายภาคเรียน	30	คะแนน
	- คะแนนงานออกแบบ Final Project	<u>30</u>	คะแนน
	รวม	100	คะแนน

หนังสืออ่านประกอบวิชา

- การออกแบบงานผลิตภัณฑ์
- กรรมวิธีการพ่นสี
- กรรมวิธีการผลิต
- ความแข็งแรงของวัสดุ
- วัสดุช่าง 1-2
- ตารางงานโลหะ
- ทฤษฎีงานช่างพื้นฐานวัสดุช่าง

2.3 การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา

การจัดการศึกษาเริ่มมีการใช้คอมพิวเตอร์เป็นครั้งแรกในระยะปลายทศวรรษที่ 1950 ซึ่งในขณะนั้นมหาวิทยาลัยขนาดใหญ่หลายแห่งในสหรัฐอเมริกาได้นำคอมพิวเตอร์มาใช้เกี่ยวกับงานการบริหาร ขณะเดียวกันก็มีผู้ที่นำคอมพิวเตอร์มาใช้เกี่ยวกับงานการวิจัยการเรียนการสอน โดยมีวัตถุประสงค์ในการออกแบบการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อการเรียนการสอน การใช้คอมพิวเตอร์ในวารสารการศึกษาได้มีการคิดค้นปรับปรุงเรื่อยมา จนกระทั่งในต้นทศวรรษที่ 1970 โครงการเพลดโตจึงได้นำ PLATO IV Shared Instructional System มาใช้ โดยเป็นระบบการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกัน โดยมีศูนย์กลางใหญ่เก็บข้อมูลไว้ และมีสาขาแยกออกมามากมายเพื่อให้ผู้เรียนแต่ละคนใช้ในกลางทศวรรษที่ 1970 ได้มีบริษัทคอมพิวเตอร์ 3 บริษัท พยายามคิดค้นประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้น และประสบผลสำเร็จในปี ค.ศ. 1977 นับเป็นการนำไปสู่การปฏิบัติในการใช้เครื่องมือไมโครคอมพิวเตอร์ในวงการการศึกษา (Alessi and Trollip, 1985:47-50)

คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถนำมาใช้ได้ในงานทุกประเภท เช่น วงการธุรกิจ, แพทย์และอุตสาหกรรม เป็นต้น สำหรับวงการศึกษานั้นนับว่าเพิ่งเริ่มมีการใช้กันอย่างแพร่หลายเมื่อไม่นานมานี้เอง เมื่อมีการประดิษฐ์เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ขึ้นมาใช้งาน เนื่องจากเป็นเครื่องที่มีขนาดเล็กและราคาไม่สูงเกินไปนักที่สถาบันการศึกษาต่างๆจะซื้อมาใช้ การนำคอมพิวเตอร์ซึ่งนับว่าเป็นนวัตกรรมอย่างหนึ่งมาใช้ในวงการศึกษา นั้นสามารถใช้ได้ทั้งด้านการบริหารและใช้ในด้านการศึกษาที่เรียกว่า “Computer – Based Instruction: CBI” คือ การใช้คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์หลักในการสอน เพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ โปรแกรมบทเรียน CBI แบ่งออกเป็นคอมพิวเตอร์จัดการสอน (CMI) และคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI)

2.4 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาจากคำว่า Computer – Assisted Instruction หรือ CAI หมายถึงการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน มีวิธีการสอนในหลายลักษณะ คือ การเรียนเป็นรายบุคคล การฝึกทักษะ การสาธิต และการสร้างสถานการณ์จำลอง (ชลิยา ลิมปิยากร.2536: 181-182) และนอกจากคำนี้แล้วยังมีคำอื่น ๆ ที่มีความหมายเช่นเดียวกัน เช่น

Computer-aided Instruction (CAI)

Computer-assisted Learning (CAL)

Computer-aided Training (CAT)

Computer-Based Instruction (CBI)

Computer-Based Learning (CBL)

Computer-Based Education (CBE)

Computer-Based Training (CBT)

(ทักษิณา สวานานนท์. 2530 : 215; นิพนธ์ สุขปริดี. 2531 : 24-28; ยืน ภู่วรรณ. 2531 : 121)

CAT และ CBT นิยมใช้ในประเศสหรัฐอเมริกา ให้ความสำคัญที่ผู้สอน

CAL และ CBE นิยมใช้ในประเศอังกฤษ และยุโรป ให้ความสำคัญที่ผู้เรียน

CAI นิยมใช้ในประเศไทย

ส่วนด้านความหมายนั้น มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลากหลายดังนี้

Rushby (1989) กล่าวถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อหรือตัวกลางในการถ่ายทอดสาระ ในกระบวนการเรียนการสอน โดยสามารถรับการตอบสนองจากผู้เรียน และผู้เรียนสามารถรับรู้สาระจากสื่อคอมพิวเตอร์ได้

Heinich (1985) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน โดยตรงกับผู้เรียนซึ่งผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับโปรแกรมบทเรียนที่บรรจุอยู่ในเครื่องคอมพิวเตอร์ได้โดยตรง

นุชนาฏ จูติโกภา (2529: 12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน คือ การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยครูในการเรียนการสอน นักเรียนเรียนรู้เนื้อหาบทเรียน และฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์แทนที่จะเรียนจากครูในบางวิชา บางบทเรียน การเรียนการสอนกับคอมพิวเตอร์จะดำเนินการอย่างเป็นระบบคอมพิวเตอร์จะสามารถชี้ที่ผิดของนักเรียนได้ เมื่อนักเรียนกระทำผิดขั้นตอน และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน ยังเป็นเครื่องมือสนองความแตกต่างของความสามารถระหว่างบุคคลของนักเรียนได้อีกด้วย

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 32) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-Assisted Instruction) หรือที่เรียกย่อ ๆ ว่า CAI นั้น หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ ภาษาใดภาษาหนึ่ง และบันทึกลงในจานแม่เหล็กเพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

กำพล คำรงวงศ์ (2528 : 150) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อให้เนื้อหาเรื่องราวเป็นการเรียนโดยตรง และเป็นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ ในการใช้คอมพิวเตอร์จำเป็นต้องมีซอฟต์แวร์บทเรียนคอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction)

นิพนธ์ สุขปริดี (2533 : 63-65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบการสอน โดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Active Participation) โดยให้มีการตอบคำถาม คิด และกระทำกิจกรรมในขณะที่เรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็น

สื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอน สามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ผู้วิจัยได้สรุปความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้เครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชา แบบฝึกหัด และการทดสอบ จะถูกพัฒนาขึ้นในรูปแบบของบทเรียน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ สามารถนำเสนอเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นรูปภาพ ตัวหนังสือ ภาพกราฟิก สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียน

2.4.2 ประวัติความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- ปี ค.ศ 1950 ศูนย์วิจัย IBM ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยงาน ด้านจิตวิทยา นับเป็นจุดเริ่มต้นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - ปี ค.ศ 1958 มหาวิทยาลัยฟลอริดา สหรัฐอเมริกา พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ช่วย ทบทวนวิชาฟิสิกส์ และสถิติ พร้อมๆ กับมหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ได้นำ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในวิชาคณิตศาสตร์ และภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียน ระดับมัธยมศึกษา
 - ปี ค.ศ 1960 มหาวิทยาลัยอิลลินอย จัดทำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านจิตวิทยา การศึกษาและวิศวกรรมศาสตร์ ภายใต้ชื่อ PLATO CAI – Programmed Learning for Automated Teaching Operations CAI
 - ปี ค.ศ 1970 มีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในทวีปยุโรป โดยฝรั่งเศส และอังกฤษเป็นผู้เริ่มต้น
 - ปี ค.ศ 1971 มหาวิทยาลัย Texas และ Brigham Young ร่วมกันพัฒนาคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน กับมินิคอมพิวเตอร์ โดยผสมผสานคอมพิวเตอร์กับโทรทัศน์ ช่วยสอน วิชาภาษาอังกฤษและคณิตศาสตร์ ภายใต้โครงการ TICCIT – Time-shared Interactive Computer Controlled Information Television
 - ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้เข้ามามีบทบาทมากขึ้น เพราะเทคโนโลยี มีลติมีเดียคำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” ไม่ใช่ CAI หรือ Computer Aided Instruction เพียงอย่างเดียว แต่ยังหมายถึง คำต่าง ๆ ต่อไปนี้ด้วย
 - CAI - Computer Aided Instruction หรือ Computer Assisted Instruction
 - CBT - Computer Based Training หรือ Computer Based Teaching
 - CBE - Computer Based Education
 - CAL - Computer Aided Learning หรือ Computer Assisted Learning
 - CMI - Computer Managed Instruction
- โดยจะต้องมีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ซึ่งเรียกย่อๆ ว่า 4-I คือ

- Information หมายถึง ต้องมีเนื้อหาสาระสำคัญ
- Individualized หมายถึง ต้องตอบสนองความแตกต่างความแตกต่างระหว่างบุคคล
- Interactive หมายถึง ต้องมีการโต้ตอบระหว่างผู้ใช้กับบทเรียนได้
- Immediate Feedback หมายถึง ต้องให้ผลย้อนกลับโดยทันที

2.4.3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ทักษิณา สวานานนท์ (2533: 211-213) อธิบายลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับการพัฒนามาจากบทเรียนสำเร็จรูป ซึ่งเป็นการสอนแบบโปรแกรมที่เรียนและวิธีการมีลักษณะสำคัญ ๆ ดังนี้

1. เริ่มจากสิ่งที่รู้ไปถึงสิ่งที่ไม่รู้ จัดการสอนให้เนื้อหาเรียงไปตามลำดับ (Linear Sequence) เริ่มจากเรื่อง que ผู้เรียนรู้อยู่แล้ว ไปจนถึงเรื่องใหม่ ๆ ที่ยังไม่รู้ โดยทำเป็นกรอบ (Frame) หลาย ๆ กรอบ ผู้เรียนจะค่อย ๆ เรียน ไปทีละกรอบตามลำดับจากง่ายไปสู่ยาก
2. เนื้อหาที่ค่อย ๆ เพิ่มขึ้นนั้นจะต้องเพิ่มขึ้นทีละน้อย ๆ ค่อยข้างง่ายและมีสาระใหม่ไม่มากนัก ความเปลี่ยนแปลงในแต่ละกรอบจะต้องสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง
3. แต่ละกรอบจะต้องมีการแนะนำความรู้ใหม่เพียงอย่างเดียว การแนะนำความรู้เนื้อหาใหม่ ทีละมาก ๆ จะทำให้ผู้เรียนสับสนได้ง่าย
4. ในระหว่างการเรียนจะต้องให้ผู้เรียนแต่ละคนมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมตามไปด้วย เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ไม่ใช่ติดตามอย่างเดียวเพราะจะทำให้เบื่อ
5. การเลือกคำตอบที่ผิด อาจทำให้ต้องกลับไปทบทวนกรอบของแบบเรียนเก่า หรือไม่ก็เป็นกรอบใหม่ที่อธิบายถึงความเข้าใจผิด หรือความผิดพลาดที่เกิดขึ้น หรือถ้าเป็นคำตอบถูกต้องผู้เรียนก็จะได้เรียนเรื่องใหม่เพิ่มเติม การได้รู้เฉลยคำตอบ หรือรู้ผลในทันที จะทำให้ผู้เรียนมีความสนุกสนานไปด้วย คำตอบที่ถูกมักได้รับคำชมเชยทำให้มีกำลังใจ ส่วนคำตอบที่ผิดบางทีอาจถูกตำหนิ ซึ่งไม่มีใครได้ยินทำให้ไม่รู้สึกรับอภัยหรือหมดกำลังใจ
6. การเรียนโดยวิธีนี้ทำให้ผู้เรียนเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง จะใช้เวลาในการทบทวนบทเรียน หรือคิดตอบคำถามแต่ละข้อนานเท่าใดก็ได้ ผู้เรียนจะไม่รู้สึกถูกกดดันด้วยกำหนดเวลาที่จะต้องรอเพื่อน หรือตามเพื่อนให้ทัน
7. การเรียนในลักษณะนี้เป็นการเรียน โดยเน้นที่ความถนัดของแต่ละบุคคล แต่ละคนจะมีความถนัดต่างกัน แม้แต่ในวิชาเดียวกันการเรียนบทเรียนแต่ละบทก็จะใช้เวลาไม่เท่ากัน
8. ในการเสนอบทเรียนลักษณะนี้การทำสรุปท้ายบทเรียนแต่ละบท จะช่วยให้ผู้เรียนใช้เวลาเรียนมาน้อยเพียงใด ผลเป็นอย่างไรจำเป็นต้องค้นคว้า หรือทำงานเพิ่มเติมหรือไม่ ในการเรียนในห้องเรียนยังคงทดสอบบ่อยเท่าไรการเรียนก็ยังมีผลเท่า นั้น แต่การทดสอบธรรมดามีปัญหา

เรื่องการตรวจอิงถ้าผู้เรียนในชั้นมีมากก็อาจอิงเสียเวลามากความกระตือรือร้นของผู้เรียนอาจจะค่อย ๆ หดไปหากครูไม่ขยันพอ

9. การทำกรอบบทเรียนแต่ละบทนั้นถ้าทำได้ดี เราจะสามารถวิเคราะห์คำตอบไปด้วยได้ ด้วยประสบการณ์ของนักเรียนแต่ละคน อาจทำให้คำตอบแตกต่างกันออกไปเราสามารถวิเคราะห์จากคำตอบของนักเรียนได้ว่า การที่เลือกคำตอบข้อนั้น ๆ (ในกรณีที่เป็นการให้เลือกคำตอบที่ถูกต้อง) ถ้าเป็นคำตอบที่ผิดเป็นเพราะอะไรอาจจะเป็นเพราะสับสนกับเรื่องอื่น ดีความคำถามผิด หรือไม่เข้าใจเลย การทำแบบทดสอบที่ดีหากผู้ทำสามารถเรียบเรียงเนื้อหาได้เป็นขั้นตอนจริง ๆ ผู้เรียนควรจะได้ถูกทั้งหมดบางทีก็ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่ายก็ได้

10. การกำหนดวัตถุประสงค์ไว้ปลายทางว่า ต้องการให้ผู้เรียนได้รู้อะไรบ้าง จะช่วยให้การแบ่งเนื้อหาซึ่งจะต้องเรียนไปตามลำดับทำได้ดีขึ้นไม่ออกนอกกลุ่มนอกทางโดยไม่จำเป็น

นอกจากนี้ วสันต์ อดิษฐ์ (2530: 77-80) ได้กล่าวถึงลักษณะบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่ว ๆ ไป จะมีลักษณะการเรียนรู้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ชี้นำเข้าสู่บทเรียน เริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจไม่ว่าจะเป็นภาพเคลื่อนไหว เสียงหรือผสมผสานหลายอย่างเข้าด้วยกันเพื่อสร้างความสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไป บางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเอง

2. ชี้นำเสนอเนื้อหาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหาที่ออกมาเป็นกรอบ ๆ (Frame) โดยอาจจะเสนอในรูปของตัวอักษร ภาพเสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิก และภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อจะสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจเน้นด้วยสีสัน การโยงระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนอาจจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเองเพื่อให้ได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามความสามารถของเขา และมีกรชี้แนะ (Prompting Cues) หรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. ชี้นำคำถามและคำตอบ หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนผ่านมา ก็จะมีการทบทวน โดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวน และช่วยเพิ่มความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) นอกจากนี้แล้ว

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าหากผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือได้

4. ขั้นตรวจคำตอบ เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียนคอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจะออกมาในรูปของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องจะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น คำชมเชย เสียงเพลงหรือกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะบอกใบ้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้คำตอบใหม่ และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรรออยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. ขั้นปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่ม (Random) ข้อสอบมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการทำในครั้งแรกหรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้ เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน

2.4.4 โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI ให้ความสนใจเรื่องการออกแบบวิธีการเรียนการสอน (Instructional design) เป็นพิเศษ พยายามนำคุณสมบัติพิเศษ (Attribute) ของคอมพิวเตอร์มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่ง CAI ต่างกับเทคนิคการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์หรือ Computer presentation ซึ่งนักวิชาการในปัจจุบันมักใช้ประกอบการบรรยายในที่ประชุม เช่น การใช้เครื่อง LCD (Liquid Crystal Display Projector) ฉายภาพจากจอคอมพิวเตอร์ขึ้นไปบนฉาก ข้อมูลในคอมพิวเตอร์นิยมทำด้วยโปรแกรม Microsoft PowerPoint ซึ่งมีเทคนิคภาพที่สวยงามชวนติดตาม CAI ที่เราหมายถึงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความหมายกว้างกว่านั้น โดยทั่วไป CAI จะต้องประกอบขึ้นจากโครงสร้างที่สำคัญ 3 ส่วนคือ (วิภา อุดมฉันท. 2544 : 81-82)

ส่วนที่ 1 นำเสนอเนื้อหา (Presentation)

ส่วนที่ 2 มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน (Interactive)

ส่วนที่ 3 ประเมินผลการเรียน (Evaluation)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไปจะเริ่มต้นด้วยการนำเสนอเนื้อหาหรือข้อมูลของบทเรียนที่จะสอนก่อน และเพื่อให้การนำเสนอมีประสิทธิภาพสูง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงใช้ข้อได้เปรียบของคอมพิวเตอร์ นำเสนอข้อมูลด้วยระบบมัลติมีเดีย ซึ่งมีทั้งภาพ (Visual) และเสียง (Audio) ทำให้บทเรียนมีความเหมือนจริงและเข้าใจง่าย

ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน เป็นหลักการของการสื่อสารแบบ 2 ทาง คือหลังจากสอนเนื้อหาแต่ละช่องแต่ละตอนจบแล้วก็เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้โต้ตอบกับบทเรียน เช่นเดียวกับที่ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนถามคำถามกับครูในห้องเรียนปฏิสัมพันธ์จัดเป็นโครงสร้างเป็นหัวใจสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในทางรูปธรรม ก็คือแบบฝึกหัดที่ใช้ทบทวนความรู้ในแต่ละช่วง ผู้เรียนสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนได้หลายทาง เช่นเมาส์คลิกเลือกเมนูรายการ จะเดินหน้าบทเรียนต่อไปหรือย้อนกลับไปหน้าเก่า พิมพ์ข้อความบนคีย์บอร์ด เติมคำ เลือกคำตอบ การตัดสินใจเลือกของผู้เรียนจะได้รับการตอบสนองจากคอมพิวเตอร์คำตอบจะได้รับการเฉลย ซึ่งจะมีผลต่อเส้นทางการเรียนของผู้เรียนในอันดับถัดไป

คำตอบของผู้เรียนที่โต้ตอบกับบทเรียนจะถูกรวบรวมและนำไปคำนวณ เพื่อวัดสัมฤทธิ์ของการเรียนรู้ หรือเพื่อหาเกณฑ์ตัดสินผลการเรียนว่าผ่านหรือไม่ผ่าน สมควรเรียนเนื้อหาในระดับไหนต่อไป

2.4.5 ประเภทของคอมพิวเตอร์ทางการศึกษา

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541:59) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทต่าง ๆ ไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหา หรือประเภทติวเตอร์

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร จะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน หรือเรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกทบทวน หรือประเภทแบบฝึกหัด

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ผู้ใช้ ทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เพราะได้เปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือไม่ทันผู้อื่น ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้ โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลองสถานการณ์

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ที่นำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบโดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้นมา และให้ผู้เรียนตัดสินใจแก้ปัญหาในตัว บทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของ

การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประจำห้องสถานการณ์ คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจจะเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการสอน

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนานเพลิดเพลินจนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากกระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษา ไปจนถึงมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้ในระดับอุดมศึกษาได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการค้นพบ

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสทดลองกระทำสิ่งต่าง ๆ ก่อนจนกระทั่งสามารถหาข้อสรุปได้ด้วยตนเอง โปรแกรมจะเสนอปัญหาให้ผู้เรียนได้ลองผิดลองถูก และให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยผู้เรียนในการค้นพบนั้น จนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหา

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ที่ฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิด การตัดสินใจ โดยจะมีเกณฑ์ที่กำหนดให้แล้วผู้เรียนพิจารณาตามเกณฑ์นั้น ๆ

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเพื่อการทดสอบ

คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ ใช้ในการประเมินการสอนของครู หรือการเรียนของนักเรียน คอมพิวเตอร์จะประเมินผลในทันที ว่านักเรียนสอบได้หรือสอบตก และจะอยู่ในลำดับที่เท่าไร ได้ผลการสอบกี่เปอร์เซ็นต์

2.4.6 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กิดานันท์ มลิทอง (2536:26) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านความสนใจของผู้เรียน ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียน เพราะมีทั้งเสียง สี รูป ภาพกราฟิก ตลอดจนเกมคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนมีแรงจูงใจในการเรียน
2. ผู้เรียนได้เรียนรู้อย่างอิสระ ก้าวหน้าไปตามอัตราการเรียนรู้ของแต่ละคน
3. การใช้สี ภาพหลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง ช่วยเพิ่มความสนใจในการเรียน
4. ผู้เรียนได้รับข้อมูลย้อนกลับในทันที เป็นการย้ำความเข้าใจในการเรียนรู้

2.4.7 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผู้สอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดชั่วโมงการสอนลงทำให้ครูมีเวลาในการพัฒนาในด้านอื่น ๆ

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดเวลาในการติดต่อกับผู้เรียน
3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยสอนในห้องเรียนสำหรับครูที่มีงานสอนมากโดยเปลี่ยนมาใช้ระบบคอมแทน
4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้โอกาสในการสร้างสรรค์พัฒนางานนวัตกรรมใหม่ ๆ
5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยพัฒนาการเรียนของผู้เรียน
6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยลดปัญหาระหว่างผู้เรียน และระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนด้วยกัน เพราะเป็นการเรียนแบบเอกัตบุคคล

2.4.8 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จัดลำดับขั้นการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วยขั้นการวิเคราะห์ (Analysis Phrase) ขั้นออกแบบ (Design Phrase) ขั้นการพัฒนาและการนำไปใช้ (Development and Implementation Phrase) โดยยึดกระบวนการสอน 9 ขั้นตอนของ Robert Gagne' (อำนาจ เศษชัยศรี. 2542: 116–117) ดังนี้

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียน โดยให้ผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์
2. บอกวัตถุประสงค์ (Identify Objective) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงของเนื้อหา
3. ทบทวนความรู้เดิม (Recall Prior Knowledge) เป็นการใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พุดคุย ซักถาม และทำแบบทดสอบ เป็นต้น
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Stimulus) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหา ประกอบกับคำพูดสั้น ๆ ง่าย ๆ ได้ใจความชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูด หรืออ่านเพียงอย่างเดียว
5. การชี้แนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน ที่จะต้องพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้น ให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษา โดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Performance) มีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียนผู้เรียนควรมีโอกาสได้ร่วมคิดและร่วมปฏิบัติให้เกิดทักษะ
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยเพิ่มความสนใจและเป็นการบอกว่าจะหน้านั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด

8. มีการทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการทดสอบก่อนเรียนและระหว่างเรียนช่วงท้ายบท ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าความรู้ของผู้เรียน

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhance Retention Transfer) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน

2.4.9 หลักการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2535:89-95) กล่าวว่า การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นต่างไปจากการใช้เทคนิควิธีการสอนแบบอื่นๆ เนื่องจากบทเรียนสามารถใช้ช่วยครู (Adjunct) และใช้สอนแทนครู (Primary) หรือใช้ฝึกอบรมเฉพาะรายบุคคลได้ การเรียนการสอนเนื้อหาจากเครื่องและอุปกรณ์ทางคอมพิวเตอร์นั้นจะต้องละเอียดรอบคอบ และมีความยืดหยุ่นให้ได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพราะผู้เรียนจะต้องเผชิญกับผู้สอน ผู้ตัว ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่มีชีวิต และจิตใจตลอดเวลา ดังนั้นการออกแบบและการสร้างบทเรียนจะมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่ายที่สำคัญจะต้องคำนึงถึงเรื่องต่อไปนี้ การออกแบบบทเรียนและการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะแบ่งขั้นตอนการพัฒนาได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 การออกแบบบทเรียน (Courseware Designing)

ขั้นที่ 2 การสร้าง Storyboard ของบทเรียน

ขั้นที่ 3 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบและประเมินผลก่อนนำไปใช้งาน

ขั้นที่ 1 การออกแบบบทเรียน (Courseware Designing)

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนประกอบกิจกรรมและขั้นตอนต่างๆดังนี้

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา
2. การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน
3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม
4. การกำหนดขอบข่ายบทเรียน
5. การกำหนดวิธีการนำเสนอ

1. การวิเคราะห์หลักสูตรและเนื้อหา

ขั้นตอนนี้ นับว่าสำคัญที่สุดของกระบวนการออกแบบเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยการวิเคราะห์ความต้องการของหลักสูตรที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียน CAI ในส่วนของเนื้อหาบทเรียนจะได้มาจากการศึกษาและวิเคราะห์รายวิชาและเนื้อหาของหลักสูตร รวมไปถึงแผนการเรียนการสอนและคำอธิบาย รายวิชา หนังสือ ตำรา และเอกสารประกอบในการสอนแต่ละวิชา หลังจากได้รายละเอียดของเนื้อหาที่ต้องการแล้วให้ทำดังนี้

1. นำมากำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป
2. จัดลำดับเนื้อหาให้มีความสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน โดยการเขียน Network Diagram แสดงความสัมพันธ์ของเนื้อหา
3. เขียนหัวข้อเรื่องตามลำดับเนื้อหา
4. เลือกหัวข้อเรื่องและเขียนหัวเรื่องย่อย
5. เลือกเรื่องที่จะนำมาสร้างบทเรียน
6. นำเรื่องที่เลือกมาแยกเป็นหัวข้อย่อยแล้วจัดลำดับความต่อเนื่องและความสัมพันธ์ในหัวข้อย่อยของเนื้อหา

2. การกำหนดวัตถุประสงค์บทเรียน

วัตถุประสงค์ของบทเรียน เป็นแนวทางที่กำหนดไว้เพื่อคาดหวังให้ผู้เรียนมีความสามารถในเชิงรูปธรรม หลังจากที่ยบบบทเรียนแล้ว วัตถุประสงค์ของบทเรียนจึงเป็นสิ่งที่สำคัญที่สุดของบทเรียน ประกติจะเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่สามารถจัดได้หรือสังเกตได้ว่า ผู้เรียนแสดงพฤติกรรมอย่างไรออกมา ในระหว่างการเรียนหนังสือหลังจากจบบทเรียน เช่น อธิบายได้ แยกแยะได้ อ่านได้ เปรียบเทียบได้ วิเคราะห์ได้ เป็นต้น วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมดังกล่าวนี้ จะได้จากขอบข่ายของเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์ในขั้นตอนที่ 1 ซึ่งจะสอดคล้องจากหัวข้อเรื่องย่อยๆที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3. การวิเคราะห์เนื้อหาและกิจกรรม

การวิเคราะห์เนื้อหากิจกรรมในขั้นตอนนี้ จะยึดตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมเป็นหลัก โดยทำการขยาย มีรายละเอียด ดังนี้

1. กำหนดเนื้อหากิจกรรมการเรียนและ Concepts ที่คาดหวังว่าจะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้
2. เขียนเนื้อหาสั้นๆทุกหัวข้อย่อยให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
3. การเขียน Concepts ทุกหัวข้อย่อย จากนั้นนำมา

3.1 จัดลำดับเนื้อหา

- บทนำ
- ระดับของเนื้อหาและกิจกรรม
- ความต่อเนื่องของเนื้อหาและกิจกรรม
- ความยากง่ายของเนื้อหา
- เลือกและกำหนดสื่อที่จะช่วยทำให้เกิดการเรียนรู้
- พิจารณาในแต่ละหัวข้อต้องใช้สื่อชนิดใด และระบุลงในกิจกรรมนั้น

3.2 เขียนผังงาน (Layout Content)

- แสดงการเริ่มต้น และจุดจบของเนื้อหา

- แสดงการเชื่อมต่อและความสัมพันธ์การเชื่อมโยงของบทเรียน
- แสดงการปฏิสัมพันธ์ของเฟรมต่างๆของบทเรียน
- แสดงเนื้อหา จะใช้แบบสาขาหรือแบบเชิงเส้น

3.3 การออกแบบจอภาพและแสดงผล ได้แก่

- บทนำและวิธีการใช้โปรแกรม
- การจัดเฟรม หรือแต่ละหน้าจอ
- การพิจารณารูปแบบของตัวอักษร
- การตอบสนองและการโต้ตอบ
- การแสดงผลบนจอภาพและเครื่องพิมพ์

3.4 กำหนดความสัมพันธ์ ได้แก่

- ความสัมพันธ์ของเนื้อหา
- กิจกรรมการเรียนการสอน

4. การกำหนดขอบเขตบทเรียน

การกำหนดขอบข่ายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึงการกำหนดความสัมพันธ์ของเนื้อหาแต่ละหัวข้อย่อย ในกรณีที่เนื้อหาในเรื่องดังกล่าวแยกเป็นหัวเรื่องย่อยหลายๆหัวข้อ จำเป็นต้องกำหนดขอบข่ายของบทเรียนแต่ละเรื่องๆเพื่อหาความสัมพันธ์กันระหว่างบทเรียน เพื่อระบุความสัมพันธ์ดังกล่าวจะได้ทราบถึงแนวทางของขอบข่ายของแบบเรียนที่จะเรียนต่อไป หลังจากที่จบบทเรียนในแต่ละหัวข้อย่อยแล้ว ถ้าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ออกแบบขึ้นมีเพียงบทเรียนเรื่องเดียว ขอบข่ายความสัมพันธ์ของบทเรียนก็อาจจะละเลยไปได้

5. การกำหนดวิธีการนำเสนอ

การนำเสนอเนื้อหาในขั้นนี้ ได้แก่ การเลือกรูปแบบการนำเสนอเนื้อหาในแต่ละเฟรมว่าจะใช้วิธีการแบบใด โดยสรุปผลจากขั้นตอนที่ 3 และ 4 นำมากำหนดเป็นรูปแบบการนำเสนอ เป็นต้นว่าการจัดตำแหน่งและขนาดของเนื้อหาการออกแบบและแสดงผลและกราฟฟิคบนจอภาพ การออกแบบเฟรมต่างๆของบทเรียน และการนำเสนอ ส่วนประการสุดท้ายได้แก่การวัดและประเมินผล แบบปรนัย จับคู่ และเติมคำตอบ

ขั้นที่ 2 การสร้าง Storyboard ของบทเรียน

Storyboard หมายถึง เรื่องราวของบทเรียนที่ประกอบด้วยเนื้อหาที่แบ่งเป็นเฟรม ตามวัตถุประสงค์และรูปแบบการนำเสนอ โดยร่างเป็นแต่ละเฟรมย่อย เรียนตามลำดับตั้งแต่เฟรมที่ 1 จนถึงเฟรมสุดท้ายของแต่ละหัวข้อย่อย นอกจากนี้แล้ว Storyboard ยังจะต้องระบุภาพที่ใช้ในแต่ละเฟรม พร้อมเงื่อนไขต่างๆที่เกี่ยวข้อง เช่น ลักษณะของภาพ เสียงประกอบ ความสัมพันธ์ของเฟรม เนื้อหากับเฟรมอื่นๆของบทเรียนในลักษณะบทสคริปต์ของภาพยนตร์ เพียงแต่ Storyboard จะมี

เงื่อนไขประกอบอื่นๆ โดยยึดหลักเกณฑ์และแนวทางตามขั้นที่ 2 ที่ได้จากการวิเคราะห์ Courseware Design มาแล้ว

Storyboard จะใช้เป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อไป การสร้าง Storyboard ที่ละเอียดและสมบูรณ์มากขึ้นเท่าใด จะทำให้การสร้างบทเรียนด้วย Authoring System เป็นระบบมากขึ้นเท่านั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง กลุ่มที่เขียน Storyboard เป็นคนละกลุ่มกับกลุ่มที่สร้างบทเรียน Storyboard จะทวีความสำคัญขึ้น

ขั้นที่ 3 การสร้างบทเรียน (Courseware Construction)

การสร้างบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นับว่ามีความสำคัญประการหนึ่ง ต่อจากขั้นตอนขั้นตอนหนึ่งที่จะได้เป็นผลงานออกมา ภายหลังจากที่ได้ทำตามขั้นตอนต่างๆแล้ว ในขั้นตอนนี้ จะดำเนินการตาม Storyboard ที่วางเอาไว้ทั้งหมด ตั้งแต่การออกแบบเฟรมเปล่าหน้าจอ การกำหนดสีที่จะใช้งานจริง รูปแบบของตัวอักษรที่จะใช้ขนาดของตัวอักษร สีพื้นและสีของตัวอักษร นอกจากนี้แล้วยังมีข้อมูลต่างๆที่เกี่ยวข้อง ดังนี้

1. การใส่เนื้อหาและกิจกรรม (Input Content)
 - 1.1 ข้อมูลที่จะเสนอบนจอ
 - 1.2 สิ่งที่คาดหวังและการตอบสนอง
 - 1.3 ข้อมูลสำหรับการควบคุมการตอบสนอง
2. การใส่ข้อมูล / บันทึกการสอน (Input Teaching Plan)
3. การสร้างบทเรียน (Generate Courseware) โดยใช้ Authoring System
 - 3.1 การสร้างภาพ เช่น ภาพลายเส้น ภาพนิ่ง ภาพจริง ภาพเคลื่อนไหว และอื่นๆ
 - 3.2 การสร้างเสียง
 - 3.3 การสร้างเงื่อนไขบทเรียน เช่นการ ได้ตอบ การ Feedbackและอื่นๆ
 - 3.4 การสร้างความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรม แต่ละหัวข้อ

ขั้นที่ 4 การตรวจสอบและการประเมินผลก่อนนำไปใช้งานจริง

ในขั้นสุดท้ายของการนำบทเรียนช่วยสอนด้วยคอมพิวเตอร์ไปใช้งานจริง จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องผ่านกระบวนการตรวจสอบ และการประเมินผลบทเรียน (Courseware Testing and Evaluation) เสียก่อนเพื่อประเมินผลในขั้นแรกของตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่ามีคุณภาพอย่างไร ซึ่งมีข้อพิจารณา ดังนี้

1. การตรวจสอบ ในการตรวจสอบนั้นจะต้องทำตลอดเวลา หมายความว่า การตรวจสอบในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบบทเรียน

และอีกหนึ่งทฤษฎีที่ใช้อ้างอิงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 3 ขั้นตอน ซึ่งประกอบด้วย ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis Phrase) ขั้นตอนออกแบบ (Design Phrase) ขั้นการพัฒนา

และการนำไปใช้ (Development and Implementation Phrase) โดยยึดกระบวนการสอน 9 ขั้นตอนของ Robert Gagne' อ่างใน (อำนาจ เดชชัยศรี 2542: 116–117)

1. ได้รับความสนใจ (Gain Attention) เป็นการสร้างบทเริ่มต้นของกิจกรรมที่เรียน โดยให้ผู้เรียนสนใจเนื้อหาบนจอภาพ ไม่ใช่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์
2. บอกวัตถุประสงค์ (Identify Objective) ให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหาและเค้าโครงของเนื้อหา
3. ทบทวนความรู้เดิม (Recall Prior Knowledge) เป็นการใช้วิธีการประเมินความรู้เดิมของผู้เรียนในรูปแบบต่าง ๆ เช่น พุดคุย ชักถาม และทำแบบทดสอบ เป็นต้น
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Stimulus) เป็นการเสนอภาพที่เกี่ยวกับเนื้อหาประกอบด้วยคำพูดสั้น ๆ ง่าย ๆ ได้ใจความชัดเจน ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การอาศัยภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจดจำได้ดีกว่าการใช้คำพูด หรืออ่านเพียงอย่างเดียว
5. การชี้แนวทางในการเรียนรู้ (Guide Learning) เป็นหน้าที่ของผู้ออกแบบบทเรียน ที่จะต้องพยายามใช้เทคนิคในการกระตุ้น ให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษา โดยเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Performance) มีหลายทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้ ต่างก็มีความสอดคล้องในลักษณะสิ่งเร้ากับการตอบสนอง ในแง่ของการเรียนผู้เรียนควรมีโอกาสได้ร่วมคิดและร่วมปฏิบัติให้เกิดทักษะ
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการช่วยเพิ่มความสนใจและเป็นการบอกว่าคุณะนั้นผู้เรียนอยู่จุดไหน ห่างจากเป้าหมายเพียงใด
8. มีการทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการทดสอบก่อนเรียนและระหว่างเรียนช่วงท้ายบท ซึ่งเป็นสิ่งจำเป็นเพื่อวัดค่าความรู้ของผู้เรียน
9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และการถ่ายโอนการเรียนรู้ (Enhance Retention Transfer) เป็นขั้นตอนของการสรุปเฉพาะประเด็นสำคัญรวมทั้งเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวน หรือซักถามปัญหาาก่อนจบบทเรียน

2.5 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

2.5.1 ลักษณะของข้อสอบที่ดี

ลักษณะของข้อสอบที่ดีมี 10 ข้อ ดังนี้ (ภัทรา นิคมานนท์. 2540: 91-92)

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึงแบบทดสอบที่สามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการวัดได้ครบถ้วนและวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายของการวัด

2. เชื่อมั่นได้ (Reliability) แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้ หากนำมาใช้สอบวัดกับกลุ่มเดิมในเวลาใกล้เคียงกัน ผลจากการวัดจะเหมือนเดิม หรือใกล้เคียงกับเดิม จะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก
3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) หมายถึง คำถามที่มีความชัดเจน 3 ประการคือ คำถามอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึง ข้อสอบที่ไม่ยาก หรือง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบแทนได้ด้วยค่า P ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า P อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป และไม่ง่ายเกินไป แต่มีความยากง่ายอยู่ระหว่างค่อนข้างยาก ปานกลาง และค่อนข้างง่าย
5. จำแนกได้ (Discrimination) หมายถึง ข้อสอบที่สามารถแบ่งแยกผู้สอบออกเป็น คนเก่ง และคนอ่อนได้ถูกต้อง ข้อสอบที่ดีจำแนกได้ คนเก่งจะตอบข้อนั้นถูก ส่วนคนอ่อนจะตอบข้อนั้นผิด ถ้าข้อใดคนเก่งตอบผิด แต่คนอ่อนตอบถูก แสดงว่าข้อนั้นจำแนกกลับ แต่ถ้าทั้งคนเก่งและคนอ่อนตอบถูก หรือผิดพอ ๆ กัน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนกไม่ได้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแทนได้ด้วยค่า r ค่า r มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า r บวก หมายความว่าจำแนกได้ โดยคนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อที่มี r เป็นเครื่องหมายลบ แสดงว่าจำแนกกลับ เพราะคนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน ข้อที่มีค่าเป็นศูนย์ หรือค่าใกล้ศูนย์ (ค่า r อยู่ระหว่าง 1.19 ถึง +.19) แสดงว่าจำแนกไม่ได้ เนื่องจากคนเก่งกับคนอ่อนตอบถูกพอ ๆ กัน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง .20 ถึง 1.00
6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือข้อสอบที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสอบได้ถูกต้องที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องแคล่ว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้แรงงานน้อย
7. มีความยุติธรรม (Fair) คือไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบกันระหว่างผู้สอบด้วยกัน
8. ถามลึก (Searching) หมายถึง ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้สอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ
9. ชั่วๆ (Exemplary) หมายถึง ข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบ และทำข้อสอบด้วยความเต็มใจ
10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง ไม่ถามกว้างเกินไปหรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่ หลายมุม

2.5.2 การเขียนคำถามเพื่อวัดพฤติกรรม 6 ด้าน (เยาเวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย นิยมใช้เป็นเครื่องมือหลักสำหรับการวัดผลการเรียน ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้มีคุณภาพนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงความครอบคลุมเนื้อหาและใช้คำถามที่ดีแล้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่าง ๆ ที่เป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกอบด้วย กล่าวคือ ต้องพยายามเขียนคำถามวัดพฤติกรรมต่าง ๆ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรายวิชานั้น ๆ ด้วย ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ ๆ ได้ 6 ชนิด แต่ละชนิดยังแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อย ๆ ได้อีกหลายประเภท คือ

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge)
 - 1.1 ความรู้ในเนื้อเรื่อง (knowledge of specifics)
 - 1.11 ศัพท์และนิยาม (terminology)
 - 1.12 กฎและความจริง (specific facts)
 - 1.2 ความรู้ในวิธีดำเนินการ (knowledge of ways and means of dealing with specifics)
 - 1.21 เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (conventions)
 - 1.22 เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (trends and sequences)
 - 1.23 เกี่ยวกับการจัดประเภท (classifications and categories)
 - 1.24 เกี่ยวกับเกณฑ์ (criteria)
 - 1.25 เกี่ยวกับวิธีการ (methodology)
 - 1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (knowledge of the universals and abstractions)
 - 1.31 เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย (principles and generalizations)
 - 1.32 เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (theories and structures)
2. ความเข้าใจ (comprehension)
 - 2.1 การแปลความ (translation)
 - 2.2 การตีความ (interpretation)
 - 2.3 การขยายความ (extrapolation)
3. การนำไปใช้ (application)
4. การวิเคราะห์ (analysis)
 - 4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of elements)
 - 4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationships)
 - 4.3 วิเคราะห์หลักการ (analysis of principles)
5. การสังเคราะห์ (synthesis)
 - 5.1 สังเคราะห์ข้อความ (production of a unique communication)

5.2 สักระยะที่แผนงาน (production of a plan or proposed set of operations)

5.3 สักระยะที่ความสัมพันธ์ (derivation of a set of abstract relations)

6. การประเมินค่า (evaluation)

6.1 อาศัยข้อเท็จจริงภายใน (judgments in terms of internal evidence)

6.2 อาศัยเกณฑ์ภายนอก (judgments in terms of external criteria)

2.5.2.1 การวัดความรู้ความจำ (เยาเวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

ความรู้ หมายถึง บรรดาข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดของเรื่องราว การกระทำ อันเป็นประสบการณ์ของบุคคลซึ่งสะสมและถ่ายทอดสืบต่อกันไป ความจำ คือความสามารถของบุคคลในการเก็บรักษาไว้ซึ่งความรู้หรือประสบการณ์ต่าง ๆ ที่เคยพบเห็นมา การวัดความรู้ความจำจึงเป็นการวัดความสามารถในการระลึก (recall) เรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ต่าง ๆ หรือเป็นการวัดการระลึกประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้รับจากคำสอน การบอกกล่าว การฝึกฝนของผู้สอน รวมทั้งจากตำรา จากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ ด้วย คำถามวัดความรู้ความจำแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

1. **ถามความรู้ในเนื้อเรื่อง** เป็นการถามรายละเอียดของเนื้อหา ข้อเท็จจริงต่างๆ ของเรื่องราวทั้งหลาย แบ่งคำถามที่ใช้วัดออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. **ถามศัพท์และนิยาม** ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับความหมายของคำ คำศัพท์ คำนิยาม คำจำกัดความต่างๆ คำถามประเภทนี้มักจะถามสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

- ถามชื่อ
- ถามคำแปล หรือความหมาย หรือความหมายที่ตรงกันข้าม
- ถามตัวอย่าง
- ถามนิยาม คำจำกัดความ อักษรย่อ

2. **ถามกฎและความจริง** ได้แก่คำถามที่ถามเกี่ยวกับ สูตร กฎ เรื่องราว ข้อเท็จจริง ใจความ หรือรายละเอียดของเนื้อหาต่างๆ คำถามประเภทนี้มักถามเกี่ยวกับ

- สูตร กฎหรือทฤษฎี
- ความจริงเกี่ยวกับเรื่องราว หรือเนื้อเรื่อง
- จำนวน ปริมาณ ขนาด
- สถานที่
- เวลา วันที่ เดือน ปี
- คุณสมบัติ หน้าที่ ความสำคัญ
- วัตถุประสงค์
- สาเหตุและผล
- ประโยชน์และโทษ

2. **ถามความรู้ในวิธีดำเนินการ** เป็นการถามวิธีการปฏิบัติต่างๆ แบบแผนประเพณี ขั้นตอนของการปฏิบัติทั้งหลาย แบ่งคำถามที่ใช้ถามออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. **ถามระเบียบแบบแผน** ได้แก่ การถามเกี่ยวกับวิธีประพฤติปฏิบัติตาม ระเบียบประเพณีหรือวัฒนธรรมของสังคม รวมทั้งแบบแผนการปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ที่คนส่วนใหญ่ นิยมปฏิบัติ คำถามชนิดนี้จะถามเกี่ยวกับ

- แบบแผน แบบฟอร์ม
- คำสุภาพ ราชศัพท์
- ธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม

2. **ถามลำดับขั้นและแนวโน้ม** ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับขั้นตอนของการ ปฏิบัติและการหาความเอนเอียงหรือแนวโน้มของสิ่งที่จะเป็นไป มันจะถามเกี่ยวกับ

- ลำดับขั้นหรือขั้นในการปฏิบัติ
- ลำดับเวลาของเหตุการณ์หรือเรื่องราว

3. **ถามการจัดประเภท** ได้แก่ การถามความสามารถในการจำแนกแจกแจงชนิด การจัดหมวดหมู่หรือประเภทของสิ่งของ เรื่องราว โดยยึดกฎเกณฑ์ หรือวิธีการอย่างหนึ่ง อย่างเป็นหลัก คำถามชนิดนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- ชนิดหรือประเภท
- สิ่งที่อยู่ในประเภทหรือกลุ่มเดียวกัน
- สิ่งที่แตกต่างกันกลุ่ม

4. **ถามเกณฑ์** ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับความสามารถในการจดจำหลักเกณฑ์ต่างๆ หรือข้อกำหนดที่ยึดเป็นหลักสำหรับการพิจารณาวินิจฉัยข้อเท็จจริง การกระทำ หรือเรื่องราวต่างๆ ว่าคืออะไร ใช้สำหรับตัดสินสิ่งใด คำถามประเภทนี้มักจะถามถึง

- ลักษณะ หรือคุณสมบัติที่ใช้พิจารณาหรือชี้ขาด
- เปรียบเทียบข้อแตกต่าง

5. **ถามวิธีการ** ได้แก่ การถามวิธีปฏิบัติหรือกรรมวิธีต่างๆ ที่จะทำให้ ได้ผลลัพธ์หรือเกิดผลตามที่ต้องการ โดยถามถึงวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จนทำให้ได้ผลที่มี ประสิทธิภาพ จึงมักถามเกี่ยวกับ

- วิธีปฏิบัติ
- แนวทางการแก้ปัญหา
- การเปรียบเทียบหรือเลือกวิธีที่เหมาะสม

3. **ถามความรู้รวบยอด** เป็นการถามความสามารถในการจดจำข้อสรุปหรือหลักการของ เรื่องที่เกิดจากการผสมผสานหาลักษณะร่วม เพื่อรวบรวมและขบข่นลงมาเป็นหลักหรือหัวใจของ เนื้อหานั้นๆ คำถามความรู้รวบยอดมี 2 ชนิด คือ

1. **ถามหลักวิชาและการขยายหลักวิชา** ได้แก่ การถามสาระสำคัญๆ ของเรื่องที่ได้มาจากการสรุปลักษณะปลีกย่อยหรือรายละเอียดต่างๆ พร้อมทั้งความสามารถในการนำหลักเหล่านั้น ไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งอื่น มักจะถามเกี่ยวกับ

- หลักสรุป
- การขยายหลักไปสู่สภาพอื่น

2. **ถามทฤษฎีและโครงสร้าง** ได้แก่ การถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์จากรายละเอียดหรือหลักวิชาต่างๆ มาลงสรุปเป็นเนื้อสาระสำคัญจนตั้งเป็นกฎเกณฑ์ทฤษฎี หรือโครงสร้างที่มีลักษณะร่วมกัน แนวคำถามมักจะถามเกี่ยวกับ

- ลักษณะร่วม
- หลักวิชาที่ยึดถือร่วมกัน

2.5.2.2 การวัดความเข้าใจ

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความจำไปดัดแปลง ปรับปรุง เพื่อให้สามารถจับใจความอธิบาย หรือเปรียบเทียบ ย่นย่อเรื่องราว ความคิด ข้อเท็จจริงต่างๆ ทั้งยังสามารถอธิบายและเปรียบเทียบสิ่งที่มีลักษณะและสภาพคล้ายคลึงเป็นทำนองเดียวกับของเดิมได้ บุคคลที่มีความเข้าใจในสิ่งใด จะสามารถแปลความหมายหรือตีความหรือขยายความเกี่ยวกับสิ่งนั้นได้ คำถามที่ใช้วัดความเข้าใจแบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

1. **ถามการแปลความ** ได้แก่ คำถามที่ให้อธิบายความตามลักษณะและนัยของเรื่องราวต่าง ๆ โดยให้แปลงเรื่องราวเดิมออกมาเป็นคำพูดใหม่ ลักษณะใหม่ตามเลศนัยเดิม มักถามเกี่ยวกับ

- แปลความหมายคำ กลุ่มคำ ประโยค ข้อความ
- แปลภาพ สัญลักษณ์ ตาราง กราฟ
- การยกตัวอย่าง
- การเปรียบเทียบ เปรียบเปรยต่างๆ

2. **ถามการตีความ** เป็นการถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์ของรายละเอียดต่างๆ ของเรื่องราว เพื่อนำมาอธิบาย เรียบเรียง บันทึกในแง่มุมใหม่ ทั้งนี้จะต้องอาศัยการค้นหาเปรียบเทียบทั้งรายละเอียดและสิ่งที่เป็นเงื่อนไขต่าง ๆ เพื่อแปลความหมาย แล้วนำสิ่งที่แปลความได้นั้นมาเปรียบเทียบพิจารณาต่ออีกขั้นหนึ่ง การถามให้ตีความมักจะถามเกี่ยวกับ

- ตีความเรื่อง
- ตีความข้อเท็จจริง

3. **ถามการขยายความ** เป็นการถามความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือสภาพในปัจจุบันไปพยากรณ์หรือขยายความคิด คาดคะเนข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่างๆ ที่ไกลจากที่

เป็นอยู่อย่างสมเหตุ มีลักษณะคล้ายกับการสร้างจินตนาการ โดยใช้ข้อเท็จจริงเป็นหลักนั่นเอง การตั้งคำถามวัดความเข้าใจในแง่การขยายความอาจจะให้เรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงทั้งไปให้ไกล ไปข้างหน้าและข้างหลังหรือเบื้องหลัง จึงมีถามเกี่ยวกับ

- การคาดคะเน พยากรณ์แนวโน้ม ความคิด
- การขยายความแบบสมมุติ

2.5.2.3 การวัดการนำไปใช้

การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ ที่มีในเรื่องราว ข้อเท็จจริง วิธีการต่างๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน การนำไปใช้จัดเป็นความสามารถขั้นสูงกว่าความจำ ความเข้าใจ โดยต้องสามารถที่จะนำความจำ และความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ไม่ว่าจะเป็นสูตร กฎ ทฤษฎี หรือรายละเอียดต่างๆ ไป ไปใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะผิดแผกแตกต่างจากที่เคยพบเห็นมา คำถามที่ใช้ถามความสามารถในการนำไปใช้ มักจะถามเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้ (เขาวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

- การนำหลักวิชาไปแก้ปัญหา หรือไปใช้เป็นหลักปฏิบัติ
- การนำความรู้ไปอธิบายหลักวิชา หรือยกตัวอย่าง
- การถามเหตุผลของการปฏิบัติ

2.5.2.4 การวัดการวิเคราะห์

การวิเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการแยกหารายละเอียด หาประเด็นของเรื่องราว เหตุการณ์ การกระทำ ความคิด ความจริงต่างๆ เพื่อนำมาพิจารณา ไตร่ตรอง เปรียบเทียบ หาสาระ หรือแก่นสาร หลักการ ความเกี่ยวข้อง หรือหามูลเหตุหรือต้นกำเนิดของสิ่งนั้นๆ ลักษณะของการวิเคราะห์ก็คือการใช้วิจารณญาณเพื่อไตร่ตรองนั่นเอง คำถามประเภทนี้แบ่งเป็น 3 ชนิด คือ(เขาวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

1. ถามการวิเคราะห์ความสำคัญ เป็นคำถามที่ต้องการให้เด็กค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราว ความคิด การกระทำหรือเหตุการณ์ต่างๆ คำถามแบบนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- องค์ประกอบที่สำคัญ
- วัตถุประสงค์
- สาระสำคัญ หัวใจของเรื่อง (main idea)
- สาเหตุ ต้นกำเนิด

2. ถามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ เป็นคำถามเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะต่างๆ ของเรื่อง ของเหตุการณ์ ว่าพาดพิง เกี่ยวโยงกันอย่างไร มากน้อยเพียงใด รวมทั้งผลที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ลักษณะคำถามมักถามเกี่ยวกับ

- ความสอดคล้องสัมพันธ์

- ความขัดแย้งกัน
- เหตุและผลที่ตามมา (cause and effect)

3. **ถามการวิเคราะห์หลักการ** เป็นการวัดความสามารถในการค้นหาเค้าเงื่อน หลักที่ ยึดถือเทคนิค ระเบียบวิธี โครงสร้าง ของเรื่องราว ความคิด คำพูด มักจะถามในลักษณะต่อไปนี้

- ถามโครงสร้าง
- ถามหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

2.5.2.5 การวัดการสังเคราะห์

การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม ผสมผสานสิ่งต่างๆ เช่น สิ่งของ ข้อเท็จจริง รายละเอียด ความคิด เพื่อนำมาผลิตหรือทำให้เป็นสิ่งใหม่ หรือเพื่อหาข้อสรุปเป็นข้อยุติ การวัดความสามารถในด้านการสังเคราะห์ มีคำถามอยู่ 3 แบบ คือ (เยาเวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

1. **ถามการสังเคราะห์ข้อความ** เป็นการวัดความสามารถในการแสดงการสื่อสารเพื่อ เสนอความคิด เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ โดยอาศัยข้อความ ภาพ การพูด ลักษณะดังกล่าวก็คือการ ผลิตข้อความบทประพันธ์ การเขียนภาพ การพูด การวัดความสามารถดังกล่าว นิยมใช้ข้อสอบ ภาคปฏิบัติเป็นหลักหรือใช้ข้อสอบข้อเขียนแบบความเรียง (essay type) เพราะจะช่วยให้การวัด เทียบตรงกว่าแบบอื่นๆ ลักษณะคำถามประเภทนี้มักจะเกี่ยวกับ

2. **ถามการสังเคราะห์แผนงาน** เป็นการวัดความสามารถในการผลิตโครงการ แผนปฏิบัติหรือการวางแผนกิจกรรมการงานต่างๆ ว่าจะต้องกระทำอย่างไร ต้องเตรียมสิ่งใด มี ขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ต้องเตรียมแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น คำถาม ชนิดนี้จึงนิยมถามแบบเดียวกับการสังเคราะห์ข้อความ คือใช้วิธีให้เด็กเขียน โครงการต่างๆ ออกมา หรือใช้วิธีบรรยายถึงแผนการต่างๆ ลักษณะคำถามจึงมักถามเกี่ยวกับ

- การเสนอแผนการ
- การวางแผนกิจกรรม
- ขั้นตอนการปฏิบัติ และปัญหาที่อาจมีรวมทั้งวิธีแก้ไข

3. **ถามการสังเคราะห์ความสัมพันธ์** เป็นคำถามที่วัดความสามารถในการเก็บรวบรวม รายละเอียดต่างๆ เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ตรวจสอบ หาข้อยุติหรือลงสรุป โดยการ เชื่อมโยงรายละเอียดเหล่านั้น ลักษณะดังกล่าวคือความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง คำถามที่นิยมใช้กันมักจะเป็น ดังนี้

- นำรายละเอียดมาตั้งสมมุติฐานใหม่
- เชื่อมโยงความสัมพันธ์
- หาข้อสรุปหรือข้อยุติที่เหมาะสม

2.5.2.6 การวัดการประเมินค่า

การประเมินค่า เป็นการวินิจฉัย ตีราคา เรืองราว ความคิด การกระทำ เหตุการณ์ต่างๆ โดยการสรุปเป็นคุณค่าว่า ดี – เลว เหมาะ – ไม่เหมาะ อย่างมีหลักเกณฑ์ ดังนั้นคำถามที่วัดการประเมินค่าจึงเป็นคำถามที่ให้เด็กพิจารณาตัดสินสิ่งต่างๆ เช่น บทประพันธ์ ผลงาน ความคิดเห็น ตลอดจนเรื่องราวหรือเหตุการณ์ต่างๆ ว่าเหมาะสมหรือดีเลวหรือไม่ เพราะเหตุใด โดยสามารถใช้คำถามได้ 2 แบบ คือ (เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179-213)

1. การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน เป็นคำถามที่ให้ประเมินสิ่งต่างๆ โดยใช้ข้อเท็จจริง รายละเอียด หลักการ หรือทฤษฎีต่างๆ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินพิจารณา นั่นคือบรรดาเกณฑ์ที่นำมาใช้ตัดสินหรือประเมินนั้น เป็นเรื่องราวหรือความจริงตามเนื้อหาและหลักวิชาที่ปรากฏอยู่จริงการถามจึงมักจะให้ตัดสินหรือประเมินเกี่ยวกับ

- ความถูกต้องเหมาะสมของเรื่อง
- ประสิทธิภาพของวิธีการ
- คุณค่าของผลงาน
- ความสมเหตุสมผลของเรื่อง วิธีการ ความคิด

2. การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นคำถามที่ให้พิจารณาตัดสินสิ่งต่างๆ เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาตัดสินนั้น เป็นเกณฑ์ที่ได้มาจากสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากข้อเท็จจริงหรือหลักวิชาส่วนใหญ่เป็นเกณฑ์ที่เกี่ยวกับแบบแผนทางสังคม ลัทธิการปกครอง ค่านิยม คุณธรรมต่างๆ ที่เป็นบรรทัดฐานของคนส่วนรวม คำถามประเภทนี้จึงมักให้ประเมินค่าเกี่ยวกับ

- ลักษณะโดยสรุปรวม
- การเปรียบเทียบความเหมาะสม ลักษณะเด่นและด้อย
- การตัดสินตามมาตรฐาน

สรุป

การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนอันเป็นผลมาจากการสอนฝึกฝน ของผู้สอน จึงเป็นการวัดผลการเรียนที่จะตอบคำถามให้ได้ว่าเด็กเรียนมาแล้วรู้เท่าไร การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติและข้อสอบผลสัมฤทธิ์การวัดความเสมอภาคด้านนี้ ต้องคำนึงถึงเนื้อหา (Content) และพฤติกรรม (behavior) ของผู้เรียนควบคู่กันไป โดยต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงของข้อสอบเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อสอบที่ใช้ต้องสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ต่างๆ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ได้อย่างแท้จริง

2.5.3 วัตถุประสงค์การศึกษาหลักสูตร

1. วัตถุประสงค์ (เขาวดี วิบูลย์ศรี. 2539: 179 – 213)

1.1 วัตถุประสงค์ทั่วไปเป็นจุดประสงค์ที่มีความหมายกว้างไม่เจาะจงเฉพาะเจาะจง ตัวอย่างเช่น

ก. เพื่อให้ผู้เรียนมีความตระหนักในสิทธิและหน้าที่ของการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย

ข. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ธรรมชาติ

1.2 วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม หมายถึง วัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนซึ่งกล่าวถึงพฤติกรรมที่นักเรียนสามารถแสดงออกมาให้เห็นอย่างเด่นชัดโดยสังเกตได้หรือวัดได้ กล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ เป็นจุดประสงค์ของการสอนที่กำหนดไว้ว่า หลังจากการเรียนการสอนแล้ว ครูต้องการให้นักเรียนสามารถทำอะไรได้บ้าง ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์อย่างไร และจะต้องทำได้มากน้อยเพียงใด จึงจะถือว่าการเรียนการสอนนั้นได้บรรลุเป้าหมายตามที่ต้องการ ฉะนั้นคำจำกัดความของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม อาจกล่าวโดยสรุปได้ว่า คือ ข้อความที่บ่งถึงพฤติกรรมของผู้เรียน ที่ต้องแสดงออกให้สังเกตได้หรือวัดได้ ภายใต้เงื่อนไขหรือสถานการณ์ที่จะทำให้เกิดพฤติกรรมนั้น ๆ รวมทั้งมีเกณฑ์ในการวัดอันเป็นที่ยอมรับว่า ผู้เรียนได้สัมฤทธิ์ผลตามจุดมุ่งหมายที่กำหนดไว้

การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพื่อการสร้างข้อสอบนั้นควรพิจารณาถึงปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ

ประการแรก เนื้อหาวิชาที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนหรือมีความสัมพันธ์กับคำถามของข้อสอบที่จะสร้าง โดยเนื้อหาวิชานั้น ๆ จะต้องสามารถแยกแยะออกเป็น นิยาม ข้อเท็จจริง หลักการ และการขยายความ ฯลฯ เป็นต้น

ประการที่สอง ระดับสติปัญญาของนักเรียนที่ต้องใช้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการตอบคำถามของข้อกระทงที่จะสร้าง โดยพิจารณาตามแนวความคิดของบลูมและคณะที่ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นสามารถที่จะจัดลำดับขั้นของการเรียนรู้จากสิ่งที่ยากไปหาสิ่งที่ง่ายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 : ความรู้ การวัดระดับความรู้หรือวัดระดับ “ความจำ” นั้น เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 : ความเข้าใจ การวัดระดับความเข้าใจนั้น จะต้องเป็นคำถามที่ได้นำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนรู้อมาแล้วมาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น

ขั้นที่ 3 : การนำไปใช้ การวัดระดับการนำไปใช้นั้น มีลักษณะคล้ายกันกับการวัดในระดับความเข้าใจ ตรงที่ต้องการให้นักเรียนนำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ แต่ก็

ไม่เหมือนกับระดับความเข้าใจตรงที่ว่า ความรู้หรือเรื่องราวที่เคยเรียนมานั้นจะใช้อะไรมาแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 : การวิเคราะห์ ข้อกระทงที่วัดในระดับการวิเคราะห์ ต้องการให้ นักเรียน ได้แสดงความสามารถในการวิเคราะห์โดยวิธีต่อไปนี้

ก. ซึ่ให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่าง ๆ

ข. ซึ่ให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 : การสังเคราะห์ ข้อสอบที่วัดในระดับการสังเคราะห์ ต้องการให้ นักเรียนสามารถเอาหน่วยความรู้ย่อย ๆ มาผสมผสานหรือมาจัดระเบียบใหม่ เพื่อให้เกิดเป็น โครงสร้างขึ้นใหม่ที่แปลกกว่าเดิม ชัดเจนกว่าเดิมและมีคุณภาพดีด้วย นักเรียนที่จะมีความรู้ในระดับนี้ จะต้องมีความสามารถในการมองเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง หลายแง่หลายมุม รู้จักพลิกแพลงปรับปรุงของเดิมให้แปลกใหม่กว่าซึ่ง ทั้งนี้จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่แสดงว่ามีความสามารถในการสังเคราะห์

ขั้นที่ 6 : การประเมินผล ข้อกระทงที่วัดในระดับการประเมินผล ต้องการให้นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของแนวความคิด ผลผลิต และวิธีการ ฯลฯ ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหนึ่ง โดยเฉพาะ พร้อมกับสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสินนั้น ๆ

2. การกำหนดโครงเรื่องของเนื้อหาที่จะสอบ เนื่องจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ควรจะระบุเนื้อหาที่จะสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงต้องมีโครงเรื่องครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่จะทำการทดสอบเพื่อประกอบความเข้าใจในเรื่องนี้ จะขอยกตัวอย่างโครงเรื่องเกี่ยวกับหัวข้อต่างๆ ของหน่วยการเรียนรู้เรื่องการเงินและการธนาคาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาเศรษฐศาสตร์เช่นกัน ดังต่อไปนี้

โครงเรื่องเกี่ยวกับการเงินและการธนาคาร

ก. รูปแบบและหน้าที่ของเงิน

1. ประเภทของเงิน

2. ประโยชน์ต่าง ๆ ของเงิน

ข. การดำเนินงานของธนาคาร

1. การบริการของธนาคารพาณิชย์

2. สถาบันการเงินอื่น ๆ

3. ธนาคารกลางในการจัดการเกี่ยวกับปริมาณของเงินตราที่หมุนเวียนในประเทศ

ค. บทบาทของธนาคารกลาง

1. ความจำเป็นในการปรับปรุงอุปทานของเงิน

2. ลักษณะของธนาคารกลาง

3. นโยบายควบคุมที่มีผลต่ออุปทานของเงิน

ง. การควบคุมธนาคาร โดยรัฐ (กรณีที่แต่ละรัฐมีการปกครองของตัวเอง เช่น สหรัฐอเมริกา)

1. คณะอนุกรรมการควบคุมธนาคารแห่งรัฐ
2. กฎหมายคุ้มครองผู้กู้เงิน

ข้อสังเกต การกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะทดสอบ จะกำหนดไว้เฉพาะหัวข้อที่สำคัญ ๆ โดยปกติโครงสร้างที่นิยมกัน จะมีความยาวประมาณหนึ่งหรือสองหน้าเท่านั้น

2.5.4 การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม (ภัทรา นิคมานนท์ . 2540: 108)

การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม เป็นการแยกแยะเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ทราบว่าแต่ละรายวิชานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้าง มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอะไร และมีอย่างละเท่าไร

วิธีการสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. พิจารณาว่าหลักสูตรนั้นมุ่งสอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมอะไรบ้าง โดยพิจารณาจากหลักสูตรวิชาที่จะวิเคราะห์ภาคความมุ่งหมาย แล้วถอดความมุ่งหมายของหลักสูตรออกมาเป็นพฤติกรรมด้านต่าง ๆ เช่น พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะ ทัศนคติ เป็นต้น โดยปกติในวิชาหนึ่ง ๆ มักแยกออกได้ 6-8 พฤติกรรมใหญ่ ๆ ผู้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรต้องตัดสินใจว่า ในวิชานั้นวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรมเมื่อจำแนกได้ว่ามีกี่พฤติกรรมแล้ว ควรตีความหมายได้ว่าแต่ละพฤติกรรมนั้นมีความหมายอย่างไร แสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้อย่างไร และวัดผลได้โดยวิธีไหน

2. พิจารณาหลักสูตรภาคเนื้อหา แล้วมาแยกเป็นเรื่อง ๆ เนื้อหาที่ไม่ค่อยสำคัญหรือเป็นประเภทเดียวกันอาจจะมารวมเป็นหัวข้อเดียวกันได้ แล้วบรรจุลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตรในแนวนอนทางด้านซ้ายมือ ส่วนพฤติกรรมในข้อ 1. นำมาบรรจุลงในตารางตามแนวตั้งด้านบน

3. สมมุติน้ำหนักหรือความสำคัญของแต่ละพฤติกรรมตามแนวนอนให้มีคะแนนเต็มเป็น 10 หน่วยเท่ากันทุกช่อง

4. ให้ผู้วิเคราะห์หลักสูตรแต่ละคนกำหนดความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะวัดในแต่ละช่องว่าจะให้น้ำหนักคะแนนช่องละเท่าใดจากคะแนนเต็ม 10

เพื่อให้การกำหนดน้ำหนักคะแนนของผู้วิเคราะห์ในกลุ่มเดียวกันมีความเป็นมาตรฐานเดียวกัน อาจกำหนดค่าของคะแนนเพื่อใช้ร่วมกันดังนี้

น้ำหนักคะแนน 0 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเน้น

น้ำหนักคะแนน 1-2 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญน้อย

น้ำหนักคะแนน 3-4 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างน้อย

น้ำหนักคะแนน 5-6 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญปานกลาง
 น้ำหนักคะแนน 7-8 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญ
 ค่อนข้างมาก

น้ำหนักคะแนน 9-10 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก

นอกจากการกำหนดเกณฑ์น้ำหนักคะแนนร่วมกันแล้ว ก่อนที่จะกำหนดน้ำหนัก
 คะแนนลงไป ผู้วิเคราะห์ทุกคนควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของพฤติกรรมของกัน การ
 อภิปรายร่วมกันจะทำให้เข้าใจความหมายของพฤติกรรมได้ตรงกัน และเชื่อถือได้ยิ่งขึ้น

5. นำคะแนนในแต่ละช่องที่แต่ละคนกำหนดให้มาเฉลี่ยเข้าด้วยกันทั้งกลุ่ม

6. รวมคะแนนที่ได้จากข้อ 5 ลงมาตามแนวนอน (ตามเนื้อหา) และแนวตั้ง (ช่อง
 พฤติกรรม) เป็นช่อง ๆ ผลรวมของคะแนนแต่ละช่องเรียกว่า “คะแนนรวมย่อย”

7. รวมคะแนนรวมย่อยทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งต้องได้คะแนนเท่ากัน เรียกคะแนน
 รวมจำนวนนี้ว่า “คะแนนรวมยอด”

8. แปลงคะแนนรวมยอด โดยวิธีเทียบอัตราส่วน เช่น กำหนดว่าเรื่องที่ 1 จะมีข้อกระทง
 สำหรับ วัดความรู้ 30% ความเข้าใจ 25% การนำไปประยุกต์ใช้ 20% เป็นต้น ถ้าข้อสอบมีจำนวน 60
 ข้อ ก็จะเทียบได้ว่า 30% ที่เน้น พฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้มีเท่ากับ 18 ข้อ กระทงเป็นต้น

$$\frac{60 \times 30}{100} = 18$$

9. จัดอันดับความสำคัญ โดยถือคะแนนรวมในข้อ ที่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 รองลงมา
 เป็นอันดับ 2 และลดหลั่นกันตามลำดับ

2.5.5 การสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

แบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับกันดีมี 4 ประเภท คือ (ภัทรา นิคมานนท์
 2540 : 72-85)

1. แบบถูก-ผิด (True-False)
2. แบบเติมคำ (Completion)
3. แบบจับคู่ (Matching)
4. แบบเลือกคำตอบ (Multiple – Choices)

1. แบบถูก-ผิด (True-False)

แบบทดสอบแบบถูก-ผิดที่แท้ก็คือแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกนั่นเอง
 ผู้ตอบมีโอกาสเลือกตอบเพียงอย่างเดียวอย่างหนึ่ง อาจตอบว่า ใช่-ไม่ใช่, ถูก-ผิด, จริง-ไม่จริง เป็นต้น
 ตัวคำถามของแบบทดสอบประเภทนี้มักจะเขียนในรูปประโยคบอกเล่าธรรมดา หรืออาจเป็น รูป

คำถามโดยมีข้อความถูกขีดบ้างคละเคล้ากันไป ซึ่งผู้ตอบจะต้องตัดสินใจว่าข้อความนั้น ถูกต้อง หรือผิดจริงหรือเท็จ ใช่หรือไม่ใช่

2. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)

แบบทดสอบแบบเติมคำเป็นแบบทดสอบประเภทให้ตอบสั้น ๆ มีขอบเขตในการตอบ ภาคคำถามอาจอยู่ในรูปคำถามหรือในรูปประโยคบอกเล่าที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างสำหรับให้เติมคำหรือข้อความให้ได้รับความถูกต้องสมบูรณ์

3. แบบทดสอบแบบจับคู่

แบบทดสอบแบบจับคู่เป็นแบบทดสอบปรนัยประเภทกำหนดคำหรือข้อความเป็น 2 แถว แล้วให้ผู้ตอบเลือกคำถามหรือข้อความจากแถวหนึ่งไปใส่ในคำ หรือข้อความอีกแถวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์หรือสอดคล้องกันแบบทดสอบประเภทนี้คล้ายกับแบบทดสอบเลือกตอบนั่นเอง แต่ตัวเลือกไม่แน่นอนตายตัว เพราะตัวเลือกจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเลือกตอบไปแล้ว

4. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าแบบทดสอบปรนัยแบบอื่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ดีตัวเลือกทุกตัวมีน้ำหนักพอกัน ถ้าดูเผิน ๆ หรือไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริงจะเห็นว่าถูกหมด และการสอบแต่ละครั้งตัวเลือกแต่ละตัวจะมีโอกาสถูกเลือกพอ ๆ กัน สำหรับแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีลักษณะถูกหรือผิดอย่างเด่นชัดทำให้แบบทดสอบนั้นขาดคุณค่า และขาดความเป็นปรนัยอันเป็นคุณสมบัติของข้อสอบประเภทนี้

4.1 หลักในการเขียนข้อสอบแบบประเภทเลือกตอบ

4.1.1 เขียนตัวคำถามให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามสมบูรณ์ การถามด้วยประโยคคำถามที่สมบูรณ์ช่วยให้คำถามมีความหมายเฉพาะเจาะจงขึ้น ผู้สอบอ่านแล้วสามารถเข้าใจทันทีว่าผู้ถามต้องการให้ตอบในแง่ใด จะต้องพุ่งความคิดไปในทิศทางใด การเขียนแบบตอมนำแบบทิ้งท้ายไว้คล้ายให้เติมคำมักทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดคำถามในการจะมีคำตอบหลายแง่มุม บางทีผู้สอนต้องกลับไปอ่านข้อความซ้ำเพราะข้อความไม่ต่อเนื่องกัน ในกรณีที่ตัวเลือกใช้คำที่ไปรับกับคำถามพอดี จะเป็นการเสนอแนะคำตอบ หากจำเป็นที่จะต้องเขียนตอมนำแบบต่อความก็ควรเขียนเป็นความที่อ่านได้ความติดต่อกันกับตัวเลือก

4.1.2 เน้นเรื่องที่ถามให้ชัดเจนและตรงจุด คำถามประเภทที่คลุมเครือ ทำให้ผู้สอบเกิดลังเลในการตอบ ไม่ทราบว่าครูถามในแง่ใดกันแน่ คำถามที่มีลักษณะต่อความมีโอกาสทำให้คลุมเครือได้ง่าย การเขียนตอมนำให้เป็นคำถามจะช่วยให้ชัดเจนขึ้น

4.1.3 ใช้ภาษาให้เหมาะกับระบบผู้สอน ข้อสอบที่ดีควรให้ยากด้วยเนื้อหาของมันเองไม่ใช่ยากที่ภาษา ส่วนวนที่ใช้หรือการใช้คำพูดที่พลิกแพลง เพราะเราไม่ได้วัดความสามารถของ

ภาษา ยกเว้นแต่ข้อสอบมีจุดมุ่งหมายเช่นนั้น โดยเฉพาะ การใช้ภาษายากตั้งข้อคำถามหรือตัวเลือก จะทำให้ข้อสอบยากขึ้นโดยไม่จำเป็น อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นต่ำได้

การสร้างข้อสอบใด ๆ ผู้สร้างข้อสอบควรตระหนักเสมอว่าขณะนี้ตนเองกำลังสร้างคำถามวัดใคร ระดับชั้นไหน คำศัพท์หรือภาษาที่ใช้ตั้งคำถามนั้นผู้เรียนเรียนรู้แล้วหรือยัง การใช้ศัพท์ภาษาต่างประเทศหรือภาษาเทคนิคควรใช้ให้เหมาะสมกับวิชานั้น ๆ

4.1.4 คำถามควรสั้นและชัดเจน การเขียนคำถามแบบยาว ๆ วกไปวนมาอาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงตามสภาพไป เพราะจะเป็นการทำการทดสอบการอ่านหนังสือเร็วแล้วจับใจความแทนที่จะทดสอบความรู้ความเข้าใจหรือความสามารถทางวิชาการ การใช้ตัวเลือกที่มีข้อความซ้ำ ๆ กันเป็นการทำให้ข้อสอบยาวโดยไม่จำเป็น ซึ่งควรจะตัดข้อความที่ซ้ำกันนั้นออกเลยถ้าทำได้

4.1.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน การใช้คำถามปฏิเสธทำให้ผู้สอบต้องคิดย้อนกลับโดยไม่จำเป็น อาจทำให้เกิดการเข้าใจผิดได้ง่าย แต่ถ้ามีความจำเป็นจะต้องใช้จริง ๆ ก็ควรขีดเส้นใต้คำที่ปฏิเสธหรือพิมพ์ด้วยตัวเอนหรือตัวหนาให้ต่างจากข้อความทั่วไป เพื่อให้เห็นชัดขึ้นหรือใช้ความหมายเชิงปฏิเสธแทน

4.1.6 ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม ตัวเลือกปลายเปิดได้แก่ คำประเภท “ถูกทุกข้อ” “ไม่มีข้อถูก” “ยังสรุปแน่นอนไม่ได้” การใช้ตัวเลือกแบบนี้อาจเนื่องมาจากผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงที่เหมาะสมได้ หรือคิดว่าอาจเป็นตัวถูกหรือตัวลวงที่ดี

การใช้ตัวลวงปลายเปิดด้วยเหตุผลที่ผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงหรือตัวถูกได้นั้น มักทำให้ข้อคำถามนั้นด้อยคุณภาพเพราะเป็นการแนะนำคำตอบด้วยตัวเลือกนั้น

ข้อสอบที่เหมาะสมจะใช้ตัวเลือกปลายเปิดควรเป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือที่ยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่

ตัวเลือกปลายเปิดนอกจากจะใช้ได้ดีกับเรื่องราวที่ไม่มีข้อยุติแล้ว ยังเหมาะสมที่จะใช้กับวิชาประเภทคำนวณอีกด้วย ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” จะใช้ได้ดีกับข้อที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายข้อ เช่น การคำนวณหาค่าที่ไม่ทราบค่าของสมการหลายชั้น ตัวเลือก “ไม่มีข้อถูก” สามารถใช้ลวงผู้ที่ไม่แม่นยำในการคำนวณคำตอบนั้น ๆ เมื่อหาคำตอบที่ถูกต้องไม่ได้ก็จะเอนเอียงมาตอบตัวเลือก “ไม่มีข้อถูก”

ถ้าหากจำเป็นต้องใช้ตัวเลือกปลายเปิดก็ควรใช้หลาย ๆ ข้อ จะได้ไม่เป็นการแนะนำคำตอบและต้องจัดให้ตัวเลือกปลายเปิดนั้นเป็นทั้งตัวถูกและตัวผิดพอ ๆ กับตัวเลือกอื่น

4.1.7 ใช้คำถามให้คู้มงานสอบ ข้อสอบที่ดีไม่ควรถามด้วยความจำมากนักแต่จะพยายามถามให้คิดลึกซึ้งลงไปและไม่ใช้ข้อความที่พลิกแพลงจนกลายเป็นข้อสอบที่วัดความสามารถด้านภาษาไป

ข้อสอบที่ถามไม่คุ้มงานสอบจะไม่ให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์แก่การวัดเท่าที่ควร เช่น ข้อคำถามที่ง่ายมากจนผู้สอบทุกคนหรือเกือบทุกคนตอบถูกหมด หรือข้อที่ยากมากจนไม่มีใครตอบถูกเลย จะทำให้ไม่ทราบว่าใครเก่งกว่าใคร การถามเนื้อหาไม่จำเป็น ถือว่าเป็นการถามไม่คุ้มงานสอบเช่นกัน

4.1.8 ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว ในการเขียนคำถาม มีบ่อย ๆ ที่ผู้ออกข้อสอบไม่ได้พิจารณาตัวลวงให้ดี เมื่อเด็กทำข้อสอบจึงมักมีปัญหาที่มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้ออยู่บ่อย ๆ

4.1.9 เขียนตัวถูก-ผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา การเขียนตัวถูกและตัวลวง ควรคำนึงถึงความจริงและความเป็นไปได้ตามเนื้อหานั้นๆ ด้วย การใช้ตัวลวงโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาอาจเป็นการแนะนำคำตอบให้เด่นชัดขึ้น

การเขียนตัวลวงควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์เทคนิคที่ไม่มีในสาขาวิชานั้น
2. ตัวลวงผิดตามหลักการและข้อเท็จจริงและเนื้อหานั้นตัวลวงที่ดีควรมีผู้เลือกตอบควรเป็นผู้ที่ไม่แม่นยำในเนื้อหานั้นจริง อาจเข้าใจผิด หรือเกิดการผิดพลาดในการคิดโดยไม่เจตนา โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ตัวลวงควรได้มาจากวิธีคำนวณที่ผิด ๆ ที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งครูอาจสังเกตได้ในขณะที่ทำการสอน การใช้ตัวเลือกจากคำตอบของนักเรียนทั้งที่เป็นตัวถูกและผิด จะทำให้ข้อสอบนั้นมีคุณภาพที่สูงกว่าข้อสอบที่ได้มาจากครูสร้างขึ้นเองทั้งค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและค่าอำนาจจำแนก นอกจากนี้ข้อสอบที่ใช้ตัวเลือกที่ได้จากคำตอบของนักเรียนยังยากกว่าข้อสอบที่ได้ตัวเลือกจากที่ครูสร้างขึ้นเองอีกด้วย

4.1.10 เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกทั้งที่เป็นตัวถูกและตัวผิดก้าวก่ายกัน หรือมีความหมายสืบเนื่องสัมพันธ์กัน หรือครอบคลุมตัวเลือกอื่น ๆ ซึ่งจะทำให้เหมือนกับมีตัวเลือกน้อยลง และมีคำตอบที่ถูกหลายข้อ

4.1.11 เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก ข้อสอบที่มีคำตอบเป็นตัวเลือกเช่น วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เกี่ยวกับวัน เดือน ปี หรือจำนวนต่าง ๆ ควรจัดเรียงลำดับกันอาจเรียงจากมากไปหาน้อยหรือน้อยไปมากก็ได้ เพื่อให้ผู้สอบหาคำตอบง่ายขึ้น ไม่เกิดการสับสน

4.1.12 พยายามให้รูปภาพช่วย การใช้รูปภาพเป็นตัวสถานการณ์ หรือคำถาม หรือตัวเลือกจะช่วยคลายความเครียดให้ผู้สอบได้มาก โดยเฉพาะในชั้นเด็กตอนต้น การใช้รูปภาพนอกจากจะคลายความเครียดได้แล้วยังช่วยให้เด็กเข้าใจคำถามง่ายขึ้น และยังช่วยทำให้ข้อสอบน่าสนใจยิ่งขึ้น ข้อสำคัญรูปภาพที่ใช้ควรเขียนให้ชัดเจน สวยงาม น่าดู และถูกต้อง ไม่ทำให้ผู้สอบมองแล้วเข้าใจผิดได้ ในระดับสูง รูปภาพที่ใช้ในข้อสอบอาจเป็นตาราง แผนที่ หรือแผนภูมิใด ๆ ก็ได้เป็นการพักสายตาผู้สอบด้วย

4.1.13 หลีกเลี่ยงคำถามที่เน้นคำตอบ คำถามที่ใช้ตัวเลือกที่มีแง่ให้เด็กสามารถตัดตัวลวงออกได้โดยไม่ต้องใช้ความคิด หรือชี้แนะให้เด็กเลือกตอบได้ง่ายขึ้น ถือเป็นคำถามที่ชี้แนะคำตอบ คำถามที่มีลักษณะเน้นคำตอบมีดังนี้

1. ตัวคำตอบใช้คำที่ซ้ำกับคำถาม หรือใช้คำที่เกี่ยวข้องกัน
2. ออกคำถามที่ซ้ำกัน ได้แก่การถามถึงเดียวกัน แต่ใช้ถ้อยคำต่างกัน ซึ่งผู้สอบอาจค้นพบคำตอบจากข้ออื่น ๆ ในข้อสอบฉบับเดียวกันได้
3. ตัวถูก ตัวผิด ยาวไม่สม่ำเสมอ ตัวถูกสั้นหรือยาวกว่าตัวอื่น ๆ ก็เป็นข้อสะกดใจให้ผู้ตอบสังเกตเห็นความแตกต่าง ผู้ออกข้อสอบควรแต่งตัวเลือกให้มีความยาวพอ ๆ กัน แต่ถ้าแต่งให้ยาวพอ ๆ กัน ไม่ได้ก็ควรเรียงตัวเลือกตามลำดับความสั้นยาว
4. คำตอบที่ใช้คำศัพท์ หรือภาษาที่แปลกกว่าตัวอื่น ๆ การใช้ภาษาที่แปลกสะกดุดากว่าตัวเลือกอื่น ๆ จะเป็นการชี้แนะคำตอบประการหนึ่ง ดังนั้นควรใช้ภาษาประเภทเดียวกันทุกตัวเลือก
5. คำตอบ หรือตัวลวง ถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป ถ้าตัวถูกกับตัวลวงแตกต่างกันมากจนสะกดุดา เด็กอาจตอบถูกได้โดยไม่ต้องใช้ความคิดมากนัก หรืออาจใช้วิธีหาคำตอบโดยตัดตัวเลือกที่เห็นว่าผิดแน่ ๆ ออกทีละตัวจนได้คำตอบ
6. คำถามกับตัวลวงไม่รับกัน นั่นคือคำถามกับตัวลวงไม่สอดคล้องกัน นอกจากตัวถูกเท่านั้นที่มีถ้อยคำรับกัน ซึ่งมีสาเหตุจากการใช้คำถามแบบต่อความ แล้วตัดข้อความตอนท้ายเป็นตัวถูก ส่วนตัวลวงนั้น ไม่ได้คำนึงถึงข้อความที่เป็นตอนนำของข้อคำถามนั้น จึงทำให้ผู้สอบสามารถเดาคำตอบได้โดยการอ่านต่อข้อความกัน ถ้าข้อใดข้อความต่อกัน ได้ก็ก็แสดงว่าเป็นข้อถูก
7. ใช้คำขยายไม่ถูกที่ การใช้คำขยายประเภท “เท่านั้น” “ทั้งหมด” “ทุกที่” “เสมอ” “แน่นอน” กับตัวลวงจะทำให้เห็นว่าผิดเด่นชัดขึ้น ส่วนคำขยายประเภท “บางที่” “โดยมาก” “โดยทั่วไป” ฯลฯ นั้น อาจใช้ได้กับทั้งตัวถูกและตัวลวง ถ้าหากใช้คำประเภทนี้ควรใช้กับทุกตัวเลือกจึงจะดี แต่ถ้าเลี่ยงไม่ใช้คำเหล่านี้ได้ก็จะดี
8. ถามเรื่องที่เด็กคล่องปาก เช่น การถามคำพังเพย สุภาษิต คติพจน์ หรือคำเตือนใจ ซึ่งเป็นข้อความที่เด็กคล่องปากอยู่แล้ว มักมีลักษณะช่วยแนะคำตอบในตัว
9. คำตอบไม่กระจาย ข้อสอบที่มีข้อถูกซ้ำ ๆ ที่ หรือหมุนเวียนกันอย่างไรระบบจะทำให้ ผู้สอบเดาได้ง่ายขึ้น วิธีเรียงตัวเลือกตามลำดับสั้นยาวของข้อความ การเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก ก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้คำตอบไม่ซ้ำหรือการเรียงตัวเลือกอย่างไรระบบ

2.5.6 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิตยารัตน์ คณาสิก (2547:30-45) ได้เขียนขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยทั่วไปมีลำดับขั้นตอนของการสร้างดังนี้

1. กำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ
2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน
3. กำหนดเนื้อหา
4. ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร
5. กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม
6. เขียนข้อสอบ
7. ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข
8. จัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้

1. การกำหนดจุดมุ่งหมายในการทดสอบ

ในการสร้างแบบทดสอบต้องกำหนดให้ชัดเจนว่า ต้องการนำผลการวัดไปใช้ประเมินแบบอิงกลุ่มหรืออิงเกณฑ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงกลุ่ม มีจุดมุ่งหมายเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ในรายวิชาต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรกำหนด และจะใช้เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนในแต่ละหน่วยการสอนหรือแต่ละบทหรือแต่ละเรื่องหรือในรายวิชานั้น ๆ แล้วหรือประเมินสรุปตอนปลายภาคเรียนหรือปลายปี เพื่อการสรุปและตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนของผู้เรียนแต่ละคนว่าอยู่ในระดับใดหรืออยู่ในลำดับที่เท่าไร หรืออาจนำผลการวัดไปใช้เพื่อทดสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อหรือทำงาน ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สอบด้วยกัน สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนในรายวิชานั้น ๆ หรือเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่า เป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้น ๆ โดยนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียนและการจัดการสอนซ่อมเสริม ซึ่งจะใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน โดยวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากที่จบในแต่ละจุดประสงค์ของบทเรียนในแต่ละเรื่องหรือแต่ละหน่วย โดยนำผลการวัดไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นสำคัญ

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เป็นการกำหนดกรอบว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง ในสถานการณ์ใด และมีเกณฑ์ในการตัดสินอย่างไรที่ยอมรับว่า ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้นั้น ๆ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนต้องแปลงคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือที่เรียกว่า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ก็ต้องกำหนดให้ชัดเจนลงไปว่าต้องการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ชั้นใดใน 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ครูผู้ทำหน้าที่วิเคราะห์จุดประสงค์ต้องพิจารณาและตัดสินว่าใน

วิชานั้น ๆ จะวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรม แต่ละพฤติกรรมสามารถวัดหรือสังเกตได้โดยวิธีใด อย่างไร ดังตัวอย่างในตารางที่ 4 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการวัดด้านพุทธิพิสัย คือแบบทดสอบ ดังนั้นในการออกข้อสอบ จึงต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์นั้น ๆ ถ้าเป็นการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการนำผลการวัดไปใช้เพื่อสรุปหรือตัดสินผลการเรียนหรือเพื่อการคัดเลือกผู้เรียนนั้น จะวัดเฉพาะจุดประสงค์ที่สำคัญเท่านั้น หรือวัดให้ครอบคลุมจุดประสงค์ทั้งรายวิชาหรือจุดหมายปลายทางของรายวิชา และระดับของพฤติกรรมที่วัดเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นที่สูงกว่าขั้นความรู้ ความเข้าใจ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ จะวัดให้ตรงกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นในแต่ละหน่วยการสอนแต่ละบทหรือแต่ละเรื่องนั้น ๆ และระดับของพฤติกรรมที่วัดมักเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นต่ำ คือความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และนำไปใช้ ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม เน้นการกำหนดจุดประสงค์ที่มีลักษณะเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเขียนข้อสอบให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์นั้น การเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบรรยายความสามารถของผู้เรียนได้ชัดเจนว่า เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ดังนั้นการวัดในแต่ละจุดประสงค์จึงต้องมีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ชัดเจน จึงจะสามารถแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากการวัดได้

3. การกำหนดเนื้อหา

นอกจากจะมีการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ในแต่ละวิชาที่สอนต้องมีการกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอนให้ชัดเจน ทั้งเนื้อหาที่เป็นประเด็นใหญ่และประเด็นย่อย การแยกแยะเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ออกเป็นบท ๆ หรือหน่วยการสอนย่อย หรือเนื้อหาย่อย ๆ เป็นหมวดหมู่ แล้วเรียงลำดับการสอนว่าจะสอนเนื้อหาใดก่อนหลัง ตามความสัมพันธ์ของเนื้อหานั้น ๆ เนื้อหาประเภทเดียวกันหรือไม่สำคัญมากก็นำมารวมเป็นข้อเดียวกันได้ ดังตัวอย่างที่ 2 ในส่วนของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม จะเน้นเฉพาะจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญ ดังนั้น การกำหนดเนื้อหาก็คงต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ของรายวิชานั้น ๆ หรือบทนั้น ๆ หรือหน่วยนั้น ๆ สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ การนิยามหรือกำหนดขอบเขตของเนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก ซึ่งต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน เนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงครอบคลุมพฤติกรรมหรือสิ่งที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถเขียนข้อสอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเพื่อประโยชน์ในการตีความหมายของคะแนน ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะนำไปใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อสอบทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์จึงต้องมีความชัดเจน เพื่อประโยชน์สำหรับการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรต่อไป

1. การทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหา

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specifications) มีลักษณะเป็นตาราง 2 ทางที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา ที่ต้องการจะวัดหรือต้องการทดสอบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 บรรจุนี้อาหลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตรในแนวนอนทางด้านซ้ายมือส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด นำมาบรรจุลงในตารางตามแนวตั้ง

4.2 จัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหา ควรพิจารณาจากปริมาณเนื้อหาและระยะเวลาหรือจำนวนคาบที่ใช้ในการสอนในแต่ละเรื่องหรือแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยการสอน การกำหนดอันดับความสำคัญของพฤติกรรมที่วัดทำนองเดียวกันคือพิจารณาจากจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละด้านที่ต้องการวัด

4.3 กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การกำหนดน้ำหนักในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดควรพิจารณา ให้สอดคล้องกับอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น ๆ การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาสามารถคิดได้จากร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนในแต่ละเนื้อหา

สำหรับการกำหนดน้ำหนักอาจทำเป็นตารางร้อย หรือตารางพัน โดยกำหนดผลรวมของน้ำหนัก มีค่าเท่ากับ 100 หรือ 1000 ตามลำดับ เพื่อให้มีความสะดวกในการนำไปใช้กำหนดสัดส่วนของข้อคำถามหรือนำไปคิดจำนวนข้อสอบในเนื้อหาย่อย ๆ นั้น ๆ

4.4 กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเซลล์ ในการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร ครูผู้สอนอาจทำเป็นคณะหรือกลุ่ม เนื่องจากมีผู้สอนหลายคนจึงต้องร่วมกันพิจารณาแต่ละคนวิธีการทำได้โดยให้ผู้สอนแต่ละคนกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้น้ำหนักความสำคัญแต่ละช่องมีค่าเป็น 10 แล้วรวมน้ำหนักสำคัญนั้นในช่องรวม แล้วจัดลำดับความสำคัญ โดยให้เนื้อหาที่มีผลรวมสูงสุดมีความสำคัญเป็นอันดับ 1 เนื้อหาที่มีผลรวมต่ำสุดมีความสำคัญ เป็นลำดับสุดท้าย หลังจากนั้นนำตารางเดี่ยวของแต่ละคนมาทำเป็นตารางรวม

5. การกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะสำหรับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นใดได้บ้าง เช่น ข้อสอบแบบถูกผิดเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แบบจับคู่เหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการแบบเติมคำเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์นิยามความสามารถ ในการแก้ปัญหาแบบเลือกตอบวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ได้ทุกระดับพฤติกรรม และแบบอัตนัยเหมาะสำหรับวัดแนวคิด การเรียบเรียงแนวคิดในเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้นการกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่มุ่งวัดว่า ข้อสอบแต่ละชนิดหรือข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะ

สำหรับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ชั้นใด ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบของข้อสอบแต่ละประเภท รวมไปถึงข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบแต่ละประเภทเป็นอย่างดี

เกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะใช้รูปแบบคำถามใด มีดังนี้

5.1 จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน ต้องพิจารณาว่าต้องการวัดพฤติกรรมชั้นใดหรือลักษณะใดบ้าง เช่น ความรู้ ความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหา เป็นต้น

5.2 ทักษะความสามารถของผู้ออกข้อสอบมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งควรออกข้อสอบตามรูปแบบที่ตนถนัดเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

5.3 วัยของผู้เรียน ถ้าเป็นผู้เรียนชั้นเด็กเล็กไม่ควรออกข้อสอบอัตรานัย

5.4 เวลาในการออกข้อสอบที่ผู้ออกข้อสอบ มีมากพอหรือไม่

5.5 จำนวนผู้เข้าสอบหากจำนวนมาก ข้อสอบปรนัยย่อมมีความเหมาะสมกว่า

โดยทั่วไปการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ควรเลือกข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ เนื่องจากสามารถวัดพฤติกรรมได้ทุกระดับ และรูปแบบของข้อสอบสามารถใช้กับคนจำนวนมากได้ การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย และสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ทั้งในแง่ของความยากง่ายและอำนาจจำแนก สำหรับรูปแบบของข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เนื่องจากส่วนใหญ่มักวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ชั้นต่ำ ดังนั้นประเด็นสำคัญของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ คือ สอดคล้องกับระดับของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและเนื้อหาที่กำหนด

6. การเขียนข้อสอบ

การเขียนข้อสอบสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์ ต้องให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพิจารณาถึงเทคนิคในการเขียนข้อสอบแต่ละประเภทด้วย สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มนั้น ประเด็นที่ควรพิจารณาอีกประเด็นหนึ่งในการเขียนข้อสอบคือ ความยากง่ายของข้อสอบซึ่งต้องยากง่ายปานกลาง ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้คะแนนการสอบของผู้เรียนไม่กระจาย ส่งผลให้ข้อสอบไม่สามารถจำแนกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อนได้ ตามแนวคิดของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ประเด็นสำคัญไม่ได้อยู่ที่ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบที่เขียนขึ้นนั้น สอดคล้องกับระดับพฤติกรรมในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าหากการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง

7. การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบ

คุณภาพทั้งรายข้อและทั้งฉบับ โดยการทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อหากพบว่าคุณภาพรายข้อดี หรือเหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับเป็นขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีความแตกต่างกันใน บางประเด็นเฉพาะสำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพใน แต่ละประเด็น ทั้งการตรวจสอบรายข้อและการตรวจสอบทั้งฉบับจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

8. การจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้

หลังจากที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผ่านขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพ ในแต่ละประเด็น มีการปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้แล้ว ต้องมีการจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ มีการจัดทำคู่มือการนำแบบทดสอบไปใช้ ซึ่งต้องประกอบด้วยคำชี้แจงที่ชัดเจน พร้อมทั้งบรรยาย ถึงคุณลักษณะของข้อสอบ มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้ หรือการ นำมาสร้างเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นมาตรฐานต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าผู้สร้างข้อสอบต้องมีการเตรียมการวางแผนดำเนินการล่วงหน้า เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามหลักเกณฑ์ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

จะเห็นได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือการวัดความรู้ความสามารถทางสมอง วิธีการที่เหมาะสมและใช้มากที่สุดคือ การทดสอบ โดยมีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัด แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่เน้นพุทธิพิสัย ที่เป็นผลมาจากการเรียน การสอนหรือการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ที่เป็นที่รู้จัก กันแพร่หลายและใช้มากที่สุดคือแบบทดสอบปรนัยและแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อดี และข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้แบบทดสอบแบบทดสอบแต่ละชนิด ก่อนเลือกใช้ด้วย เพื่อให้ได้ผลการวัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ว่าจะเป็นแบบทดสอบรูปแบบ ใดก็ตาม ในกระบวนการสร้างต้องสร้างให้ถูกต้องตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้ได้ แบบทดสอบที่มีคุณภาพซึ่งขั้นตอนสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ได้แก่ กำหนด จุดมุ่งหมายการทดสอบ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน กำหนดเนื้อหา ทำตารางวิเคราะห์ หลักสูตร กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ลงมือเขียนข้อสอบ ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและ ปรับปรุงแก้ไข และจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์พร้อมจัดทำคู่มือการนำไปใช้

2.5.7 การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับ ได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมี คุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบถ้าผลการตรวจ คุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบ คุณภาพรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หากพบว่าคุณภาพรายข้อดี หรือ

เหมาะสมแล้วจึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับต่อไป สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น ทั้งการตรวจสอบรายข้อ และการตรวจสอบทั้งฉบับ มีดังนี้

การพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหา โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดให้คะแนน เท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดคะแนน เท่ากับ -1 และ ถ้าไม่แน่ใจให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลคำนวณที่ได้ไปหาความสอดคล้อง (IOC) ข้อที่มีความสอดคล้องเท่ากับ +0.5 ขึ้นไปใช้ได้ แต่ถ้าน้อยกว่า +0.5 จะตัดออกไป เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณา ลงในแบบประเมินแล้ว นำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรหาความตรงตามเนื้อหา (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533: 138)

เกณฑ์ของดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

การหาค่าความยากง่าย เป็นการหาคุณภาพทางด้านความยากง่าย (P) ที่เหมาะ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถทำถูกร้อยละ 50 หรือ คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 0.5 หรือมีค่า $P = 0.5$ การทำข้อสอบให้มีค่าความยากง่ายพอเหมาะ โดยที่คำถามที่จะใช้ได้จะต้องมีค่า P อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 การคำนวณใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538: 210)

กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายหรือกำหนดค่า $p=0.20 - 0.80$ และขอบเขตค่า P มีดังนี้

- 0.80 – 1.00 แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ง่ายเกินไป
- 0.60 – 0.79 แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ค่อนข้างง่าย
- 0.40 – 0.59 แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากง่ายปานกลางพอดี
- 0.20 – 0.39 แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากพอดี
- 0.00 – 0.19 แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากเกินไป

การหาค่าอำนาจจำแนก ข้อคำถามใดในเครื่องมือวัดมีอำนาจจำแนกดี หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียน หรือกลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีความรู้สึกคล้ายกับกลุ่มที่มีความรู้สึกไม่คล้ายตามได้เด่นชัด วิธีการคือ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วตรวจให้คะแนน จากนั้นเรียงจากคะแนนมากไปคะแนนน้อย แล้วนำมาตัดกลุ่มคะแนน ซึ่งนิยมแบ่งกลุ่มคะแนนสูงครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เรียน และกลุ่มคะแนนต่ำครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เรียน การคำนวณใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือ กำหนดค่า $D = 0.20$ ขึ้นไป และขอบเขตค่า D มีดังนี้

- | | | |
|--------------------|---------|----------------------------------|
| 0.40 ขึ้นไป | หมายถึง | เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก |
| 0.30 – 0.39 ขึ้นไป | หมายถึง | เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีพอควร |
| 0.20 – 0.29 ขึ้นไป | หมายถึง | เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้ |

0.00 – 0.19 ขึ้นไป หมายถึง เป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อยใช้ไม่ได้
 การหาค่าความเชื่อมั่น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผล
 การวัด การนำแบบทดสอบไปทดสอบ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างไม่ว่ากี่ครั้งก็ยังคงได้คะแนนเท่า
 เดิม การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ คูเคอร์ – ริชาร์ดสัน แบบทดสอบจะต้องมีลักษณะที่วัด
 องค์ประกอบร่วมกัน และคะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ทำถูกต้องได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0
 คะแนนเท่านั้น สูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นมีอยู่ 2 สูตร คือ สูตร KR-20 กับ KR-21 (ล้วน
 สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือค่า $r_{tt} = 0.75$ และขอบเขตค่า r_{tt} มีดังนี้
 +1.00 แสดงว่า มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบสอบถามนี้เชื่อถือได้
 0.0 หรือ ใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่าแบบทดสอบนี้ไม่มีความเชื่อมั่น
 -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถบทเรียนในการ
 สร้างผลสัมฤทธิ์ ให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ถึงระดับที่หวังไว้ และครอบคลุมความเชื่อถือได้
 (Reliability) ความพร้อมที่จะใช้งาน (A viability) ความมั่นคงปลอดภัย (Security) และความถูกต้อง
 สมบูรณ์ (Integrity) อีกด้วย (วุฒิชัย ประสารสอย. 2543: 39)

2.6.1 แนวคิดในการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวคิดการหาประสิทธิภาพกระบวนการต่อประสิทธิภาพผลลัพธ์ เสาวณีย์ สิกขา
 บัณฑิต (2528:62) แนวคิดนี้มีพัฒนาการมาจากการหาเกณฑ์มาตรฐานของบทเรียน โปรแกรมการ
 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอนควรนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไป
 ทดลองใช้ (Try Out) ตามขั้นตอนที่กำหนด หลังจากนั้นปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อ
 จะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดย
 การนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง

โดยสรุปได้ว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยให้บทเรียนที่สร้างขึ้น
 นั้นมีมาตรฐานคุณภาพของบทเรียนและสามารถนำบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้ได้จริง

2.6.2 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนจะพึงพอใจหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ ถึงกระนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การกำหนดเกณฑ์และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น กระทำโดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) และ E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนหมายความว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจ โดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้ จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้นคือ $E_1 : E_2$ หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ $E_1 : E_2$ ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับความรู้ ความจำ มักตั้งไว้ที่ 80 : 80, 85 : 85 หรือ 90 : 90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะ หรือเจตคติอาจตั้งไว้ 70 : 70, 75 : 75

การกำหนดประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมกำหนดเป็น 80: 80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์ :2520)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้เกณฑ์ในการยอมรับ 80: 80 และมีระดับความผิดพลาดไว้ร้อยละ ± 2.5 โดยแบ่งออกเป็น 3 ระดับ

1. สูงกว่าเกณฑ์เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตั้งแต่ 82.5: 82.5
2. เท่าเกณฑ์เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 80: 80
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพต่ำกว่า 77.5: 77.5

2.6.3 การคำนวณหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การคำนวณหาประสิทธิภาพ โดยการใช้สูตร $E_1 : E_2$ โดย E_1 และ E_2 ได้มาจาก

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\left(\frac{\sum x}{N} \right)}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	แทน	ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม
	$\sum x$	แทน	คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน
	N	แทน	จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\left(\frac{\sum f}{N}\right)}{B} \times 100$$

เมื่อ E_2 แทน ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริม

$\sum f$ แทน คะแนนรวมของผู้เรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหรือ
แบบฝึกหัดหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียนทั้งหมด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหลังเรียน

2.6.4 ขั้นตอนหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว จะต้องนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ไปทดลองหาประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ (สุพิทย์ กาญจนพันธุ์, 2541)

1. ทดสอบภาคสนามเบื้องต้นแบบหนึ่งต่อหนึ่ง โดยนำบทเรียนบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นไปทดลองกับนักเรียนจำนวน 3 คน โดยคัดเลือกจากนักเรียนมี
ระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ ระดับละ 1 คน เพื่อสำรวจว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
มีความเหมาะสมกับนักเรียนและมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

2. ทดสอบกลุ่มย่อย นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว จาก
การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ต่อไปทดลองใช้กับนักเรียนโดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง
และต่ำ ระดับละ 3 คน รวมเป็น 9 คน หลังจากนั้นนำข้อพร่องมาปรับปรุงอีกครั้ง

3. ทดลองเชิงปฏิบัติการ นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดสอบกับกลุ่มย่อย
เมื่อปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปทดลองใช้กับนักเรียนที่สุ่มมาแบบมีระบบจำนวน 20 คน นำผลที่ได้ไป
หาประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสม
เพียงใด

นำชุดการสอนที่ผ่านการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่งและแบบกลุ่มย่อยแล้วนั้นนำชุดการ
สอนให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา และ ทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ เป็นผู้ประเมินโดยใช้เกณฑ์ดังนี้

4.50 – 5.00	มีคุณภาพดีมาก
3.50 – 4.49	มีคุณภาพดี
2.50 – 3.49	มีคุณภาพปานกลาง
1.50 – 2.49	มีคุณภาพพอใช้
1.00 – 1.49	มีคุณภาพควรปรับปรุง

และนำผลข้อมูลที่ได้มาทำการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n}$$

เมื่อ	\bar{x}	=	ค่าเฉลี่ย
	$\sum_{i=1}^n x_i$	=	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	n	=	จำนวนผู้เรียน

ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ในการประเมินต้องได้รับความเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิไม่ต่ำกว่า 3.50 ขึ้นไป จึงถือว่ายอมรับได้อย่างมีประสิทธิภาพ แต่ถ้าผลนั้นไม่ถึง 3.50 ก็จะต้องทำการแก้ไขส่วนที่บกพร่อง เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

นำผลของแบบประเมินมาวิเคราะห์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยใช้ สูตรหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:79)

$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

เมื่อ	S.D.	=	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	$\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$	=	ผลรวมของผลต่างของข้อมูลกับข้อมูลเฉลี่ยยกกำลัง 2
	n	=	จำนวนข้อมูลทั้งหมด

โดยเกณฑ์ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีดังนี้

S.D. = 0 ผู้ประเมินมีความเห็นสอดคล้องกัน

0 < S.D. < 1 ผู้ประเมินมีความเห็นค่อนข้างเหมือนกัน

S.D > 1 ผู้ประเมินมีความคิดเห็นแตกต่างกัน

สำหรับเกณฑ์ที่กำหนด ค่าของส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานมีค่าไม่เกิน 1

ขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการเป็นการทดลองขั้นสุดท้าย โดยทดลองกับผู้เรียนประมาณ 30 คน ดำเนินหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่จะต้องเท่ากับเกณฑ์ ถ้าประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนด เนื่องจากสภาพตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ อาจจะอนุโลมระดับความผิดพลาดได้ไม่ต่ำกว่าระดับที่กำหนดไว้ ประมาณ 2.5 - 5% หากต่างกันมาก ผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนใหม่

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.7.1 งานวิจัยในประเทศ

มยุลดา ทาสุนิทร (2545 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาวิจัยในเรื่องศิลปะในการจัดแสง โดยทำการสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักศึกษาในระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องศิลปะในการจัดแสงที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 83.67 : 82.17 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80 : 80 และผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนจากวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

ไพโรจน์ ภูทอง (2547 : บทคัดย่อ) ได้ทำการสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง फिल्मถ่ายภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับวิธีการสอนแบบปกติของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง फिल्मถ่ายภาพที่ได้สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.75 : 83.13 สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80 : 80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่านักศึกษาที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

รุ่งฤดี เลิศศิริ (2547 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทฤษฎีสี่ กับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ชั้นปีที่ 1 สาขาช่างเทคนิคสถาปัตยกรรม คณะวิชาการก่อสร้าง วิทยาลัยเทคนิคบุรีรัมย์ ปีการศึกษา 2546 ที่ลงทะเบียนเรียนจำนวน 60 คน โดยตั้งสมมติฐานว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทฤษฎีสี่ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 : 80 และได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ 20 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนปกติโดยครูสอนเพียงอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 85.50:83.50 สูงกว่าเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

ชัยวุฒิ หอมศิริ (2552 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง คุณธรรม กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนวัดทองสัมฤทธิ์ ปีการศึกษา 2551 จำนวน 40 คน จากจำนวนประชากร 80 คน ซึ่งทำการสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีการจับฉลาก แบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ๆ ละ 20 คน คือ กลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียน

ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.00 : 82.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Oden (1982: 355-A) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทัศนคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 9 โดยการเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการเรียนจากการสอนแบบบรรยาย ผลการศึกษาปรากฏว่า นักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีคะแนนสูงกว่านักเรียนที่เรียนจากการสอนแบบบรรยาย อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ทั้งคะแนนที่วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและวัดทัศนคติสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากการสอนตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Dence (1980 : 50-54) ได้รวบรวมงานวิจัยเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตั้งแต่ปี ค.ศ. 1976-1978 พบว่า วิชาที่เหมาะสมและใช้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ คือ วิชาวิทยาศาสตร์ บทเรียนที่เป็นแบบฝึกหัดทักษะปฏิบัติ และบทเรียนแบบสาขาจะให้ผลดีกว่าแบบอื่น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มากกว่าบทเรียนแบบ โปรแกรมอื่นๆ ทั้งยังให้ความเป็นเอกัตบุคคลได้มาก ผู้เรียนจะเรียนได้ตามความสามารถของตนเอง และยังให้ผลดีเท่ากับการสอนแบบเดิม แต่จะให้ผลดียิ่งขึ้นถ้าใช้ร่วมกันทั้งยังประหยัดเวลาได้ถึงร้อยละ 40

จากงานวิจัยดังกล่าวข้างต้นจะพบว่าการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอน จัดได้ว่าเป็นสื่อการสอนที่ดีมีประสิทธิภาพ และช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด อีกทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหว และมีแรงเสริมขณะทำการเรียน ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในเรื่องที่เรียน และไม่เกิดความเบื่อหน่ายในบทเรียนนั้น ๆ อีกด้วย

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แบ่งขั้นตอนของวิธีดำเนินการวิจัยออกเป็นลำดับขั้นตามหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล
- 3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากร ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ นักศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังปีการศึกษา 2552 ที่ลงทะเบียนเรียนในวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) จำนวน 70 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง ที่ใช้ในการศึกษาวิจัย คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงานโลหะ1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 60 คน แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน ด้วยการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับฉลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วยเครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ดังนี้

- 3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก
- 3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ซึ่งเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการเรียนการสอน (Tutorials) ในลักษณะการจัดการเรียนแบบเส้นตรง (Linear Program) ซึ่งครอบคลุมทุกจุดประสงค์ มีการให้ศึกษาเนื้อหาแล้วทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลการทดสอบก็จะนำไปมาเป็นคะแนนเก็บของแต่ละบุคคล ซึ่งสามารถทราบรายละเอียดการสร้างได้ดังนี้

1. ศึกษาทฤษฎีและหลักการของบทเรียนสำเร็จรูปโดยได้ศึกษารายละเอียดตลอดจนวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากตำรา วารสาร เอกสาร และรวมทั้งผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง คู่มือการสร้างบทเรียนโปรแกรม โดยผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Authoring System
2. ศึกษาเนื้อหาและรายวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 ตามหลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตร์บัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิเคราะห์เนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ผู้วิจัยเลือกศึกษาเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ซึ่งเป็นเนื้อหากรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก
3. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก มีจุดหมายเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้และความสามารถ
4. รวบรวมเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ในข้อ 2 หลังจากศึกษาเนื้อหา รายละเอียดต่าง ๆ จากหนังสือที่ได้กล่าวมาแล้วทั้งหมด จึงได้ทำการเรียบเรียงเนื้อหาตามจุดประสงค์ที่วางไว้ จากนั้นแบ่งเนื้อหาให้เป็นหน่วยการเรียนจำนวน 4 หน่วย
5. ร่าง Story board บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำเสนอเนื้อหาต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์แล้วปรับปรุงแก้ไข
6. นำเอกสาร Story board ที่ปรับปรุงแล้วไปเสนอผู้ทรงคุณวุฒิทั้ง 2 ด้าน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและความสอดคล้องกับจุดประสงค์ จำนวน 6 ท่าน
7. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก โดยโปรแกรม Authoring System ซึ่งอาศัยเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของรุจโรจน์ แก้วอุไร คัดแปลงจากแนวคิดของ Gagne' และสร้างแบบทดสอบหลังเรียน หน่วยละ 10 ข้อ
8. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบด้านการผลิตสื่อ แล้วปรับปรุงแก้ไข
9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วนำเสนอให้ผู้ทรงคุณวุฒิได้ประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ด้านละ 3 ท่าน

10. นำความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ให้ถูกต้องสมบูรณ์ ก่อนนำไปทดลองใช้เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

11. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว เสนออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ตรวจสอบซ้ำอีกครั้งก่อนนำไปทดลองใช้จริงกับกลุ่มตัวอย่าง

12. ทดลองภาคสนาม นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผ่านการแก้ไขปรับปรุงแล้วไปทดลองภาคสนามกับนักเรียน แล้วนำผลมาวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามเกณฑ์ 80: 80

ชัยขันธ์ พรหมวงศ์ และคณะ(2518 : 137-138) โดยแบ่งขั้นตอนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดลองเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้คือ

ขั้นที่ 1 การทดสอบภาคสนามแบบหนึ่งต่อหนึ่ง คือ ทดสอบกับผู้เรียน มีวัตถุประสงค์เพื่อหาข้อบกพร่อง และปรับปรุงบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านการใช้ภาษาและเทคนิคการเขียนโปรแกรม จำนวน 3 คน โดยให้ผู้เรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และให้เรียนทีละคน ในขณะที่ทำการทดสอบผู้วิจัยจะได้สังเกตข้อบกพร่องของบทเรียน พร้อมทั้งสอบถามปัญหาของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากผู้เรียนแล้ว นำบทเรียนไปปรับปรุงในด้านต่าง ๆ ที่บกพร่อง

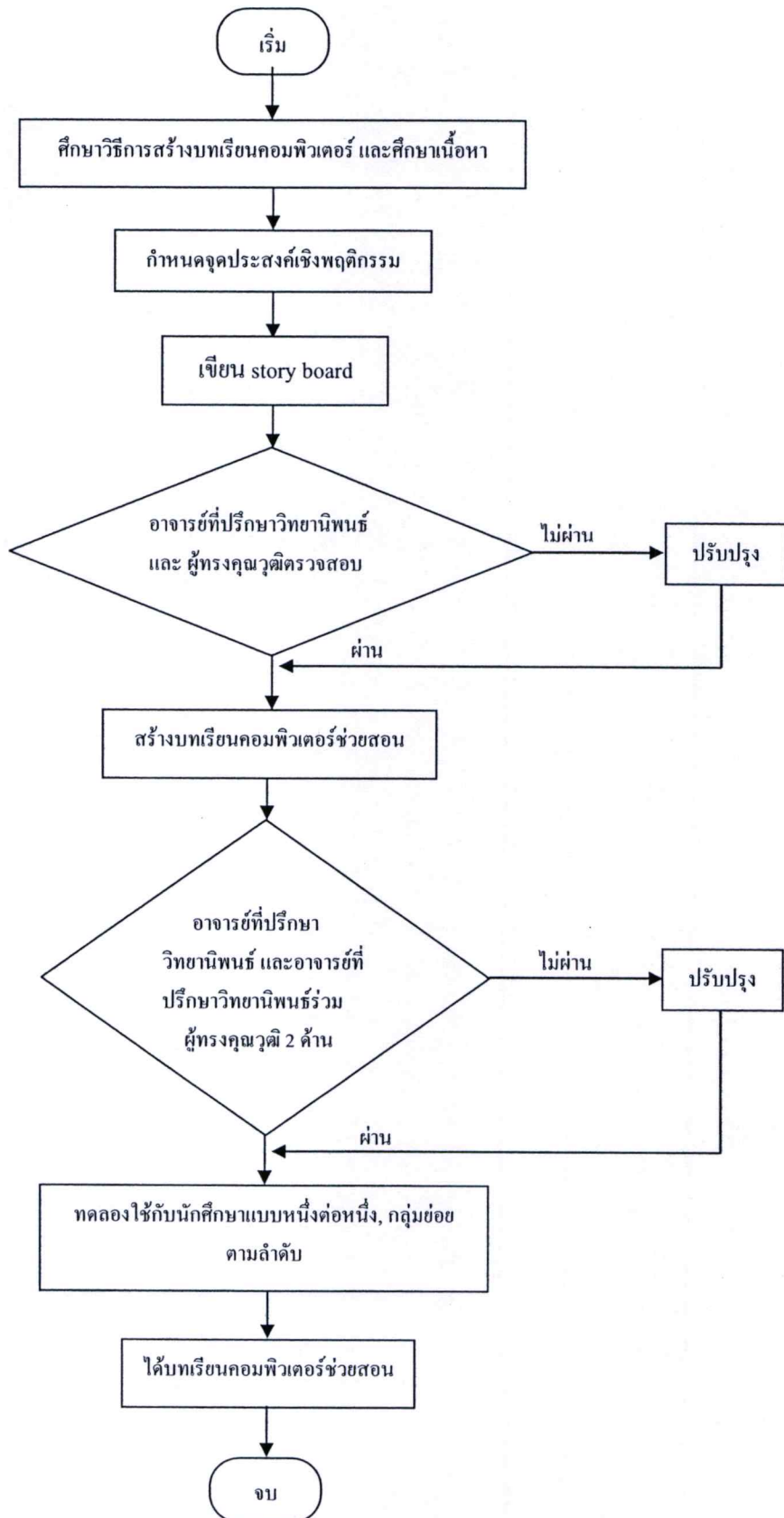
ขั้นที่ 2 การทดสอบภาคสนามแบบกลุ่มต่อกลุ่มย่อย คือ ทดสอบกับผู้เรียน 9 คน แต่ทดสอบกับผู้เรียนที่มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่างที่ศึกษาจำนวน 9 คน

ขั้นที่ 3 การทดสอบแบบภาคสนาม คือ ทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่จัดเตรียมไว้จำนวน 20 คน โดยมีการทดสอบหลังเรียน เพื่อคำนวณหาประสิทธิภาพและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กที่สร้างขึ้น

13. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสร็จสมบูรณ์ สามารถนำไปใช้ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างได้ นำโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้กับกลุ่มทดลอง จำนวน 30 คน เพื่อหาประสิทธิภาพทางการเรียนต่อไป นำผลจากการทดลองวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามเกณฑ์ E_1 ; E_2 เท่ากับ 80: 80

E_1 เป็นประสิทธิภาพของกระบวนการ เป็นค่าร้อยละของคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลผลิต เป็นค่าเฉลี่ยร้อยละของคะแนน จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนหน่วยการเรียนรู้ครบทุกหน่วยแล้ว



ภาพที่ 3.1 แผนผังดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลิตโลหะเหล็ก

การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเนื้อหาหน่วยการเรียนรู้ เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กซึ่งครอบคลุมเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เป็นแบบปรนัยชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ ตามจุดประสงค์ที่วางไว้มีขั้นตอนดังนี้

3.2.2.1 ศึกษาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมของเนื้อหาบทเรียน โดยสร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อสร้างแบบทดสอบให้ครอบคลุมทั้งเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

3.2.2.3 นำผลที่วิเคราะห์ได้ไปสร้างแบบทดสอบ เป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก (ก ข ค และ ง) ให้มีความครอบคลุมเนื้อหาวิชาและสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ของบทเรียน จำนวน 100 ข้อ

3.2.2.4 นำแบบทดสอบจากข้อ 3.2.2.3 ไปหาความเที่ยงตรงทางเนื้อหา โดยนำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิที่มีความรู้ทางด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่านตรวจสอบพิจารณาความสอดคล้องกับจุดประสงค์ ซึ่งมีเกณฑ์การให้คะแนนความคิดเห็นดังนี้

คะแนน	1	สำหรับข้อที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
คะแนน	0	สำหรับข้อที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
คะแนน	-1	สำหรับข้อที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (ค่า IOC) โดยใช้สูตรดังนี้ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533: 138)

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

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$\begin{aligned} \sum R &= \text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด} \\ N &= \text{จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา} \end{aligned}$$

คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ไปใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 91 ข้อ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00) (ภาคผนวก ค หน้า 99)

3.2.2.5 หาคุณภาพของแบบทดสอบโดยนำผลคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์หา

1.1 ความยากง่าย (P) โดยคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20-0.80 มาเป็นแบบทดสอบ ได้ค่าความยากง่าย ระหว่าง 0.20 – 0.70 (ภาคผนวก ค หน้า 104)

1.2 ค่าอำนาจจำแนก (D) คัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าอำนาจจำแนก ที่มีค่าตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป มาเป็นแบบทดสอบ ได้ค่าอำนาจจำแนก ระหว่าง 0.20 – 0.70 (ภาคผนวก ค หน้า 104)

1.3 นำแบบทดสอบมาหาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ค่าที่คำนวณได้มีค่าตั้งแต่ 0.75 ขึ้นไป ถือว่าแบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นจึงนำมาเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.77 (ภาคผนวก ค หน้า 111)

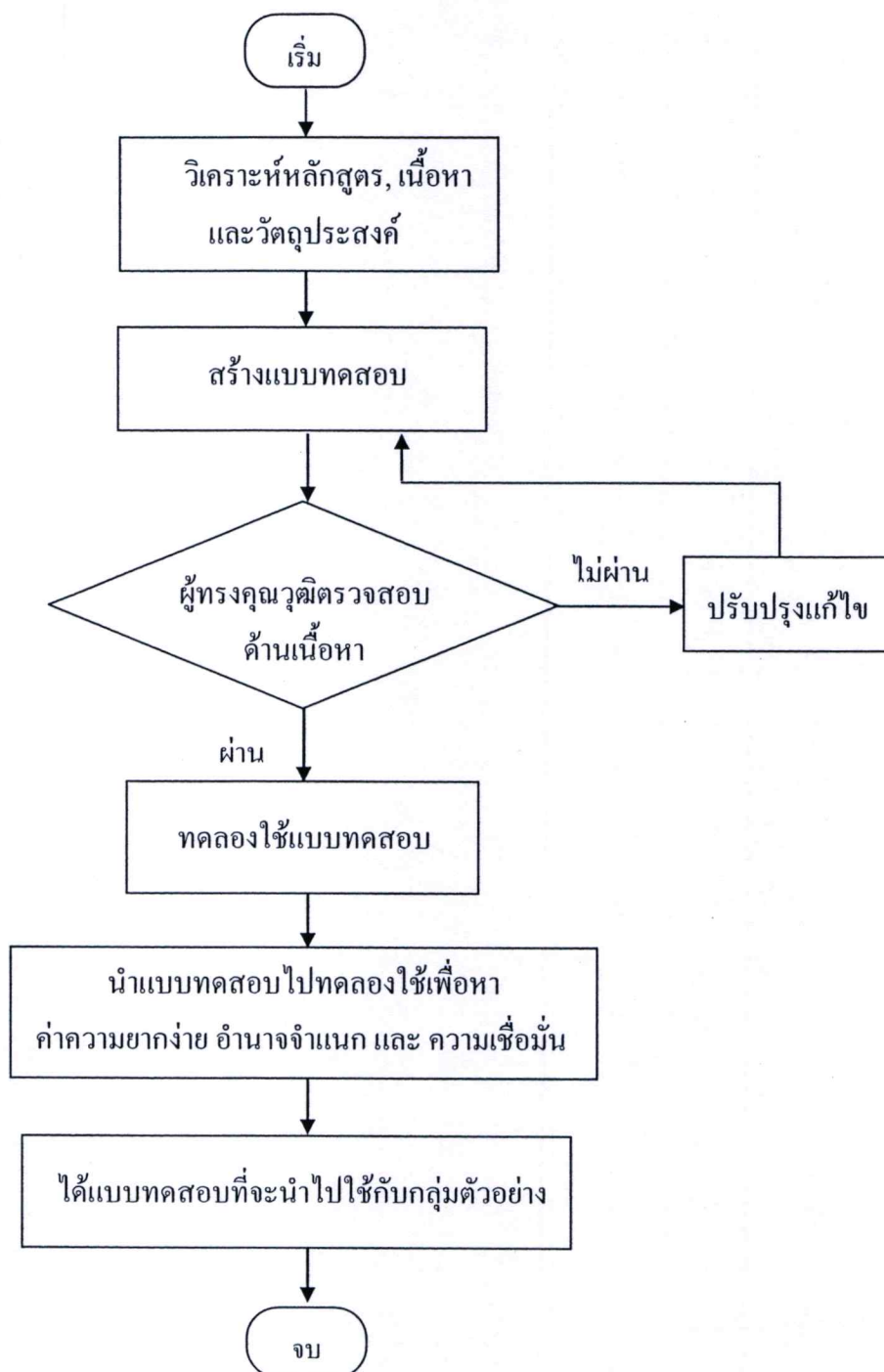
3.2.2.6 ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์ซึ่งมีความเที่ยงตรงและความเชื่อมั่นผ่านเกณฑ์ ทั้งหมด 83 ข้อ

3.2.2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้งานจริง ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สมบูรณ์ไปใช้จริง มีลักษณะดังนี้

1. เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบที่มี 4 ตัวเลือก จำนวน 80 ข้อ
2. แบ่งออกเป็น 2 ฉบับ คือ

ฉบับที่ 1 เป็นข้อสอบวัดระหว่างเรียน ใช้ทดสอบหลังจากเรียนเนื้อหา 4 ตอน ตอนละ 10 รวมทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ

ฉบับที่ 2 เป็นข้อสอบหลังเรียน ใช้ทดสอบหลังเรียนจบเนื้อหาทั้งหมด จำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน ซึ่งเป็นข้อสอบคนละชุดกับฉบับที่ 1 และนำไปใช้ทดลองกับกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ดังแสดงในภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ



ภาพที่ 3.2 แผนผังแสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

3.2.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สิ่งที่จะทำให้บทเรียนมีคุณภาพที่ดีนั้นจำเป็นจะต้องมีการประเมินบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

โดยแบ่งเป็นแบบประเมินบทเรียนทางด้านเนื้อหาและแบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ซึ่งแบ่งขั้นตอนการสร้างจากกระบวนการสอน 9 ขั้นตอน ของ Robert Gagne' ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อของแบบประเมิน
2. สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และแบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อแบบมาตราส่วน ประมาณค่า Rating Scale โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ
3. นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
4. แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำ
5. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน หลังจากทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ตามรายการที่ระบุไว้ เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนอิงเกณฑ์ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ที่ได้สามารถนำมาแปลผลในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในครั้งนี้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{x}) โดยกำหนดเกณฑ์สร้างแบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ กำหนดหัวข้อที่จะทำการประเมิน โดยกำหนดระดับความคิดเห็นเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า และให้นำหนักคะแนนในระดับความคิดเห็น 5 ระดับ คือ

ระดับ 5	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียน อยู่ในระดับ ดีมาก
ระดับ 4	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียน อยู่ในระดับ ดี
ระดับ 3	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียน อยู่ในระดับ ปานกลาง
ระดับ 2	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียน อยู่ในระดับ พอใช้
ระดับ 1	หมายถึง	คุณภาพของบทเรียน อยู่ในระดับ ควรปรับปรุง

ในการวิเคราะห์ระดับคะแนนเฉลี่ยของข้อคำถามในแต่ละข้อ ได้ใช้เกณฑ์กำหนดช่วงคะแนนเฉลี่ยไว้เพื่อสะดวกในการแปลความหมาย ดังต่อไปนี้ (รวิวรรณ ชินะตระกูล, 2542: 164)

4.50 – 5.00	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
3.50 – 4.49	หมายถึง	คุณภาพดี
2.50 – 3.49	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
1.50 – 2.49	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
1.00 – 1.49	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

ดังนั้นเกณฑ์คะแนนเฉลี่ย (\bar{x}) ที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 – 5.00 ทุกรายการขึ้นไป จึงถือว่าผ่านเกณฑ์การประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ

ตารางที่ 3.1 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ด้านเนื้อหา

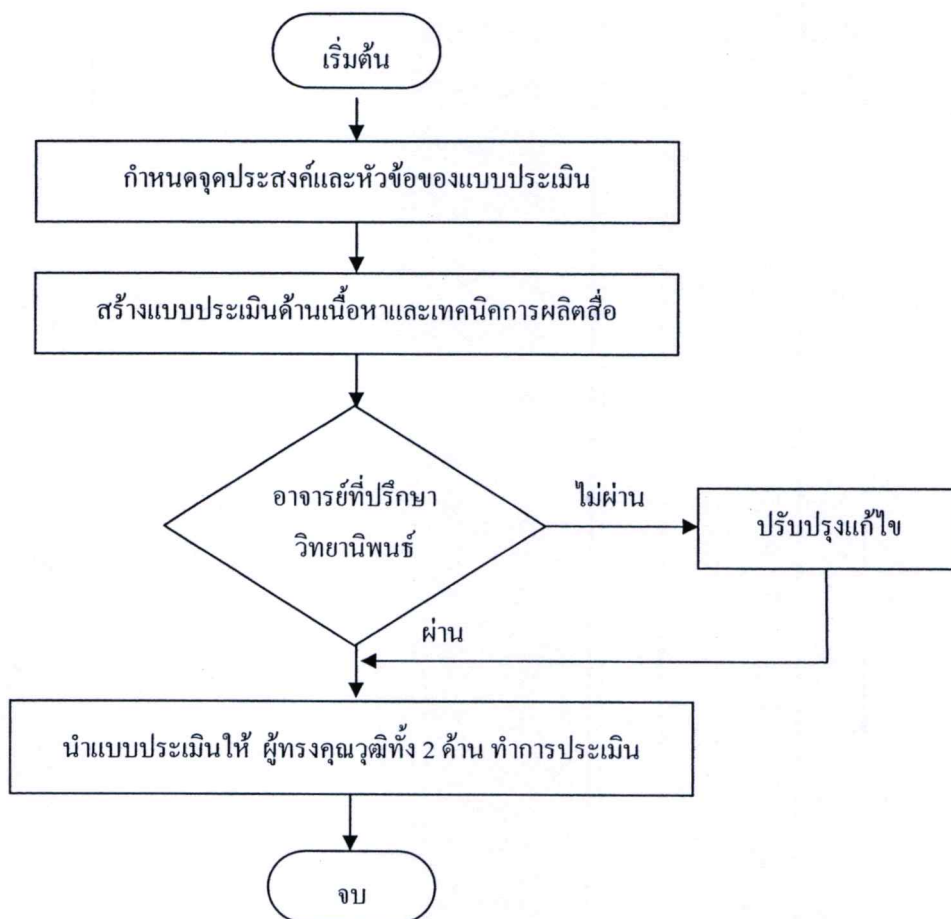
หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ	4.54	0.40	ดีมาก
2. ภาพ และภาษา	4.78	0.38	ดีมาก
3. สี	4.75	0.43	ดีมาก
4. เวลาเรียน	4.66	0.13	ดีมาก
5. ระดับของการเรียน	4.75	0.43	ดีมาก
รวม	4.59	0.41	ดีมาก

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเนื้อหา ได้ค่าเฉลี่ย 4.59 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (คูภาคผนวก ก. หน้า 88)

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D.	แปลความหมาย
1. ได้รับความสนใจ	4.60	0.58	ดีมาก
2. บอกวัตถุประสงค์	4.78	0.38	ดีมาก
3. ทบทวนความรู้เดิม	4.67	0.38	ดีมาก
4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่	4.61	0.53	ดีมาก
5. การใช้แนวทางในการเรียนรู้	4.83	0.29	ดีมาก
6. กระตุ้นการตอบสนอง	4.56	0.58	ดีมาก
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ	4.46	0.58	ดี
8. การนำเสนอเนื้อหาใหม่	4.83	0.29	ดีมาก
9. การจำแนกและการนำไปใช้	4.46	0.58	ดี
รวม	4.69	0.47	ดีมาก

ค่าเฉลี่ยในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ย 4.69 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก (คูภาคผนวก ก. หน้า 91)



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.3 วิธีดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลในการวิจัย เพื่อหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.3.1 นำหนังสือขอความร่วมมือในการทำวิจัยจากบัณฑิตศึกษา คณะครุศาสตร์ อดุสาทรกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ส่งให้หัวหน้าสถานศึกษา เพื่อขออนุญาตและประสานขอความร่วมมือในการทำวิจัยในสาขาศิลปอดุสาทรกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ส่งให้อาจารย์ประจำวิชาเพื่อขออนุญาตและประสานงานในการทำวิจัย

3.3.2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กมาดำเนินการทดลองกับกลุ่มทดลอง เพื่อหาประสิทธิภาพ (E_1 ; E_2) โดยมีขั้นตอนดังนี้คือ

3.3.2.1 ผู้วิจัยได้ดำเนินการนัดหมายผู้เรียนผ่านทางอาจารย์ผู้สอน และได้ดำเนินการทดลองการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับนักศึกษา ระดับปริญญาตรี คณะ

สถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เลือกเรียนรายวิชาการออกแบบงานโลหะ 1

3.3.2.2 ผู้วิจัยได้อธิบายขั้นตอนการใช้งานบทเรียนด้วยเอกสารเพื่อให้ผู้เรียนได้ทำความเข้าใจให้ตรงกัน

3.3.2.3 โดยให้ผู้เรียนนำซีดีบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ใส่ในซีดีรอมไดรฟ์คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะประมวลผลแผ่นซีดีรอมโดยอัตโนมัติ แล้วจะปรากฏหน้าต่างเติลบทเรียนว่าได้เข้ามาสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก จากนั้นให้คลิกปุ่มถัดไป

3.3.2.4 เข้ามาสู่หน้าต่างทะเบียนการเข้าใช้ โดยให้ผู้เรียนพิมพ์ชื่อและนามสกุลเข้าเครื่อง จากนั้นคลิกปุ่ม ตกลง

3.3.2.5 เข้าสู่หน้าต่างชี้แจงแนะนำลำดับขั้นตอนเข้าใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติตาม ดังมีข้อควรปฏิบัติคำแนะนำดังนี้

1. ศึกษาวิธีการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในหน้าถัดไป
2. ศึกษาเนื้อหาจนจบบทเรียนแล้วจึงทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน
3. เมื่อเรียนจบหน่วยเรียนทุกหน่วยแล้ว จึงทำแบบทดสอบหลังเรียน
4. ระหว่างเรียนหากเกิดปัญหาโปรดแจ้งเจ้าหน้าที่

3.3.2.6 จากนั้นคลิกปุ่มถัดไปเพื่อเข้าสู่หน้าจออธิบายปุ่มการใช้งานต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากนั้นคลิกปุ่มหน้าถัดไป

3.3.2.7 เข้าสู่หน้าจออธิบายจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรมทั้งบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบเนื้อหาบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะได้อะไร

3.3.2.8 จากนั้นคลิกปุ่มสารบัญหลัก เพื่อเข้าสู่หน้าจอสารบัญหลัก ที่มีเมนูให้คลิกเลือกเข้าไปศึกษาบทเรียน ได้ทั้ง 4 หน่วยการเรียน ซึ่งผู้เรียนเข้าไปศึกษาบทเรียนได้ตามจากหน่วยที่ 1-4 ตามลำดับ ระหว่างที่ศึกษาบทเรียนจบในแต่ละหน่วยเรียนให้ผู้เรียนได้ทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียน ซึ่งมีทั้งหมด 40 ข้อ 40 คะแนน เมื่อศึกษาแต่ละหน่วยเรียนแล้ว ให้คลิกปุ่มสารบัญหลัก เพื่อไปคลิกเลือกทำหน่วยถัดไป และได้ศึกษาจนครบทุกหน่วยเรียนรวมทำแบบทดสอบท้ายหน่วยเรียนทั้งสิ้น 40 ข้อ 40 คะแนน (นำผลไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลผลิต เพื่อหาค่า E_1 คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูก จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละของผู้ทำแบบทดสอบ 30 คน ต่อไป)

3.3.2.9 เมื่อศึกษาเนื้อหาหน่วยเรียนครบแล้ว ให้คลิกปุ่มแบบทดสอบหลังเรียน เข้าสู่หน้าจออธิบายการทำแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ 40 คะแนน แล้วนำผลไป

วิเคราะห์หาประสิทธิภาพของผลผลิต E_2 (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูก จากการทำแบบทดสอบ หลังเรียนคิดเป็นร้อยละของผู้ทำแบบทดสอบ 30 คน ต่อไป)

3.3.2.11 หาประสิทธิภาพกระบวนการของผู้เรียนของกลุ่มทดลอง

3.3.3 กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จัดให้การเรียนการสอนตามแผนการสอนโดยมีวิธีการสอน แบบการบรรยาย การอภิปราย การสาธิต และอุปกรณ์ประกอบการสอน โดยอาจารย์ผู้สอนเป็นผู้ดำเนินการ และมีเนื้อหาบทเรียนครอบคลุมเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก มีลำดับขั้นตอนดังนี้คือ

3.3.3.1 อาจารย์ผู้สอนดำเนินการสอนตามแผนการสอน และในระหว่างที่ศึกษาเนื้อหาบทเรียนในแต่ละหน่วยเรียน ต้องทำแบบทดสอบระหว่างเรียนเมื่อเรียนจบบทเรียนแต่ละหน่วยแล้ว ซึ่งมีข้อคำถามเหมือนกับข้อคำถามในกลุ่มทดลอง

3.3.3.2 เมื่อศึกษาเนื้อหาบทเรียนครบทุกหน่วยแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ซึ่งมีข้อคำถามเหมือนกับแบบทดสอบในกลุ่มทดลอง ทำการบันทึกผลการทำแบบทดสอบของผู้เรียนแต่ละคน

3.3.3.3 หาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม

3.3.4 นำผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมเปรียบเทียบหาค่าความแตกต่างของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยการวิเคราะห์ทางสถิติ (t-test แบบ Independent)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ โดยการวิเคราะห์

3.4.1 หาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ที่ได้จากการประเมินสื่อด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อจากผู้ทรงคุณวุฒิ นำผลที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติค่าเฉลี่ย (\bar{x}) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กที่ได้จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อตามสูตร $E_1: E_2$

3.4.2 ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม นำผลสัมฤทธิ์ที่ได้ไปวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติตามสูตร t-test ชนิด Independent

3.5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.5.1 การวิเคราะห์คุณภาพของแบบทดสอบ

3.5.1.1 การหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533: 138)

$$\text{ใช้สูตร} \quad \text{IOC} = \frac{\sum R}{N}$$

เมื่อ IOC = ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

$$\begin{aligned} \sum R &= \text{ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิทั้งหมด} \\ N &= \text{จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาวิชา} \end{aligned}$$

3.5.1.2 สถิติที่ใช้ในการหาความยากง่ายสูตรหาค่าความยากง่ายของแบบทดสอบ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 210)

ใช้สูตร

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

เมื่อ p = แทนระดับความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N = จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

3.5.1.3 การหาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (Discrimination) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 211)

$$\text{ใช้สูตร} \quad D = \frac{R_u - R_L}{\left(\frac{N}{2}\right)}$$

เมื่อ D = ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

R_u = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

R_L = จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่ม อ่อน

N = จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

3.5.1.4 การหาค่าความเชื่อมั่นของข้อสอบ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 198)

$$\text{ใช้สูตร} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ r_{tt} = สัมประสิทธิ์ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n = จำนวนแบบทดสอบทั้งหมด

p = สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
(จำนวนคนถูก / จำนวนคนทั้งหมด)

q = สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1-p$)

S_t^2 = ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

3.5.1.5 การหาค่าความแปรปรวน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538:79)

ใช้สูตร
$$s^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

เมื่อ $\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$ คือ ผลรวมของคะแนนยกกำลังสองทั้งหมด

N คือ จำนวนข้อมูล

3.5.2 สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.5.2.1 การหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538: 73)

ใช้สูตร
$$\bar{x} = \frac{\sum x}{N}$$

เมื่อ $\sum x$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

\bar{x} คือ ค่าเฉลี่ย

N คือ จำนวนข้อมูล

3.5.2.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542: 179)

ใช้สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ S.D. คือ ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

n คือ จำนวนข้อมูล

x คือ ค่าคะแนนแต่ละคน

3.5.3 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ $E_1: E_2$ เท่ากับ 80: 80 สูตรหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2542: 136)

ใช้สูตร

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

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

- E_1 = ประสิทธิภาพของกระบวนการ (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ)
- E_2 = ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ)
- $\sum x$ = คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบฝึกหัด
- $\sum f$ = คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำการทดสอบหลังเรียน
- N = จำนวนผู้เรียน
- A = คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
- B = คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

3.5.4 สถิติที่ใช้ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเป็นการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน ≥ 30 คน และมีจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม ($n_1 = n_2$) ความแปรปรวนของประชากรเป็นอันเดียวกัน และการแจกแจงของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรูปโค้งปกติ จึงเลือกใช้สูตรในการวิเคราะห์ t - test แบบ Independent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 101)

สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

โดยที่	df	=	$n_1 + n_2 - 2$
เมื่อ	\bar{x}_1	=	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง
	\bar{x}_2	=	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม
	S_1^2	=	ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง
	S_2^2	=	ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม
	n_1	=	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มทดลอง
	n_2	=	ขนาดของกลุ่มตัวอย่างกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

4.1 ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

การหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ครั้งนี้ ได้ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน (เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจในเนื้อหาบทเรียนพอสมควร โดยจากการสังเกตและสัมภาษณ์ พบว่า คุณภาพของภาพบางภาพไม่คมชัดเท่าที่ควร เนื้อหาบทเรียนบางหน่วยยังมีภาพไม่เพียงพอ จากปัญหาที่เกิดขึ้นผู้วิจัยได้ทำการแก้ไขปัญหา คือ เพิ่มภาพในเนื้อหาให้มากขึ้นเพื่อให้ชัดเจนยิ่งขึ้น ก่อนการนำไปทดลองครั้งต่อไป

4.1.2 การทดลองกลุ่มย่อย

การทดลองกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง โดยการทดลองกับผู้เรียนจำนวน 6 คน เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก การทดลองครั้งนี้ผลการทดลองพบว่า หลังจากที่ผู้วิจัยได้ทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่งเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยได้นำมาทดลองกับผู้เรียนกลุ่มย่อยและสังเกตพฤติกรรมการเรียนของผู้เรียน พบว่าผู้เรียนมีความสนใจในบทเรียนเป็นอย่างดี และจากการสัมภาษณ์ผู้เรียนทั้ง 6 คน ได้ผลสรุปว่าผู้เรียนชอบภาพและเสียงที่ผู้วิจัยได้ทำเพิ่มเข้าไป

ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจากการสังเกตและสัมภาษณ์ พบว่า ภาพมีความชัดเจน ครอบคลุมตัวอักษรอ่านง่าย และเสียงที่ใช้ในการฟังมีความชัดเจนของเนื้อหาครบถ้วน ผู้วิจัยจึงได้บันทึกผลการสัมภาษณ์และนำมาปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กให้ ดีขึ้นก่อนการนำไปทดลองจริงกับผู้เรียนที่กำหนดครั้งต่อไป

4.1.3 การทดลองเชิงปฏิบัติการ

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ ทดลองกับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2551 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ลงทะเบียนเรียนวิชาการออกแบบงานโลหะ 1 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักศึกษา 60 คนแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ศึกษาเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 4 หน่วย เมื่อศึกษาเนื้อหาจบแต่ละหน่วยแล้ว ผู้เรียนจะต้องทำแบบฝึกหัดระหว่างหน่วยจำนวน 40 ข้อ หลังจากศึกษาเนื้อหาทั้งหมดแล้วผู้วิจัยให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน จำนวน 40 ข้อ ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

การทดลอง ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจกับบทเรียนเป็นอย่างดี ซึ่งผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก แสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

ทดสอบเชิงปฏิบัติการ	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	1055	35.16	87.29
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	1023	34.10	85.25

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการทดลองและหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่าค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 87.29 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 85.25 ซึ่งได้ประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80 (ดูภาคผนวก ค. หน้า 112-113)

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยการเปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม มีรายละเอียดดังนี้

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง

กลุ่ม	N	\bar{x}	S.D.	t-test
ทดลอง	30	34.10	1.37	4.29
ควบคุม	30	32.17	2.16	

*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\alpha = 0.05$, $df=58$, $t = 1.672$)

จากตารางที่ 4.2 ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเป็นการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองและ กลุ่มควบคุม ได้ผลดังนี้ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง เท่ากับ 34.10 คะแนน คะแนนเฉลี่ยกลุ่มควบคุม เท่ากับ 32.17 คะแนน นำมาหาค่าสถิติ โดยใช้ t - test แบบ independent ได้เท่ากับ 4.29 ซึ่งมีค่ามากกว่าค่า t จากที่ $\alpha = .05$ $df = 58$ ตาราง $t = 1.672$ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุมมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 (ดูภาคผนวก ก. หน้า 114-117)

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

งานวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก และเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุม โดยประชากรที่ใช้ในงานวิจัยในครั้งนี้ คือ นักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2552 หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 60 คน โดยผู้วิจัยได้เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากนักเรียนที่ลงทะเบียนเรียน วิชาการออกแบบโลหะ 1 (METAL DESIGN 1) จำนวน 60 คน และแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน คือกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

ในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 3 ประเภท คือ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ซึ่งเนื้อหาแบ่งออกเป็น 4 หน่วย ในแต่ละหน่วยมีการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และส่วนท้ายของบทเรียนผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียนด้วย 2) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 6 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยทางด้านเนื้อหา 4.59 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 4.64 ค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองด้านเท่ากับ 4.62 อยู่ในระดับดีมากผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบประเมิน ซึ่งใช้เป็นแบบทดสอบระหว่างเรียนและหลังเรียน มีลักษณะเป็นแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหาตามวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมที่กำหนดไว้ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน 40 ข้อ และแบบทดสอบหลังเรียน 40 ข้อ ตรวจสอบโดยการทดลองกับผู้เรียนจำนวน 20 คนที่เคยผ่านการเรียน มาแล้ว ได้ค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.20 – 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (D) ระหว่าง 0.20 – 0.70 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.77

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ได้ทำการทดสอบ ณ ห้องคอมพิวเตอร์ 1 คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ก่อนทำการทดลองบทเรียนผู้วิจัยอธิบายวิธีการใช้งานบทเรียนให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนการศึกษาบทเรียน โดยผู้เรียนต้องผ่านการศึกษาเนื้อหาในแต่ละหน่วยการเรียน และทำแบบทดสอบระหว่างเรียนทุกครั้ง เมื่อศึกษาจนจบครบทุกหน่วยแล้วผู้เรียนต้องทำแบบทดสอบหลังเรียน จากนั้นผู้วิจัยนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

สถิติที่นำมาใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ความตรงตามเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน ($E_1:E_2$) ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มควบคุม และกลุ่มทดลอง ด้วยค่า t-test แบบ Independent

สถิติที่ใช้ในการหาคุณภาพของแบบทดสอบ คือ ค่าความตรงตามเนื้อหา (IOC) มีค่าระหว่าง 0.67 – 1.00 ค่าความยากง่าย (P) มีค่าระหว่าง 0.20 – 0.70 ค่าอำนาจจำแนก (D) 0.20 – 0.70 ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.77 ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน ($E_1:E_2$) เท่ากับ 87.29 : 85.25 ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 34.10 และ 32.17 ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 1.37 และ 2.16 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ด้วยค่า t-test แบบ Independent มีค่าเท่ากับ 4.29

5.1 สรุปผลการการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยครั้งนี้พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก สรุปผลวิจัยได้ดังนี้

5.1.1 ผลการหาประสิทธิภาพทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กมีประสิทธิภาพเท่ากับ 87.29 : 85.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80 : 80

5.1.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมุติฐานที่ตั้งไว้

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1 ผลการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก คุณภาพสื่อด้านเนื้อหา การประเมินค่าเฉลี่ยรวมทุกรายการมีค่าเท่ากับ 4.59 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก ส่วนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ การประเมินรวมจากทุกรายการมีค่าเท่ากับ 4.69 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ระดับดีมาก เมื่อประเมินค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองด้านรวมทุกรายการมีค่าเท่ากับ 4.67 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมากเช่นกัน ทั้งนี้เนื่องมาจาก หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยคัดแปลงจาก

การเรียนการสอน 9 ชั้นของ Gagne' อ้างใน (รุจโรจน์ แก้วอุไร. 2545) จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก เนื้อหามีความสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ การจัดลำดับขั้นการนำเสนอเนื้อหาดีมาก มีความถูกต้องในการลำดับเนื้อหาตามขั้นตอน มีความชัดเจนในการอธิบายเนื้อหา ความถูกต้องของรูปภาพตามเนื้อหาและความเหมาะสมของเวลาที่ใช้ มีแบบทดสอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน บทเรียนมีลักษณะเร่งเร้าความสนใจ โดยใช้ภาพประกอบที่น่าสนใจ บอกวัตถุประสงค์แก่ผู้เรียน ทบทวนความรู้เดิม และนำเสนอเนื้อหาใหม่ ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน ในบทเรียนมีการโต้ตอบให้ข้อมูลย้อนกลับ มีการทดสอบความรู้ใหม่ โดยการให้ทำแบบทดสอบเมื่อผู้เรียนศึกษาเนื้อหาแต่ละหน่วยเสร็จ มีการสรุปและนำไปใช้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัย รุ่งฤดี เลิศศิริ (2547) ได้ โดยตั้งสมมติฐานว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง ทฤษฎีสี่ มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80 : 80 และได้แบ่งกลุ่มนักเรียนออกเป็น 3 กลุ่ม ๆ 20 คน กลุ่มที่ 1 เป็นกลุ่มทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กลุ่มที่ 2 เป็นกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และกลุ่มควบคุมที่เรียนปกติโดยครูสอนเพียงอย่างเดียว ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 85.50:83.50 สูงกว่าเกณฑ์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยจากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อได้ค่าเฉลี่ยจากทุกเรื่องที่มีประเมินอยู่ในระดับ 4.69 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก จากการประเมินของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยที่มีประเมินได้ อยู่ในระดับ 4.59 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก รวมค่าเฉลี่ยทั้ง 2 ด้าน มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับ 4.64 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก

5.2.2 การเปรียบเทียบเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองกับกลุ่มควบคุมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก ที่ได้ทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง ได้ค่าคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 87.29 และค่าคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 85.25 คะแนน ค่าเฉลี่ย (\bar{x}) ผลคะแนนจากแบบทดสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลอง และของกลุ่มควบคุม เท่ากับ 34.10 และ 32.17 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ชัยวุฒิ หอมศิริ (2552) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง คุณธรรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 86.00 :82.33 ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80 : 80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มทดลองที่เรียนด้วย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนตามวิธีปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

5.2.3 เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของคะแนนสอบหลังเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ กับกลุ่มการเรียนด้วยวิธีการสอนตามแบบปกติด้วยวิธีทางสถิติ โดยใช้ t -test แบบ independent เนื่องจาก

1. กลุ่มตัวอย่างมีจำนวนกลุ่มละ 30 คน ($n = 30$) และมีจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม ($n_1 = n_2$)
2. การแจกแจงของข้อมูลของกลุ่มตัวอย่างเป็นโค้งปกติหรือใกล้เคียงปกติ
3. ค่าของ $S_1^2 = 1.89$ และ $S_2^2 = 4.64$ ซึ่งมีค่าแตกต่างกันมาก
4. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดสอบได้มาจากการสุ่มและเป็นอิสระต่อกัน

จึงเลือกใช้สูตร t -test แบบ independent (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 100) จะได้ว่า $t = 4.29$

เมื่อ $\alpha = 0.05$

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 58$$

$$t = 1.672$$

ดังนั้น ค่า t ที่คำนวณได้ผลลัพธ์ 4.29 มีค่ามากกว่าค่า t จากที่ $\alpha = .05$ $df = 58$ ตาราง $t = 1.672$ สามารถสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

5.3.1.1 ก่อนที่ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผู้เรียนควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้งานคอมพิวเตอร์และทำความเข้าใจกับการใช้คอมพิวเตอร์เพื่อความสะดวกตัวในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น

5.3.1.2 ในระบบการเรียนการสอน ผู้สอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กไปใช้ในการสอนเสริม และควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น เพื่อเป็นการแก้ปัญหาคาดเคลื่อนบุคลากร

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

5.3.2.1 ควรส่งเสริมให้มีการพัฒนาโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็กให้มีข้อมูลที่ทันสมัยเพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เนื้อหาที่ทันต่อเทคโนโลยีที่ก้าวไปอย่างรวดเร็วในยุคปัจจุบัน ซึ่งผลงานที่สำเร็จจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถใช้เรียนได้ไม่จำกัดสถานที่ เวลาและจำนวนผู้เรียน

5.3.2.2 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรจะมีความสามารถในการโต้ตอบกับผู้เรียนได้หรือเป็นแบบที่มีกิจกรรมเพื่อเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ตลอดเวลาและเกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนและผู้เรียนมากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. 2536. เทคโนโลยีเทคนิคศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- กิดานันท์ มลิทอง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม พิมพ์ครั้งที่ 2 ปรับปรุง
เพิ่มเติม กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- กำพล ดำรงวงศ์. การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้านพุทธิพิสัยในวิชาวิทยาศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- ชลิตา ลิ้มปิยากร. 2536. เทคโนโลยีการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : พิษณุการพิมพ์ .
- ชาติร์ เกิดธรรม. 2544. อยากทำวิจัยในชั้นเรียนแต่เขียนไม่เป็น. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์เสียงเชียง.
ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533. เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. 2520. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชั่น. คณะ
ครุศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยวุฒิ หอมศิริ. 2552. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คุณธรรม.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2541. หลักการออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน . กรุงเทพฯ :
บริษัทวงกลมโปรดักชั่น.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2543. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- ทวี เทศเจริญ. 2550. กรรมวิธีการผลิต. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.
- ทักษิณา สวานานนท์. 2533. คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531. คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียนการสอน ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์. 15
(มิถุนายน-กรกฎาคม 2531):24-28.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2533. รายงานการวิจัยเพื่อการพัฒนา รูปแบบการเรียนโดยใช้สื่อประสมระบบ
คอมพิวเตอร์ ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์ .16(มกราคม-กุมภาพันธ์2532):24-29.
- นิตยารัตน์ กงนาลีก 2547. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน. [Online]. Available
- นุชนาฏ จิตโกคา. 2539. รวบรวมความเรื่องน่ารู้เกี่ยวกับการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : หน่วย
ศึกษานิเทศก์ กรมการศึกษนออกโรงเรียน. กรมวิชาการ. www.thaicai.com

- ไพโรจน์ ภูทอง 2547. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง फिल्मถ่ายภาพ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์
 อุดสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา
 บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
- ภัทรา นิคนานนท์. 2540. การประเมินผลการเรียน. ภาควิชาทดสอบและวิจัย คณะครุศาสตร์
 มนัส สติรจินดา. 2539. เหล็กหล่อ. กรุงเทพฯ : สมาคมวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรม
 ราชูปถัมภ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ครูสภา ลาดพร้าว
- มนัส สติรจินดา. 2538. เหล็กกล้า. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มานพ ต้นตระกูลบัณฑิตย์. 2538. วัสดุวิศวกรรม. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-
 ญี่ปุ่น). สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.” บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง.
- มยุลดา ทาสุนทร. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องศิลปะในการจัดแสง.” วิทยานิพนธ์
 ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี การศึกษาทางการอาชีวะและ
 เทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ยี่น ภูววรรณ .2531. ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (online). Available ซีเอ็ดยูเคชั่น
 จำกัด.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. การทำวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : ที พี พริน.
- รุ่งฤดี เลิศศิริ. 2547. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องทฤษฎีสี่.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์บัณฑิต
 สาขาวิชาสถาปัตยกรรม.” บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
 ลาดกระบัง.
- ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาสน์.
- วสันต์ อดิษฐ์. 2530. คอมพิวเตอร์กับการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์ 3,9 (มี.ย.-ก.ย.30) 75-90
 ตาราง แผนภูมิ
- วิภา อุดมพันธ์. 2544. การผลิตสื่อโทรทัศน์และสื่อคอมพิวเตอร์ : กระบวนการสร้างสรรค์และเทคนิค
 การผลิต. กรุงเทพฯ : บ็ีก พอยท์.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. จากการใช้
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน 2 วิธี. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2528.
- ศักดิ์ดา ปรารักษ์ประทานพร. 2530. ปรัชญาการศึกษาในญี่ปุ่น. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. “การออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารรามคำแหง 3(5): 40-49.

- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. **รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2528. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
- หริส สุตะบุตร เคนยิ จิยอิวา. 2538. **หล่อโลหะ**. กรุงเทพฯ : ดวงกมล จำกัด. การสอนวิชาการถ่ายภาพ 1 . กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2536
- อำนาจ เดชชัยศรี. 2542. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ฟิสิกส์เซ็นเตอร์
- อำพล สงวนศิริธรรม. 2538. **การสอนคอมพิวเตอร์ในโรงเรียน : แนวทางใหม่ไมโครคอมพิวเตอร์**. กรุงเทพฯ : โอ เอ พรินติ้งเฮาส์.
- Dence, M. 1980. **“Toward Definding the role of CAI.”** A Review Educational Technology. 20(11): 50-54.
- Heinich, R. 1985 **Instructional media and the new technologies of instruction**. New York : Macmillan.
- Rushby, N.J. 1989. Computer assisted learning. **The International Encyclopedia of Education**. Oxford : Pergamax.
- Gagne, R. M. 1977. **The Condition of Learning and Theory of Instruction**. Newyork:Holt, Rinenurt & Winston.
- Oden, Robin Earl. 1982. **“An Assessment of Effectiveness of Computer-Assisted Instruction on altering Teacher Behavior and Achievement and Attiudes of Ninth Grade Pre Algebra Mathematics Students.”** Dissertation Abstracts International. 43 (August):355-A

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

หนังสือราชการ



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 3 กรกฎาคม 2551 ให้ดำเนินการดังนี้

นางสาวนภมณ สากุล รหัสประจำตัว 50063707 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนเรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก (Computer-Assisted Instruction on Iron Making)” โดยมี ผศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อรรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ ๑ กรกฎาคม พ.ศ. 2551

(รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



บันทึกข้อความ

หน่วยงาน คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล. ส่วนบริหารงานทั่วไป โทร.3692

ที่ ศร 0524.04 / 0021

วันที่ 5 มกราคม 2553

เรื่อง ขอดำเนินการขอให้ให้นักศึกษาทดลองใช้เครื่องมือเพื่อการวิจัย

เรียน คณบดี คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์

ด้วย นางสาวนภณ สากุล นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก” โดยมี รศ.ดร.ฉันทนา วิริยเวชกุล เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และ รศ.อรรถพร ฤทธิเกิด เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม จึงขอดำเนินการจากท่านโปรดอนุญาตให้ นางสาวนภณ สากุล ทดลองใช้เครื่องมือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนฯ กับนักศึกษาระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 2 ที่ลงทะเบียนเรียนวิชา การออกแบบงานโลหะ 1 เพื่อการวิจัยภายในคณะของท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้ด้วย

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรัสเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

รองคณบดีกำกับดูแลงานด้านบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติกรแทนคณบดี

ภาคผนวก ข
รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และด้านการผลิตสื่อ

ในการตรวจสอบ สื่อการสอนแบ่งการประเมินออกเป็น 2 ด้าน คือ ด้านเนื้อหา และการผลิตสื่อ ดังมีรายนามผู้ทรงคุณวุฒิดังต่อไปนี้

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

- | | |
|----------------------------------|--|
| 1. ผศ.ดร. กรรณชัย กัลยาศิริ | อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 2. ว่าที่ร้อยตรีชัยรักษ์ ศิปัญญา | อาจารย์ประจำภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม
คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 3. ดร.ขนิษฐา วงษ์สีดาแก้ว | อาจารย์วิทยาลัยเทคโนโลยีอุตสาหกรรม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ |

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

- | | |
|---------------------------|---|
| 1. นางสาวนฤมล ชีระศักดิ์ | นักประชาสัมพันธ์ 8
ส่วนสารนิเทศและประชาสัมพันธ์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 2. นายอุดม นิลรัตน์สุวรรณ | นักวิชาการ โสตทัศนศึกษา ระดับ 6
สำนักสารนิเทศและประชาสัมพันธ์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร
ลาดกระบัง |
| 3. นางโสภาวรรณ พรนพรัตน์ | ครูศศ.2 วิทยฐานะ ครูชำนาญการหัวหน้ากลุ่ม
สาระการเรียนรู้ศิลปะ
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศเตรียมอุดมศึกษา
น้อมเกล้า |

ภาคผนวก ค

รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

การวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

ตารางที่ ค.1 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คนที)			ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. เนื้อหาและการนำเสนอ						
ส่วนนำ						
1.1 การเข้าสู่บทเรียนมีความน่าสนใจ	4	5	4	4.33	0.58	ดี
1.2 การแจ้งวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบน่าสนใจ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ส่วนเนื้อหา						
1.3 เนื้อหาบทเรียนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความถูกต้องของเนื้อหา/หลักเกณฑ์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.5 บทเรียนมีความยากง่ายเหมาะสม ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.6 บทเรียนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมใน การเรียนตลอดเวลา	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
1.7 การใช้ภาษาสามารถสื่อความหมายได้ชัดเจน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
1.8 บทเรียนมีการยกตัวอย่างในปริมาณและ โอกาสที่เหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
ส่วนสรุป						
1.9 บทเรียนมีการสรุปเนื้อหาในแต่ละตอน อย่างเหมาะสม	4	4	4	4.00	0.00	ดี
1.10 ความเหมาะสมของจำนวนข้อสอบท้าย หน่วยการเรียนแต่ละหน่วย	4	4	5	4.33	0.58	ดี
1.11 แบบทดสอบครอบคลุมเนื้อหาและ วัตถุประสงค์	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.12 แบบทดสอบที่ใช้ช่วยทำให้นักเรียนเข้าใจ เนื้อหา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
1.13 การชี้แนะหรือสรุปแนวคิดสำหรับใช้ ช่วงจังหวะที่เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 1				4.54	0.40	ดีมาก

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คนที่)			ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
2. ภาพและภาษา						
2.1 ความถูกต้องของรูปภาพที่นำมาใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องของภาษาที่ใช้	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ความสอดคล้องระหว่างรูปภาพกับคำบรรยาย	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 2				4.78	0.38	ดีมาก
3. สี						
3.1 ความเหมาะสมของสีที่ใช้	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 ความเหมาะสมของการขึ้นน้ำด้วยลูกศร	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
3.3 ความเหมาะสมในการเคลื่อนที่ของลูกศร	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
3.4 แรงจูงใจของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 3				4.75	0.43	ดีมาก
4. เวลาเรียน						
4.1 ความเหมาะสมเวลาเรียนกับเนื้อหา	4	5	4	4.33	0.24	ดี
4.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนกับคำบรรยาย	4	5	5	4.66	0.17	ดีมาก
4.3 ความเหมาะสมเวลาในการนำเสนอบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 4				4.66	0.13	ดีมาก
5. ระดับของการเรียน						
5.1 ความเหมาะสมของเนื้อหาในแต่ละระดับ การเรียน	5	4	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.2 ความเหมาะสมของเวลาเรียนในแต่ละระดับ การเรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
5.3 ความเหมาะสมในการจัดระดับการเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
5.4 ความเหมาะสมในการกำหนดเกณฑ์ใน การเปลี่ยนระดับการเรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 5				4.75	0.43	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวม				4.59	0.41	ดีมาก

จากตารางที่ ค.1 แสดงผลการประเมินหาประสิทธิภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.59 แสดงว่าอยู่ในระดับดีมาก

การวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิ (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

ตารางที่ ค.2 แสดงการวิเคราะห์ผลการประเมินจากผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คนที่)			ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
1. ได้รับความสนใจ						
1.1 บทเรียนมีลักษณะจูงใจ ความน่าสนใจในการเรียนดำเนินเรื่อง	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.2 การวางรูปแบบหน้าจอ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.3 การออกแบบข้อความสวยและเข้าใจ	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.4 ความเหมาะสมของกราฟิก	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
1.5 ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 1				4.60	0.58	ดีมาก
2. บอกวัตถุประสงค์						
2.1 ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
2.2 ความถูกต้องตามเนื้อหาและหลักการ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
2.3 ภาษาที่ใช้กะทัดรัดและเข้าใจง่าย	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 2				4.78	0.38	ดีมาก
3. ทบทวนความรู้เดิม						
3.1 มีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
3.2 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาได้	4	5	4	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 3				4.67	0.38	ดีมาก
4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่						
4.1 ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักเกณฑ์	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
4.2 สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
4.3 ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.4 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ควบคุมทิศทางและความรวดเร็วในการเรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คนที่)			ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่ (ต่อ)						
4.5 ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่บทเรียน	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4.6 ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	4	4	5	4.33	0.58	ดี
4.7 เทคนิคนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.8 ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.9 ความเหมาะสมในการใช้ภาพและเสียง	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
4.10 ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับเนื้อหา	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.11 ความเหมาะสมของสีและรูปร่างของตัวอักษร	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
4.12 คุณภาพของภาพ กรรฟิก เสียง และภาพเคลื่อนไหวของบทเรียน	4	5	4	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 4				4.61	0.53	ดีมาก
5. การใช้แนวทางในการเรียนรู้						
5.1 บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ก่อนเข้าบทเรียน	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
5.2 เครื่องหมายและสัญลักษณ์ในการชี้แนวทาง	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 5				4.83	0.29	ดีมาก
6. กระตุ้นการตอบสนอง						
6.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียนรู้	4	5	4	4.33	0.58	ดี
6.2 ความหลากหลายและความเหมาะสมรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
6.3 การกระตุ้นตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 6				4.56	0.58	ดีมาก
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ						
7.1 ความเหมาะสม ความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 7				4.67	0.58	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น (คนที่)			ค่าเฉลี่ย		
	1	2	3	\bar{x}	S.D.	ความหมาย
8. การนำเสนอเนื้อหาใหม่						
8.1 มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นราย ๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนพร้อมทั้งให้คำชี้แจงที่เหมาะสม	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
8.2 มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
8.3 มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
8.4 ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง	5	5	5	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 8				4.83	0.29	ดีมาก
9. การจำแนกและการนำไปใช้						
9.1 ลักษณะแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์	4	5	5	4.67	0.58	ดีมาก
9.2 การสรุปประเด็นที่ชัดเจน	5	5	4	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยส่วนที่ 9				4.67	0.58	ดีมาก
รวม				4.69	0.47	ดีมาก
ค่าเฉลี่ยรวมทั้ง 2 ด้าน				4.64	0.44	ดีมาก

จากตารางที่ ค.2 แสดงผลการประเมินหาประสิทธิภาพสื่อการสอน ด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อการสอน เท่ากับ 4.69 แสดงว่าอยู่ในระดับดีมาก

การวิเคราะห์หลักสูตร

การวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหา กระบวนการผลิตโลหะเหล็ก มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตรคำอธิบายรายวิชา จัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดโครงสร้างเนื้อหาที่จะสอบวัดการวิจัยครั้งนี้ ได้แบ่งเนื้อหา เรื่อง กระบวนการผลิตโลหะเหล็ก ออกเป็น 4 หน่วย ได้แก่

1.1 โลหะเหล็ก

1.2 เหล็กดิบ

1.3 เหล็กหล่อ

1.4 เหล็กกล้า

2. กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน กำหนดเป้าหมายของการจัดการการสอน และ ประเมินผลได้อย่างถูกต้อง โดยมีวัตถุประสงค์การสอนดังนี้คือ

2.1 วัตถุประสงค์การเรียนการสอน

2.1.1 จุดประสงค์การเรียนรู้ทั่วไป ดังนี้

- เพื่อเข้าใจรูปแบบ ความเป็นมาของการผลิตเหล็กได้
- เพื่อเข้าใจกระบวนการผลิตโลหะเหล็ก

2.1.2 จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ดังนี้

- บอกคุณสมบัติของโลหะได้
- บอกชนิดของโลหะได้
- บอกลักษณะของโลหะได้
- อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้
- อธิบายขั้นตอนกระบวนการผลิตโลหะได้

3. การกำหนดลำดับความสำคัญของระดับการวัดวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งแบ่งออกเป็น 6 ระดับ คือ การวัดระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์ และระดับการประเมินผลโดยให้น้ำหนักความสำคัญตามเกณฑ์ต่อไปนี้ (ภัทธา นิคมานนท์. 2540:108)

น้ำหนักคะแนน 0	หมายถึง	เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะเน้น
น้ำหนักคะแนน 1-2	หมายถึง	เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญน้อย
น้ำหนักคะแนน 3-4	หมายถึง	เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้าง น้อย

5-6 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญปานกลาง
 7-8 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างมาก
 9-10 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก
 แสดงการให้น้ำหนักคะแนนมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ค.3 แสดงน้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาบทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่องกรรมวิธีการผลิต โลหะเหล็ก

เนื้อหา วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ(0)	การนำไปใช้(0)	การวิเคราะห์(0)	การสังเคราะห์(0)	การประเมินผล	รวม	ลำดับความสำคัญ
1. หน่วยที่ 1								
1. บอกความเป็นมาของการผลิต โลหะเหล็ก ได้	8	2	0	0	0	0	10	
2. บอกคุณสมบัติของโลหะได้	9	0	0	1	0	0	10	
2. หน่วยที่ 2								
1. เพื่อเข้าใจกรรมวิธีการผลิต โลหะเหล็ก	1	5	0	0	0	0	6	
2. อธิบายขั้นตอนกรรมวิธีการผลิตโลหะได้	4	4	3	3	0	0	14	
3. หน่วยที่ 3								
1. บอกคุณสมบัติของโลหะได้	1	6	2	3	0	0	12	
2. อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้	2	3	0	0	0	0	5	
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้	0	0	3	0	0	0	3	
4. หน่วยที่ 4								
1. บอกคุณสมบัติของโลหะได้	2	1	0	2	0	0	5	
2. อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้	6	2	0	0	0	0	8	
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ ได้	0	1	6	0	0	0	7	
ผลรวมทั้งหมด	33	24	14	9	0	0	80	
ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	1	2	3	4				

จากตารางที่ ค.3 แสดงการให้น้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ได้ให้น้ำหนักไว้

การวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้อง
ระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

ตารางที่ ค.4 แสดงการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างเนื้อหากับวัตถุประสงค์
เชิงพฤติกรรม (IOC) จำนวน 100 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum x$	IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
*1	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*2	0	+1	+1	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
*3	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*4	+1	+1	+1	3	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
5	0	+1	0	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
6	+1	+1	-1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*7	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*8	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*9	0	+1	+1	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
10	0	0	1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*11	0	+1	+1	3	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
*12	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
13	-1	+1	+1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*14	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*15	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*16	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*17	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*18	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*19	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*20	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*21	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*22	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์

ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

*23	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*24	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*25	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*26	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*27	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*28	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*29	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*30	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*31	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*32	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*33	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
34	+1	+1	-1	3	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*35	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*36	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*37	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*38	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*39	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*40	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
41	+1	+1	-1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*42	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*43	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*44	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*45	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*46	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*47	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*48	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
49	+1	+1	-1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*50	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์

.ตารางที่ ก.4 (ต่อ)

ข้อที่	ความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ			$\sum x$	IOC	ความหมาย
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
*77	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*78	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*79	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*80	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*81	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*82	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*83	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*84	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*85	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*86	+1	+1	0	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
*87	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
88	+1	+1	-1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*89	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*90	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*91	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*92	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*93	+1	0	+1	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
*94	+1	0	+1	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
95	+1	0	-1	1	0.33	ไม่ตรงตามวัตถุประสงค์
*96	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*97	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*98	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์
*99	+1	0	+1	2	0.67	ตรงตามวัตถุประสงค์
*100	+1	+1	+1	3	1.00	ตรงตามวัตถุประสงค์

หมายเหตุ : ข้อที่มีเครื่องหมาย * เป็นข้อที่เลือกไปใช้ในงานวิจัย

จากตารางที่ ค.4 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อกับจุดประสงค์การเรียนรู้เชิงพฤติกรรม ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จากจำนวนแบบทดสอบ 100 ข้อ ได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดไว้ คือ มีค่าตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 91 ข้อ (มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00)

**การวิเคราะห์หาความยากง่าย (P)
และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ (D)**

ตารางที่ ค.5 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบ ที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าดัชนีความสอดคล้องมาแล้วจำนวน 91 ข้อ นำไปทดสอบกับ นักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการ ออกแบบงานโลหะ 1 มาแล้ว จำนวน 20 คน

ข้อ ที่	เก่ง ตอบถูก (RU) N = 10	อ่อน ตอบถูก (RL) N = 10	$P = \frac{R}{N}$	แปล ความหมาย ความยากง่าย (P)	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	แปล ความหมาย อำนาจ จำแนก (D)	ประเมิน	การ นำไปใช้
*1	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*2	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*3	5	2	0.35	ยากพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*4	5	2	0.35	ยากพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*7	7	4	0.55	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*8	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*9	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*11	9	5	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*12	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*14	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*15	5	0	0.25	ยากพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
16	6	5	0.55	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.10	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*17	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*18	7	1	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*19	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*20	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*21	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อ ที่	เก่ง ตอบ ถูก (RU) N = 10	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (RL) N = 10	$P = \frac{R}{N}$	แปล ความหมาย ความยากง่าย (P)	$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$	แปล ความหมาย อำนาจจำแนก (D)	ประเมิน	การ นำไปใช้
*22	5	2	0.35	ยากพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*23	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*24	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*25	6	0	0.30	ยากพอดี	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*26	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*27	5	2	0.35	ยากพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*28	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*29	6	1	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
30	4	4	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.00	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*31	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*32	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*33	7	4	0.55	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*35	5	2	0.35	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*36	7	3	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*37	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*38	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*39	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ปานกลาง	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*40	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*42	7	4	0.55	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*43	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*44	7	1	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*45	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*46	7	3	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*47	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อ ที่	เก่ง ตอบ ถูก (RU) N = 10	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (RL) N = 10	$P = \frac{R}{N}$	แปล ความหมาย ความยากง่าย (P)	$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$	แปล ความหมาย อำนาจ จำแนก (D)	ประเมิน	การ นำไปใช้
48	5	5	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.00	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*49	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*50	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*51	6	4	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.60	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*52	6	1	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*53	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*54	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*55	8	1	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.70	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
56	6	8	0.70	ค่อนข้างง่าย	-0.20	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*57	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*58	6	4	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*59	5	0	0.25	ยากพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*60	9	6	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*61	3	7	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	-0.40	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*62	4	0	0.20	ยากพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*63	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*64	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*65	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*66	8	9	0.85	ง่ายเกินไป	-0.10	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*67	7	3	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*68	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*69	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*70	6	3	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*71	5	2	0.35	ยากพอดี	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้

ตารางที่ ค.5 (ต่อ)

ข้อ ที่	เก่ง ตอบ ถูก (RU) N = 10	กลุ่มต่ำ ตอบถูก (RL) N = 10	$P = \frac{R}{N}$	แปล ความหมาย ความยากง่าย (P)	$D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}}$	แปล ความหมาย อำนาจจำแนก (D)	ประเมิน	การ นำไปใช้
72	7	8	0.75	ค่อนข้างง่าย	0.10	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*73	8	5	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.30	ดีพอควร	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*74	8	3	0.55	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*75	6	2	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*76	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*77	8	6	0.70	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*78	9	4	0.65	ค่อนข้างง่าย	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*79	8	1	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.70	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*80	6	6	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.00	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*81	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*82	6	4	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*83	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*84	7	5	0.60	ค่อนข้างง่าย	0.20	พอใช้	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*85	6	8	0.70	ค่อนข้างง่าย	-0.20	น้อย	ไม่ผ่านเกณฑ์	ใช้ไม่ได้
*86	5	0	0.25	ยากพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*87	7	3	0.50	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*89	7	2	0.45	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.50	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*90	6	2	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้
*91	6	2	0.40	ยากง่ายปานกลางพอดี	0.40	ดีมาก	ผ่านเกณฑ์	ใช้ได้

จากตารางที่ ค.5 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบที่ได้ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มาแล้วจำนวน 91 ข้อ โดยนำไปทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการออกแบบ

งานโลหะ 1 จำนวน 20 คน แล้วแบ่งนักเรียนออกเป็น กลุ่มเก่ง กับ กลุ่มอ่อน อย่างละ 10 คน และจากเกณฑ์ที่ ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ (2538 : 211) ได้กำหนดเกณฑ์การวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และกำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนกของแบบทดสอบ ไว้ดังนี้คือ

กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายหรือกำหนดค่า $P = 0.20 - 0.80$ และขอบเขตค่า P มีดังนี้

0.80 – 1.00	แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากเกินไป
0.60 – 0.79	แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ค่อนข้างง่าย
0.40 – 0.59	แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากง่ายปานกลางพอดี
0.20 – 0.39	แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากพอดี
0.00 – 0.19	แสดงว่าข้อสอบข้อนี้ยากเกินไป

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือ กำหนดค่า $D = 0.20$ ขึ้นไป และ ขอบเขตค่า D มีดังนี้

0.40 ขึ้นไป	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีมาก
0.30 – 0.39 ขึ้นไป	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกดีพอควร
0.20 – 0.29 ขึ้นไป	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกพอใช้
0.00 – 0.19 ขึ้นไป	หมายถึง	เป็นข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกน้อยใช้ไม่ได้

จากได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) มีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ได้ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง $0.20 - 0.70$ และ ผ่านการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20 ขึ้นไป ได้แบบทดสอบผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 83 ข้อ

ตารางที่ ค.6 แสดงแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (P) และ ค่าอำนาจจำแนก (D) ที่เหมาะสม

ข้อที่	เก่งตอบถูก (R_U) N = 10	อ่อนตอบถูก (R_L) N = 10	คนตอบถูกในแต่ ละข้อ	P	D
*1	9	5	14	0.70	0.40
*2	7	2	9	0.45	0.50
*3	5	2	7	0.35	0.30
*4	5	2	7	0.35	0.30
*7	7	4	11	0.55	0.30
*8	7	5	12	0.60	0.20
*9	9	6	15	0.75	0.30

ตารางที่ ค.6 (ต่อ)

ข้อที่	เก่งตอบถูก (R_U) N = 10	อ่อนตอบถูก (R_L) N = 10	คนตอบถูกในแต่ ละข้อ	P	D
*11	9	5	14	0.70	0.40
*12	6	3	9	0.45	0.30
*14	8	6	14	0.70	0.20
*15	5	0	5	0.25	0.50
*17	6	3	9	0.45	0.30
*18	7	1	8	0.40	0.60
*19	6	3	9	0.45	0.30
*20	7	2	9	0.45	0.50
*21	9	6	15	0.75	0.30
*22	5	2	7	0.35	0.30
*23	6	3	9	0.45	0.30
*24	7	5	12	0.60	0.20
*25	6	0	6	0.30	0.60
*26	6	3	9	0.45	0.30
*27	5	2	7	0.35	0.30
*28	6	3	9	0.45	0.30
*29	6	1	7	0.40	0.60
*31	6	3	9	0.45	0.30
*32	6	3	9	0.45	0.30
*33	7	4	11	0.55	0.30
*35	5	2	7	0.35	0.30
*36	7	3	10	0.50	0.40
*37	7	2	9	0.45	0.50
*38	9	6	15	0.75	0.30
*39	6	3	9	0.45	0.30
*40	6	3	9	0.45	0.30

ตารางที่ 6 (ต่อ)

ข้อที่	เก่งตอบถูก (R_U) N = 10	อ่อนตอบถูก (R_L) N = 10	คนตอบถูกในแต่ ละข้อ	P	D
*42	7	4	11	0.55	0.30
*43	7	2	9	0.45	0.50
*44	7	1	8	0.40	0.60
*45	8	6	14	0.70	0.20
*46	7	3	10	0.50	0.40
*47	9	6	15	0.75	0.30
*49	6	3	9	0.45	0.30
*50	7	5	12	0.60	0.20
*51	6	4	10	0.50	0.60
*52	6	1	7	0.40	0.50
*53	7	2	9	0.45	0.50
*54	9	6	15	0.75	0.30
*55	8	1	9	0.45	0.70
*57	8	5	13	0.65	0.30
*58	6	4	10	0.50	0.20
*59	5	0	5	0.25	0.50
*60	9	6	15	0.75	0.30
*61	3	7	10	0.50	-0.40
*62	4	0	4	0.20	0.40
*63	7	2	9	0.45	0.50
*64	8	5	13	0.65	0.30
*65	6	3	9	0.45	0.30
*66	8	9	17	0.85	-0.10
*67	7	3	10	0.50	0.40
*68	8	6	14	0.70	0.20
*69	7	5	12	0.60	0.20

ตารางที่ ค 6 (ต่อ)

ข้อที่	เก่งตอบถูก (R_U) N = 10	อ่อนตอบถูก (R_L) N = 10	คนตอบถูกในแต่ละข้อ	P	D
*70	6	3	9	0.45	0.30
*71	5	2	7	0.35	0.30
*73	8	5	13	0.65	0.30
*74	8	3	11	0.55	0.50
*75	6	2	9	0.40	0.40
*76	7	5	13	0.60	0.20
*77	8	6	14	0.70	0.20
*78	9	4	13	0.65	0.50
*79	8	1	9	0.45	0.70
*81	7	2	9	0.45	0.50
*82	6	4	10	0.50	0.20
*83	7	5	14	0.60	0.20
*84	7	5	14	0.60	0.20
*86	5	0	5	0.25	0.50
*87	7	3	10	0.50	0.40
*89	7	2	9	0.45	0.50
*90	6	2	8	0.40	0.40
*91	6	2	8	0.40	0.40

การวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวน
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

ตารางที่ ค.7 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความแปรปรวนของแบบทดสอบ ที่ผ่านการวิเคราะห์หาความยากง่าย และ อำนาจจำแนกแล้ว ได้แบบทดสอบทั้งหมด จำนวน 83 ข้อ

คนที่	คะแนน (x)	ผลต่างจากคะแนนเฉลี่ยยกกำลัง 2 $(x - \bar{x})^2$
1	67	4.41
2	75	34.81
3	69	0.01
4	73	15.21
5	72	8.41
6	68	1.21
7	77	62.41
8	70	0.81
9	59	102.01
10	70	0.81
11	65	16.81
12	88	357.21
13	65	16.81
14	54	228.01
15	70	0.81
16	58	123.21
17	74	24.01
18	64	26.01
19	73	15.21
20	71	3.61
รวม	$\bar{x} = 69.10$	$\sum(x - \bar{x})^2 = 1,041.80$

การหาค่าความแปรปรวน

$$สูตร \quad S_r^2 = \frac{\sum(x - \bar{x})^2}{(n-1)}$$

$$S_r^2 = \frac{1,041.80}{20-1} = \frac{1,041.80}{19} = 54.83$$

ดังนั้น ได้ค่าความแปรปรวน เท่ากับ 54.83

ตารางที่ ค.8 แสดงการวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_u) ของแบบทดสอบ จำนวน 83 ข้อ จากการนำไปทดสอบกับนักศึกษาระดับปริญญาตรี หลักสูตรสถาปัตยกรรมศาสตรบัณฑิต (หลักสูตร 5 ปี) ภาควิชาศิลปอุตสาหกรรม คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์ ที่เคยผ่านการเรียน วิชาการออกแบบงานโลหะ1 มาแล้ว จำนวน 20 คน

ข้อที่	P	q=(1-p)	p·q
*1	0.70	0.30	0.21
*2	0.45	0.55	0.25
*3	0.35	0.65	0.23
*4	0.35	0.65	0.23
*7	0.55	0.45	0.25
*8	0.60	0.40	0.24
*9	0.75	0.25	0.19
*11	0.70	0.30	0.21
*12	0.45	0.55	0.25
*14	0.70	0.30	0.21
*15	0.25	0.75	0.19
*17	0.45	0.55	0.25
*18	0.40	0.60	0.24
*19	0.45	0.55	0.25
*20	0.45	0.55	0.25
*21	0.75	0.25	0.19
*22	0.35	0.65	0.23

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	P	q=(1-p)	p·q
*23	0.45	0.55	0.25
*24	0.60	0.40	0.24
*25	0.30	0.70	0.21
*26	0.45	0.55	0.25
*27	0.35	0.65	0.23
*28	0.45	0.55	0.25
*29	0.40	0.60	0.24
*31	0.45	0.55	0.25
*32	0.45	0.55	0.25
*33	0.55	0.45	0.25
*35	0.35	0.65	0.23
*36	0.50	0.50	0.25
*37	0.45	0.55	0.25
*38	0.75	0.25	0.19
*39	0.45	0.55	0.25
*40	0.45	0.55	0.25
*42	0.55	0.45	0.25
*43	0.45	0.55	0.25
*44	0.40	0.60	0.24
*45	0.70	0.30	0.21
*46	0.50	0.50	0.25
*47	0.75	0.25	0.19
*49	0.45	0.55	0.25
*50	0.60	0.40	0.24
*51	0.50	0.50	0.25
*52	0.40	0.60	0.24
*53	0.45	0.55	0.25

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	P	q=(1-p)	p·q
*54	0.75	0.25	0.19
*55	0.45	0.55	0.25
*57	0.65	0.35	0.23
*58	0.50	0.50	0.25
*59	0.25	0.75	0.19
*60	0.75	0.25	0.19
*61	0.50	0.50	0.25
*62	0.20	0.80	0.16
*63	0.45	0.55	0.25
*64	0.65	0.35	0.23
*65	0.45	0.55	0.25
*66	0.85	0.15	0.13
*67	0.50	0.50	0.25
*68	0.70	0.30	0.21
*69	0.60	0.40	0.24
*70	0.45	0.55	0.25
*71	0.35	0.65	0.23
*73	0.65	0.35	0.23
*74	0.55	0.45	0.25
*75	0.40	0.60	0.24
*76	0.60	0.40	0.24
*77	0.70	0.30	0.21
*78	0.65	0.35	0.23
*79	0.45	0.55	0.25
*81	0.45	0.55	0.25
*82	0.50	0.5	0.25
*83	0.60	0.4	0.24

ตารางที่ ค.8 (ต่อ)

ข้อที่	P	q=(1-p)	p·q
*84	0.60	0.40	0.24
*86	0.25	0.75	0.19
*87	0.50	0.5	0.25
*89	0.45	0.55	0.25
*90	0.40	0.60	0.24
*91	0.40	0.60	0.24
			$\sum p \cdot q = 13.21$

การหาความเชื่อมั่น

สูตร

$$r_u = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$r_u = \left(\frac{80}{80-1} \right) \left\{ 1 - \frac{13.21}{54.83} \right\} = 0.77$$

ดังนั้นได้ค่าความเชื่อมั่น 0.77

**การวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน
และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน**

ตารางที่ ก.9 แสดงผลคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน (แบบฝึกหัด) จำนวน 40 ข้อ และ แบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 40 ข้อ เพื่อหาประสิทธิภาพของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน(E_1)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)
	40 คะแนน	40 คะแนน
1	33	33
2	36	34
3	37	36
4	34	33
5	35	34
6	34	34
7	37	37
8	35	33
9	35	34
10	38	36
11	37	35
12	33	32
13	35	33
14	36	35
15	35	34
16	35	35
17	37	36
18	34	34
19	36	34
20	36	35
21	37	36

ตารางที่ ค.9 (ต่อ)

ลำดับที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน(E_1)	คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)
	40 คะแนน	40 คะแนน
22	33	31
23	34	33
24	34	33
25	34	32
26	34	33
27	36	35
28	35	34
29	35	34
30	35	35
รวม	1055	1023

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (E_1 : E_2)

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \left(\frac{\left(\frac{\sum x}{N} \right)}{A} \right) \times 100$$

$$E_1 = \left(\frac{\left(\frac{1055}{30} \right)}{40} \right) \times 100 = 87.29$$

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \left(\frac{\left(\frac{\sum f}{N} \right)}{B} \right) \times 100$$

$$E_2 = \left(\frac{\left(\frac{1023}{30} \right)}{40} \right) \times 100 = 85.25$$

ดังนั้น ได้ค่า E_1 : $E_2 = 87.29$: 85.25

ตารางที่ ค.10 แสดงผลคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน(กลุ่มตัวอย่าง) จำนวน 60 คน โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบของกลุ่มทดลอง 30 คน และแบบทดสอบของกลุ่มควบคุม 30 คน

ลำดับที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง)	ผลต่างคะแนนสอบกับ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) ยกกำลัง 2	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม)	ผลต่างคะแนนสอบกับ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) ยกกำลัง 2
1	33	1.21	35	8.41
2	34	0.01	30	4.41
3	36	3.61	34	3.61
4	33	1.21	32	0.01
5	34	0.01	31	1.21
6	34	0.01	34	3.61
7	37	8.41	33	0.81
8	33	1.21	30	4.41
9	34	0.01	32	0.01
10	36	3.61	31	1.21
11	35	0.81	36	15.21
12	32	4.41	29	9.61
13	33	1.21	30	4.41
14	35	0.81	34	3.61
15	34	0.01	32	0.01
16	35	0.81	37	24.01
17	36	3.61	33	0.81
18	34	0.01	30	4.41
19	34	0.01	33	0.81
20	35	0.81	36	15.21
21	36	3.61	33	0.81
22	31	9.61	28	16.81
23	33	1.21	31	1.21
24	33	1.21	32	0.01

ตารางที่ ค.10 (ต่อ)

ลำดับ ที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง)	ผลต่างคะแนนสอบกับ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) ยกกำลัง 2	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม)	ผลต่างคะแนนสอบกับ คะแนนเฉลี่ยหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) ยกกำลัง 2
25	32	4.41	30	4.41
26	33	1.21	32	0.01
27	35	0.81	32	0.01
28	34	0.01	31	1.21
29	34	0.01	30	4.41
30	35	0.81	32	0.01
รวม	$\sum x_1 = 1,023$	$\sum (x_1 - \bar{x}_1)^2 = 54.70$	$\sum x_2 = 965$	$\sum (x_2 - \bar{x}_2)^2 = 134.70$
	$\bar{x}_1 = 34.10$		$\bar{x}_2 = 32.17$	

ตารางที่ ค.10 แสดงการหาค่าความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุม

การหาค่าเฉลี่ยผลคะแนนจากแบบทดสอบของผู้เรียนทั้ง 2 กลุ่ม

$$\bar{x}_1 = \frac{\sum x_1}{n} = \frac{1,023}{30} = 34.10$$

$$\bar{x}_2 = \frac{\sum x_2}{n} = \frac{965}{30} = 32.17$$

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

สูตร
$$S.D. = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{30} (x_{1,i} - \bar{x}_1)^2}{(n-1)}}$$

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบกลุ่มทดลอง

$$S.D._1 = \sqrt{\frac{54.71}{30-1}} = \sqrt{\frac{54.71}{29}} = 1.37$$

หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ของคะแนนแบบทดสอบกลุ่มควบคุม

$$S.D._2 = \sqrt{\frac{134.70}{30-1}} = \sqrt{\frac{134.70}{29}} = 2.16$$

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

การตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่ H_0 คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยวิธีการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 μ_1 คือ ค่าคะแนนเฉลี่ยวิธีการสอนแบบปกติ
 μ_2 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ วิธีการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 เท่ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิธีการสอนแบบปกติ
 H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิธีการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของวิธีการสอนแบบปกติ

การกำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t-test (Independent)

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างเป็นการเปรียบเทียบคะแนนสอบหลังเรียน ของกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม ด้วยวิธีการทางสถิติ t - test แบบ Independent เนื่องจากกลุ่มตัวอย่าง มีจำนวน ≥ 30 คน และมีจำนวนเท่ากันทั้งสองกลุ่ม ($n_1 = n_2$) ความแปรปรวนของประชากรเป็นอันเดียวกัน และการแจกแจงของความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยเป็นรูปโค้งปกติ จึงเลือกใช้สูตรในการวิเคราะห์ t - test แบบ Independent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 101)

สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

$$\text{ให้ } \alpha = 0.05$$

$$df = (n_1 + n_2) - 2 = 40 - 2 = 38$$

$$s_1^2 = 2.59$$

$$s_2^2 = 5.29$$

สูตร

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left\{ \frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right\}}}$$

$$t = \frac{24.35 - 22.60}{\sqrt{\frac{(20 - 1)(2.10) + (20 - 1)(5.29)}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}}$$

$$t = \frac{1.75}{\sqrt{0.394}} = \frac{1.75}{0.628}$$

$$t = 2.787$$

หาค่า t จากตารางดังนี้

โดยที่ α	=	0.05
df	=	38
t	=	1.686

ดังนั้น ค่า t ที่คำนวณได้ผลลัพธ์ 2.787 มีค่ามากกว่าค่า t จากที่ $\alpha = .05$ $df = 38$ ตาราง $t = 1.686$ จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 นั่นคือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลอง สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มควบคุม มีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05 จากการวิจัยพบว่า ค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง ค่าเท่ากับ 24.35 ซึ่งมากกว่าค่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม ที่มีค่าเท่ากับ 22.60 จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.05

ภาคผนวก ง

แบบทดสอบเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน
และหาประสิทธิภาพของบทเรียน

เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กรรมวิธีการผลิตโลหะเหล็ก

แบ่งเป็น 4 หน่วย คือ

หน่วยที่ 1 โลหะเหล็ก

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. บอกถึงกรรมวิธีและขั้นตอนในการผลิตโลหะเหล็ก
2. บอกคุณสมบัติของโลหะได้
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้

หน่วยที่ 2 เหล็กดิบ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. บอกคุณสมบัติของโลหะได้
2. อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้

หน่วยที่ 3 เหล็กหล่อ

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. บอกคุณสมบัติของโลหะได้
2. อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้

หน่วยที่ 4 เหล็กกล้า

วัตถุประสงค์การเรียนรู้

1. บอกคุณสมบัติของโลหะได้
2. อธิบายวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตโลหะได้
3. สามารถนำโลหะเหล็กไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เลือกจากการหาค่าความยากง่ายและค่าอำนาจจำแนกและค่าความเชื่อมั่นแล้วได้ 80 ข้อ จากข้อสอบทั้งหมด 80 ข้อ โดยแบ่งเป็นแบบทดสอบระหว่างเรียน จำนวน 40 ข้อ แบบทดสอบหลังเรียน 40 ข้อ


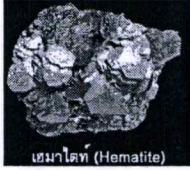


ตัวอย่างแบบทดสอบระหว่างเรียน
เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน และหาประสิทธิภาพบทเรียน

คำแนะนำ : แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ให้ × หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
1	1	2	ข้อใดไม่ใช่คุณสมบัติของโลหะ ก. ผิวขัดเป็นมันวาว ข. เป็นตัวนำความร้อนได้ดี ค. ไม่คงทนถาวร เสื่อมสลายผุพังง่าย ง. เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี	ก	ความรู้ความจำ
2	1	2	แร่สีน้ำตาลมีเหล็กผสมอยู่ประมาณ 52% คือแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. เฮมาไตต์ ค. ลิโมนைท์ ง. ซิเคอร์ไรต์	ก	ความรู้ความจำ
3	1	2	แร่เหล็กเฮมาไตต์ Fe_2O_3 ลักษณะสีแดงมีเนื้อเหล็ก ผสมอยู่ประมาณเท่าไร ก. 60% ข. 70 % ค. 80 % ง. 90 %	ข	ความรู้ความจำ
4	1	2	สินแร่เหล็กชนิดใดที่มีเปอร์เซ็นต์เนื้อเหล็กผสมอยู่น้อย ที่สุด ก. ซิเคอร์ไรต์ ข. แมกนีไตต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	ก	ความรู้ความจำ
5	1	2	จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. ซิเคอร์ไรต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	ก	ความรู้ความจำ



แมกนีไตต์ (Magnetite)

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด	
6	1	2	จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. ซิเดอไรต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	 ซิเดอไรต์ (Siderrite)	ข	ความรู้ความจำ
7	1	2	จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. ซิเดอไรต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	 เฮมาไรท์ (Hematite)	ค	ความรู้ความจำ
8	1	2	จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. ซิเดอไรต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	 ลิโมนไท์ (Limonite)	ง	ความรู้ความจำ
9	1	2	จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด ก. ไพไรต์ ข. แมกนีไตต์ ค. ซิเดอไรต์ ง. เฮมาไตต์	 เหล็กไพไรท์ (Iron Pyrite)	ก	ความรู้ความจำ
10	1	1	สินแร่เหล็กชนิดใดนำไปถลุงแล้วจะได้เหล็กที่มี คุณสมบัติเปราะ ก. แมกนีไตต์ ข. ซิเดอไรต์ ค. ไพไรต์ ง. ลิโมนไท์		ค	ความเข้าใจ
1	2	2	การใส่หินปูนเข้าไปในเตาถลุงเหล็กพร้อมกับสินแร่ เหล็กเพื่อ ก. ลดอุณหภูมิหลอมเหลว ข. ทำให้น้ำเหล็กไหลง่ายขึ้น ค. เพิ่มคาร์บอนในเนื้อเหล็ก ง. ช่วยให้การผสมดีร่วมกัน		ง	ความเข้าใจ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
2	2	1	คาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็กทำให้เหล็กมีคุณสมบัติ ก. ชุบแข็งได้ ข. เม็ดเกร็นละเอียด ค. น้ำเหล็กไหลง่าย ง. หล่อได้บางๆ	ก	ความเข้าใจ
3	2	1	ธาตุใดอามีมากในเหล็กทำให้เหล็กมีคุณสมบัติเปราะ ง่ายขณะอุณหภูมิสูง ก. โครบอลท์ ข. ซิลิกอน ค. กำมะถัน ง. โมลิบดีนัม	ค	ความเข้าใจ
4	2	2	ชั้นของวัสดุคืบที่ไต่ลงในเตาสูงมีกี่ชั้น และเรียงลำดับ อย่างไร ก. 2 ชั้น 1. ถ่านโค้ก 2. หินปูน ข. 3 ชั้น 1. ถ่านโค้ก 2. หินปูน 3. เศษเหล็ก ค. 4 ชั้น 1. หินปูน 2. เศษเหล็ก 3. ถ่านโค้ก 4. สิ้นแร่เหล็ก ง. 4 ชั้น 1. ถ่านโค้ก 2. หินปูน 3. เศษเหล็ก 4. สิ้นแร่เหล็ก /	ง	ความเข้าใจ
5	2	2	สิ่งสกปรกที่เกิดขึ้นในเตาสูงคือ ก. หินปูน ข. ถ่านโค้ก ค. สารมลทิน ง. ซีตะกรัน	ง	การวิเคราะห์
6	2	2	ผลผลิตที่ได้จากเตาสูงคือ ก. เหล็กบริสุทธิ์ ข. เหล็กคืบ ค. เหล็กอ่อน ง. เหล็กกล้า	ข	การนำไปใช้
7	2	2	เหล็กคืบสี่ทานิธนำไปหล่อกครั้งเพื่อให้เป็นเหล็กชนิดใด ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อสีขาว ค. เหล็กหล่ออบเหนียว ง. เหล็กหล่อสีโลหะผสม	ก	การนำไปใช้

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
8	2	2	ช่วงให้ความร้อนล่วงหน้าหรือช่วงอุ่นของเตาสูงจะมีอุณหภูมิประมาณเท่าไร ก. 200-300 ⁰ C ข. 600-800 ⁰ C ค. 1,000-1,100 ⁰ C ง. 1,400-1,600 ⁰ C	ก	การวิเคราะห์
9	2	2	ในขบวนการถลุงเหล็กอุณหภูมิที่ใช้หลอมละลายก่อนเทน้ำเหล็กออกจากเตาประมาณเท่าใด ก. 9500 C ข. 1,1000 C ค. 1,2000 C ง. 1,6000 C	ง	การวิเคราะห์
10	2	1	เหล็กดิบมี 2 ชนิด คือ ก. เหล็กดิบสีขาว เหล็กดิบสีดำ ข. เหล็กดิบสีขาว เหล็กดิบสีเทา ค. เหล็กดิบสีดำ เหล็กดิบสีเขียว ง. เหล็กดิบสีดำ เหล็กดิบสีเทา	ข	ความรู้ ความจำ
1	3	1	เหล็กที่มีปริมาณของธาตุคาร์บอนผสมอยู่ระหว่าง 2.2-6.67 % ได้แก่ ก. เหล็กหล่อ ข. เหล็กกล้า ค. เหล็กกล้าไร้สนิม ง. เหล็กดิบ	ก	ความรู้ ความจำ
2	3	2	เหล็กหล่อเป็นเหล็กที่ผลิตจากเตา ก. เตาคิวโพล่า ข. เตาไฟฟ้า ค. เตาหลอมแบบเบ้า ง. เตาเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้า	ก	ความรู้ความจำ
3	3	1	ข้อใดคือลักษณะเด่นของเหล็กหล่อขาว ก. แข็ง ยากต่อการตกแต่ง ข. อ่อนเหนียว ตกแต่ง-ขึ้นรูปได้ง่าย ค. รับแรงอัดและแรงสั่นสะเทือนได้ดี ง. ไม่ทนต่อการเสียดสี	ก	การวิเคราะห์

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
4	3	1	เหล็กหล่อสีเทาคุณสมบัติอย่างไรบ้าง ก. มีความแข็งแรงมาก ข. อัตราการขยายตัวสูง ค. เปราะแตกง่าย ง. รับแรงตึง และ ดันทานแรงอัดได้ดี	ง	การวิเคราะห์
5	3	1	คาร์บอนที่ผสมอยู่ในเหล็กหล่อขาว ทำให้เหล็กมี คุณสมบัติอย่างไร ก. เป็นมันวาว ข. อัตราการขยายตัวสูง ค. แข็งและเปราะแตกหักได้ง่าย ง. รับแรงตึง และ ดันทานแรงอัดได้ดี	ค	ความเข้าใจ
6	3	1	เหล็กหล่อชนิดใดมีความเหนียวทนต่อแรงกระแทกได้ดี ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อสีขาว ค. เหล็กหล่อกราไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อ เหนียว ง. เหล็กหล่ออบเหนียว	ง	การนำไปใช้
7	3	1	ส่วนผสมทางเคมีที่ไม่มีประโยชน์ต่อเหล็กหล่อเลยคือ ก. คาร์บอน ข. ซิลิกอน ค. แมงกานีส ง. กำมะถัน	ง	ความเข้าใจ
8	3	3	ชิ้นส่วนรถยนต์ เช่นจานเบรกหรือล้อสายพาน ที่จาก เหล็กหล่อชนิดใด ก. เหล็กหล่อสีเทา ข. เหล็กหล่อสีขาว ค. เหล็กหล่อกราไฟต์กลมหรือเหล็กหล่อเหนียว ง. เหล็กหล่ออบเหนียว	ง	การนำไปใช้
9	3	1	ในกระบวนการผลิตเหล็กหล่อกราไฟต์กลมธาตุใดที่ ต้องเติมลงไปเพื่อทำให้กราไฟต์อิสระ ก. แมกนีเซียม ข. อะลูมิเนียม ค. ซิลิกอน ง. แคลเซียม	ก	ความเข้าใจ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
10	3	2	เตาที่มีสภาพไม่คงทนถาวรผู้ทำงานเป็นคุณสมบัติของเตาชนิดใด ก. เตาสูง ข. เตาหลอมแบบเบ้า ค. เตาไฟฟ้า ง. เตาคิวโปล่า	ง	การนำไปใช้
1	4	1	เหล็กกล้าหมายถึงเหล็กที่มีปริมาณของธาตุคาร์บอน ผสมอยู่ระหว่างค่าดังข้อใด ก. 1.4-2.0% โดยน้ำหนัก ข. 1.5-2.0% โดยน้ำหนัก ค. 1.6-2.0% โดยน้ำหนัก ง. 1.7-2.0% โดยน้ำหนัก	ง	ความรู้ ความจำ
2	4	1	เหล็กกล้าที่มีปริมาณคาร์บอนต่ำกว่า 0.2% คือ ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กกล้าผสม	ก	ความรู้ ความจำ
3	4	1	เหล็กกล้าผสมสูงต่างจากเหล็กกล้าผสมต่ำอย่างไร ก. เหล็กกล้าผสมสูงมีปริมาณคาร์บอนคงที่กว่า ข. เหล็กกล้าผสมต่ำมีปริมาณคาร์บอนผสม อยู่น้อยมาก ค. เหล็กกล้าผสมสูงมีเปอร์เซ็นต์ของธาตุ คาร์บอนผสมอยู่มากกว่า ง. เหล็กกล้าผสมต่ำจะมีแต่ปริมาณคาร์บอน ผสมอยู่อย่างเดียว	ค	การวิเคราะห์
4	4	3	ผลิตภัณฑ์ชนิดใด ไม่ควรเลือกทำจากเหล็กคาร์บอนต่ำ ก. เหล็กเส้น ข. ลวด ค. เหล็กแผ่น ง. ไบมีคคาลิ่ง	ง	การนำไปใช้
5	3	2	การผลิตเหล็กจากเตาสูงแบบ Basic Oxygen (BOF) หนึ่ง ตันจะใช้ออกซิเจนประมาณเท่าไร ก. 1,300 ลูกบาศก์ฟุต ข. 1,400 ลูกบาศก์ฟุต ค. 1,500 ลูกบาศก์ฟุต ง. 1,600 ลูกบาศก์ฟุต	ง	ความรู้ความจำ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
6	3	2	ความคิดที่นำออกซิเจนมาใช้ในการผลิตเหล็กกล้ามาจากใคร ก. โทมัส แอนดิสัน ข. เซอร์เฮนรีเบสเชมเมอร์ ค. เทเลอร์ ง. วัตต์	ข	ความรู้ ความจำ
7	4	2	วัตถุดิบใดที่ไม่ได้ใช้สำหรับการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตา หลอมแบบเบ้า ก. เหล็กหล่อและเศษเหล็ก ข. ถ่านหิน ค. กำมะถัน ง. เหล็กผสมต่างๆ	ค	ความเข้าใจ
8	4	2	เตาหลอมแบบไฟฟ้ามีกี่แบบ อะไรบ้าง ก. 1 แบบ Indirect arc furnace ข. 2 แบบ Indirect arc furnace และ แบบ direct arc furnace ค. 3 แบบ Indirect arc แบบ direct arc furnace และ แบบ Basic Oxygen ง. 4 แบบ Indirect arc แบบ direct arc furnace แบบ Basic Oxygen และ แบบ Open hearth furnace	ข	ความรู้ ความจำ
9	4	2	เบ้าหลอมของเตาหลอมแบบเบ้าทำด้วยอะไร ก. ผงแกรไฟต์และเหล็กหล่อคาร์บอน ข. ผงแกรไฟต์และกำมะถัน ค. ผงแกรไฟต์และถ่านหิน ง. ผงแกรไฟต์และดินเหนียว	ง	ความรู้ ความจำ
10	4	2	ข้อใดไม่ใช่วัตถุดิบที่ใช้สำหรับการผลิตเหล็กกล้าด้วย เตาหลอมแบบเบ้า ก. เหล็กหล่อเศษเหล็ก ข. ถ่านหิน ค. กำมะถัน ง. เหล็กผสม	ค	ความรู้ความจำ

ตัวอย่างแบบทดสอบหลังเรียน
เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนและหาประสิทธิภาพพบทเรียน

คำแนะนำ : แบบทดสอบมีทั้งหมด 40 ข้อ ให้ × หน้าข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
1	1	2	โลหะชนิดใดที่ไม่เข้ากลุ่มกัน ก. พลวง ข. ทองแดง ค. ตะกั่ว ง. อะลูมิเนียม	ง	การวิเคราะห์
2	1	1	ยุคแห่งการผลิตเหล็กกล้า เริ่มเมื่อศตวรรษใด ก. ศตวรรษที่ 15 ข. ศตวรรษที่ 17 ค. ศตวรรษที่ 19 ง. ศตวรรษที่ 21	ค	ความรู้ ความจำ
3	2	1	เหล็กที่ได้จากกรรมวิธีลดสารมลทินโดยตรง เหมาะสำหรับนำไปทำเหล็กชนิดใด ก. เหล็กอ่อน ข. เหล็กกล้า ค. เหล็กคืบ ง. เหล็กหล่อ	ข	ความเข้าใจ
4	1	1	สินแร่เหล็กสีดามีเหล็กผสมอยู่ประมาณ 72% คือแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. ลิโมนைท์ ค. ซิเดอไรท์ ง. ไพไรต์	ก	ความรู้ ความจำ
5	1	1	สินแร่เหล็กเฮมาไตต์ พบในประเทศไทยใด ก. รัตเซียม ข. อินโดนีเซีย ค. มาเลเซีย ง. อังกฤษ	ง	ความรู้ ความจำ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
6	1	1	สินแร่เหล็กชนิดใดที่มีเปอร์เซ็นต์เหล็กผสมอยู่มากที่สุด ก. ซิเดอไรต์ ข. แมกนีไตต์ ค. เฮมาไตต์ ง. ลิโมนைท์	ข	ความรู้ ความจำ
7	1	1	สินแร่สีแดงมีเหล็กผสมอยู่ประมาณ 70% คือแร่ชนิดใด ก. แมกนีไตต์ ข. เฮมาไตต์ ค. ซิเดอไรท์ ง. ไพไรต์	ข	ความรู้ ความจำ
8	1	1	สินแร่เหล็กโคมีกามะถันอยู่มากไม่นิยมนำไปถลุง ก. แมกนีไตต์ ข. ลิโมนைท์ ค. ซิเดอไรท์ ง. ไพไรต์	ง	ความรู้ ความจำ
9	1	1	สินแร่เหล็กซิเดอไรต์มีเหล็กผสมอยู่ประมาณกี่% ก. 48% ข. 50% ค. 58% ง. 60%	ก	ความรู้ ความจำ
10	1	1	สินแร่เหล็กไพไรท์ มีแหล่งผลิตอยู่ประเทศใด ก. เยอรมันนี, สก๊อตแลนด์ ข. ออสเตรเลีย, อังกฤษ ค. สหรัฐอเมริกา, บราซิล ง. สเปน, สหรัฐอเมริกา เหล็กดิบ	ง	ความรู้ ความจำ
11	2	2	ช่วงอุณหภูมิภายในเตาสูงที่ถ่านโค้กรวมตัวกับก๊าซออกซิเจน มีอุณหภูมิเท่าไร ก. 200 - 300 °C ข. 600 - 800 °C ค. 1,000 - 1,100 °C ง. 1,400 - 1,600 °C	ค	ความรู้ ความจำ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
12	2	2	ผลผลิตที่ได้จากกรรมวิธีลดสารมลทินโดยตรง คือ ก. เหล็กที่มีรูพรุน ข. กำมะถัน ค. ซีตะกรัน ง. เหล็กคิบสีขาว	ก	ความเข้าใจ
13	2	1	เหล็กคิบสีขาวเป็นเหล็กที่มีธาตุใดผสมอยู่มาก ก. ซิลิกอน ข. คาร์บอน ค. แมงกานีส ง. กำมะถัน	ก	ความเข้าใจ
14	2	2	เหล็กที่ได้จากกรรมวิธีลดสารมลทินโดยตรง เหมาะสำหรับนำไปทำเหล็กชนิดใด ก. เหล็กอ่อน ข. เหล็กกล้า ค. เหล็กคิบ ง. เหล็กหล่อ	ข	การนำไปใช้
15	2	1	เหล็กคิบสีเทามีธาตุใดผสมอยู่มาก ก. ซิลิกอน ข. คาร์บอน ค. แมงกานีส ง. กำมะถัน	ก	ความเข้าใจ
16	2	1	กำมะถันมีผลอย่างไรกับเหล็กขณะอุณหภูมิสูง ก. แข็งตัวอย่างรวดเร็ว ข. เปราะง่าย ค. หลอมละลายอย่างรวดเร็ว ง. หลอมละลายช้า	ข	ความเข้าใจ
17	2	2	วัตถุดิบสำหรับใส่เตาสูงในชั้นที่ 1 คือ ก. หินปูน ข. เศษเหล็ก ค. ถ่านโค้ก / ง. สินแร่เหล็ก	ค	ความรู้ ความจำ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
18	2	2	<p>สิ่งที่ต้องกำจัดออกจากน้ำโลหะก่อนนำโลหะ นั้นไปเทลงสู่แบบหล่อคือ</p> <p>ก. สารเจือปน ข. หินปูน ค. สีนแร่เหล็ก ง. ซีตะกรัน</p>	ง	ความเข้าใจ
19	2	2	<p>ช่วงอุณหภูมิที่ลดออกซิเจนภายในเตาสูงคือ</p> <p>ก. 200-300° c ข. 300-500° c ค. 600-800° c ง. 700-900° c</p>	ค	ความรู้ ความจำ
20	2	2	<p>ช่วงอุณหภูมิภายในเตาสูงที่หลอมละลายคือ</p> <p>ก. 1,200-1,400° c ข. 1,300-1,500° c ค. 1,400-1,600° c ง. 1,500-1,700° c</p>	ค	ความรู้ ความจำ
21	3	2	<p>ชั้นของวัสดุฉนวนที่ใส่ลงในเตาควิปอล่ามีดังนี้</p> <p>ก. เหล็กคิบซีเทา+หินปูน+ ปูนขาว+Coke Charge ตัวผสมเพิ่ม ข. เหล็กคิบซีเทา+เศษเหล็กหล่อ+Coke Charge ตัวผสมเพิ่ม ค. เหล็กคิบซีเทา+เศษเหล็กหล่อ+ เศษเหล็ก+Coke Charge ตัวผสมเพิ่ม ง. เหล็กคิบซีเทา+ถ่านโค้ก+เศษ เหล็กหล่อ+ Coke Charge ตัวผสมเพิ่ม</p>	ค	ความเข้าใจ
22	3	1	<p>เหล็กหล่อสีเทามีธาตุใดผสมอยู่ในรูปของกราไฟต์</p> <p>ก. คาร์บอน ข. ซิลิกอน ค. กำมะถัน ง. แมงกานีส</p>	ก	ความเข้าใจ

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
23	3	1	เหล็กหล่อเทาต่างจากเหล็กหล่อขาวอย่างไร ก. เหล็กหล่อเทามีซิลิกอนเป็นส่วนผสมแต่เหล็กหล่อขาวไม่มี ข. เหล็กหล่อเทามีความแข็งมากกว่าเหล็กหล่อขาว ค. เหล็กหล่อเทาสามารถรับแรงกระแทกได้น้อยกว่าเหล็กหล่อขาว ง. เหล็กหล่อเทามีกราไฟต์อิสระเป็นส่วนหนึ่งของโครงสร้างแต่เหล็กหล่อขาวไม่มี	ง	การวิเคราะห์
24	3	2	เหล็กหล่ออบเหนียวทำจากเหล็กหล่อชนิดใด ก. เหล็กหล่อขาว ข. เหล็กหล่อเทา ค. เหล็กหล่อกราไฟต์กลม ง. เหล็กหล่อกราไฟต์อบเหนียว	ข	ความเข้าใจ
25	3	1	เหล็กหล่อชนิดใดที่รับแรงสั่นและต้านทานแรงอัดได้ดี ก. เหล็กหล่อเทา ข. เหล็กหล่อขาว ค. เหล็กหล่อกราไฟต์กลม ง. เหล็กหล่อกราไฟต์อบเหนียว	ก	การนำไปใช้
26	3	1	เหล็กหล่ออบเหนียวมีลักษณะอย่างไร ก. เปราะง่าย ข. รับแรงสั่นได้ดี ค. อัตราการขยายตัวสูง ง. ทนต่อแรงกระแทกได้ดี	ง	ความเข้าใจ
27	2	3	กระปุกเกียร์รถยนต์ทำจากเหล็กชนิดใด ก. เหล็กหล่อโลหะผสม ข. เหล็กหล่ออบเหนียว ค. เหล็กหล่อขาว ง. เหล็กหล่อเหนียว	ง	การนำไปใช้

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
28	3	2	โดยทั่วไปเหล็กหล่อเหนียวจะหล่อด้วยเตา ก. เตาไฟฟ้า ข. เตาคิวโปล่า ค. เตาสูง ง. เตาหลอมแบบเบ้า	ข	ความรู้ ความจำ
29	3	3	ด้ามมือจับต่างๆ งานเบรกรถยนต์ทำจากเหล็กชนิดใด ก. เหล็กหล่อเหนียว ข. เหล็กหล่อเทา ค. เหล็กหล่อขาว ง. เหล็กหล่ออบเหนียว	ข	การนำไปใช้
30	3	1	ส่วนผสมทางเคมีชนิดใดถ้ามีในปริมาณมากจะ เพิ่มความแข็งให้เหล็กอย่างรวดเร็ว ก. คาร์บอน ข. ซิลิกอน ค. แมงกานีส ง. กำมะถัน	ค	ความเข้าใจ
31	4	3	เหล็กกล้าชนิดใดใช้ทำชิ้นส่วนของ เครื่องจักรกลทั่วไป ก. เหล็กกล้าคาร์บอน ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ข	การนำไปใช้
32	4	3	เหล็กที่นำมาทำเหล็กแผ่นและเหล็กรูปทรง ต่างๆ ได้แก่ ก. เหล็กกล้าผสมต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ง. เหล็กเครื่องมือผสมต่ำ	ค	การนำไปใช้
33	4	3	เหล็กกล้าที่ใช้ทำชิ้นส่วนของเครื่องจักรกล ทั่วไปจัดว่าเป็นเหล็กประเภท ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กกล้าผสม	ข	การนำไปใช้

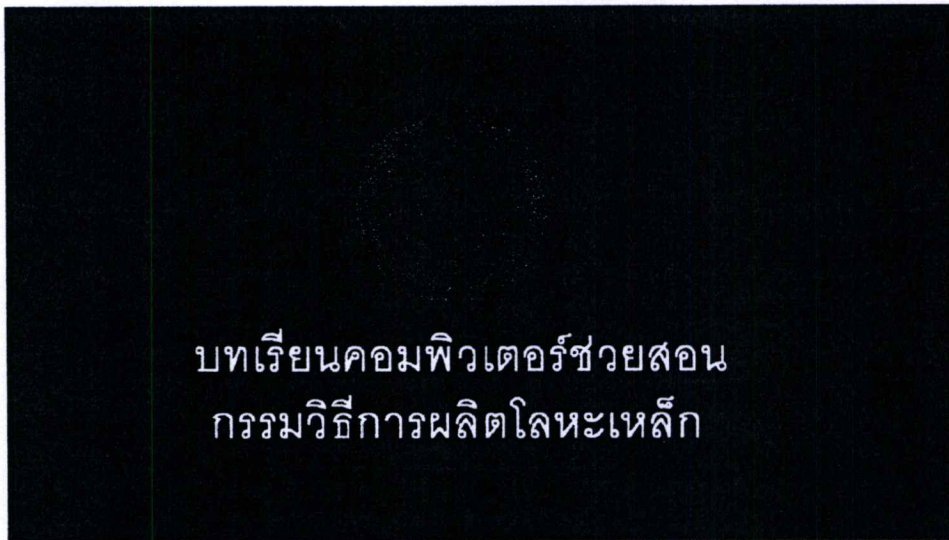
ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
34	4	3	เหล็กที่มีความแข็งแรงต่ำ สามารถรีดเป็นแผ่น ได้ง่ายคือเหล็กชนิดใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอน ข. เหล็กกล้าผสม ค. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ง. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ	ง	ความเข้าใจ
35	4	3	มีดลับหมักขนาดใหญ่ควรจะทำจากเหล็กกล้าชนิด ใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ข. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ง. เหล็กกล้าผสม	ข	การนำไปใช้
36	4	3	เหล็กเส้น เหล็กข้ออ้อยที่ใช้งานในก่อสร้าง ทั่วไปเป็นเหล็กในกลุ่มใด ก. เหล็กกล้าคาร์บอนปานกลาง ข. เหล็กกล้าคาร์บอนสูง ค. เหล็กกล้าคาร์บอนต่ำ ง. เหล็กกล้าผสม	ค	การนำไปใช้
37	4	2	เตาเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าไม่ได้ใช้ในการ หลอมเหล็กชนิดใด ก. เหล็กกล้าเจือสูง ข. เหล็กหล่ออบเหนียว ค. เหล็กกล้าผสม ง. เหล็กหล่อเทา	ค	ความเข้าใจ
38	4	1	ข้อใดถูกต้อง ก. เหล็กกล้าผสมสูงมีปริมาณธาตุ ผสมน้อยกว่า 10% ข. เหล็กกล้าผสมต่ำมีปริมาณธาตุ ผสมมากกว่า 10% ค. เหล็กกล้าผสมต่ำมีปริมาณธาตุ ผสมน้อยกว่า 10% ง. เหล็กกล้าผสมต่ำและเหล็กกล้า ผสมสูงมีปริมาณธาตุผสมเท่ากัน	ค	การวิเคราะห์

ข้อ ที่	หน่วย ที่	จุดประสงค์ ที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	พฤติกรรม การวัด
39	4	1	<p>เหล็กชนิดใดต่อไปนี้สามารถดึงเพื่อตกแต่งขึ้นรูปได้ง่ายที่สุด</p> <p>ก. เหล็กกล้า</p> <p>ข. เหล็กหล่ออบเหนียว</p> <p>ค. เหล็กหล่อขาว</p> <p>ง. เหล็กหล่อเทา</p>	ข	ความเข้าใจ
40	4	2	<p>วัสดุชนิดใดที่ไม่ได้ใช้สำหรับการผลิตเหล็กกล้าด้วยเตาหลอมแบบเบ้า</p> <p>ก. เหล็กหล่อเศษเหล็ก</p> <p>ข. ถ่านหิน</p> <p>ค. กำมะถัน</p> <p>ง. เหล็กผสมต่างๆ</p>	ค	ความรู้ ความจำ

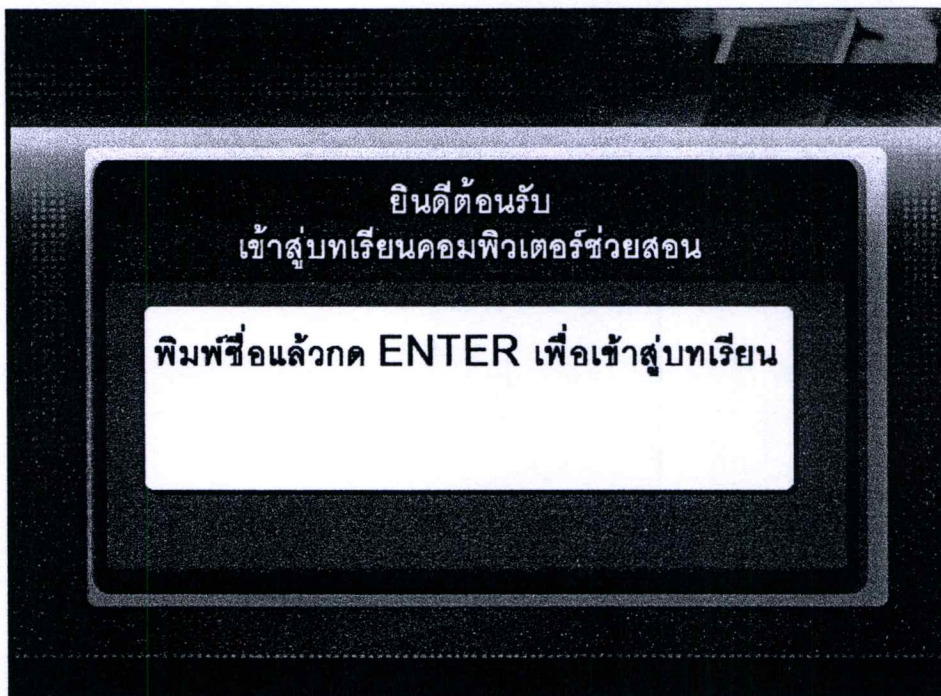
ภาคผนวก จ

ภาพตัวอย่างหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

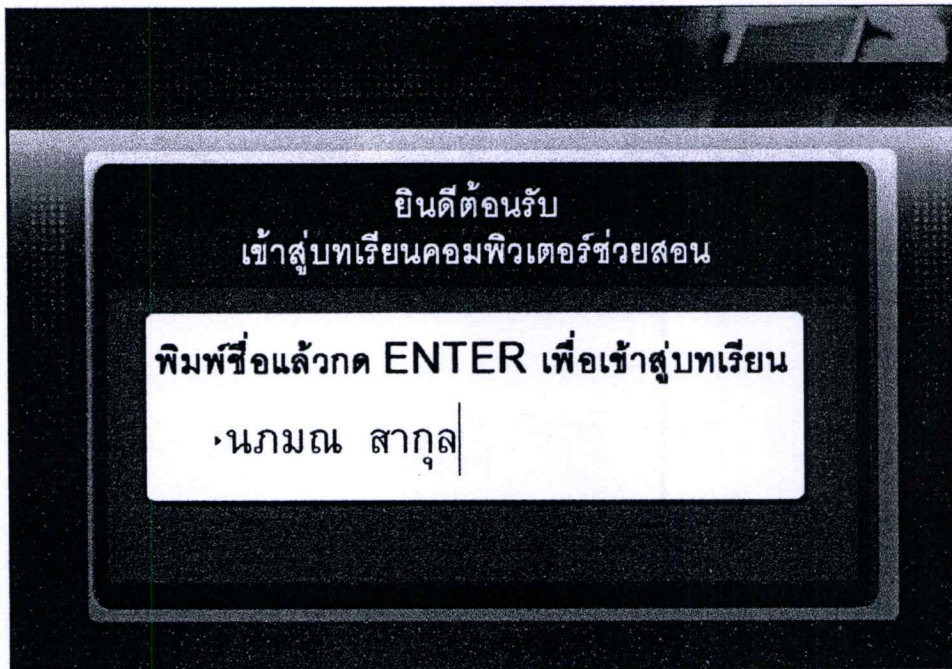
ภาพที่ จ.1 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่โปรแกรม



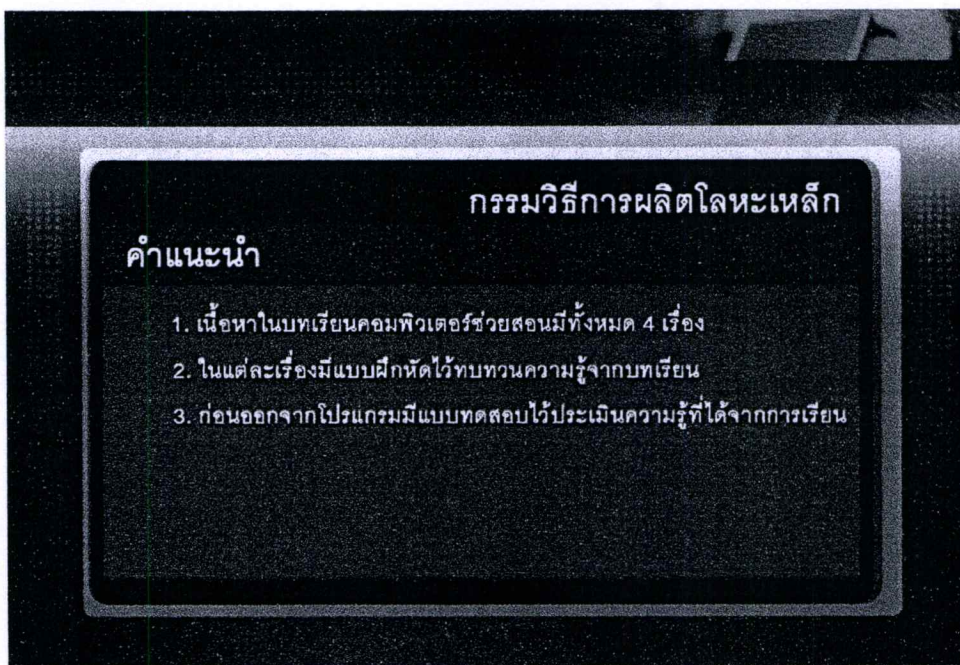
ภาพที่ จ.2 แสดงหน้าจอลงทะเบียน



ภาพที่ จ.3 แสดงหน้าจอต้อนรับเข้าสู่บทเรียน



ภาพที่ จ.4 แสดงหน้าจอคำแนะนำ



ภาพที่ จ. 5 แสดงหน้าเมนูหลัก



ภาพที่ จ. 6 แสดงหน้าจอภาพเนื้อหา



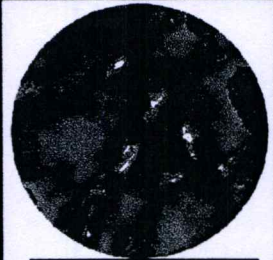
ภาพที่ จ. 6 แสดงหน้าจอภาพหน้าเนื้อหา (ต่อ)

เรื่องเหล็กหล่อ

ประเภทเหล็กหล่อ

เหล็กหล่อเทา (grey cast iron)

เหล็กหล่อเทา (grey cast iron) เป็นเหล็กหล่อที่มีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ ทำให้มีโครงสร้างคาร์บอนอยู่ในรูปของกราฟไฟต์ ส่วนคาร์บอนที่เหลือจะเกิดอยู่ในรูปของสารประกอบกับเหล็กที่เรียกว่า ซีเมนไตต์ Fe_3C อัตราการขยายตัวต่ำ รับแรงสั่น และ ต้านทานแรงยึดได้ดี ใช้ทำส่วนประกอบของเครื่องจักรกลที่ต้องการรูปร่างและขนาดที่แน่นอนและทนร่องรับอุปกรณ์เครื่องมือกลต่างๆ ได้ดี เช่น ทำตามมือจับต่างๆ งานเบรกรถยนต์ เป็นต้น และที่เรียกว่าเหล็กหล่อเทา ก็เพราะเมื่อตีเหล็กเนื้อเหล็กตรงรอยหักจะมีลักษณะเป็นสีเทา



เหล็กหล่อเทา (grey cast iron)

ย้อนกลับ กลับสู่เมนูหลัก หน้าต่อไป

ภาพที่ จ.7 แสดงหน้าจอเข้าสู่แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดเพื่อทบทวนความรู้ ที่ได้จากบทเรียน


เข้าสู่แบบฝึกหัด

ภาพที่ จ.8 แสดงหน้าจอแบบฝึกหัดระหว่างเรียน

แบบฝึกหัดเรื่องโลหะเหล็ก

7. จากภาพเป็นสินแร่ชนิดใด


- แมกนีไตต์ Fe_3O_4
- ซิเคอร์ไรต์ FeCO_3
- เฮมาไตต์ Fe_2O_3
- ลิโมนைท์ $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$



แบบฝึกหัดเรื่องเหล็กดิบ

2. คาร์บอนที่มีอยู่ในเหล็กทำให้เหล็กมีคุณสมบัติ

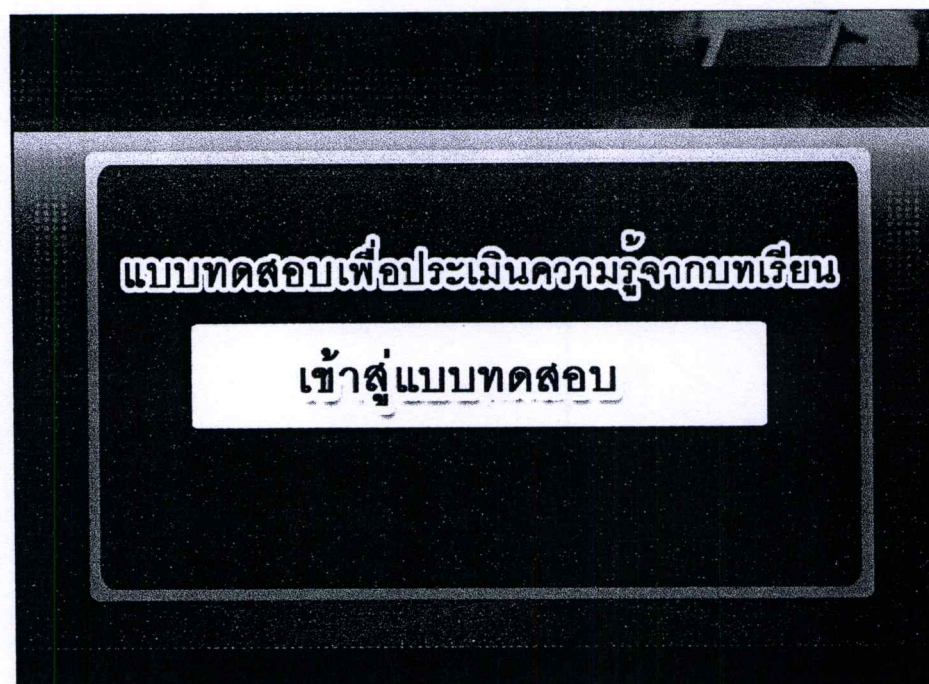
- ชุบแข็งได้
- เฝือกกรินละเอียด
- น้ำเหล็กไหลง่าย
- หลอมได้บางๆ



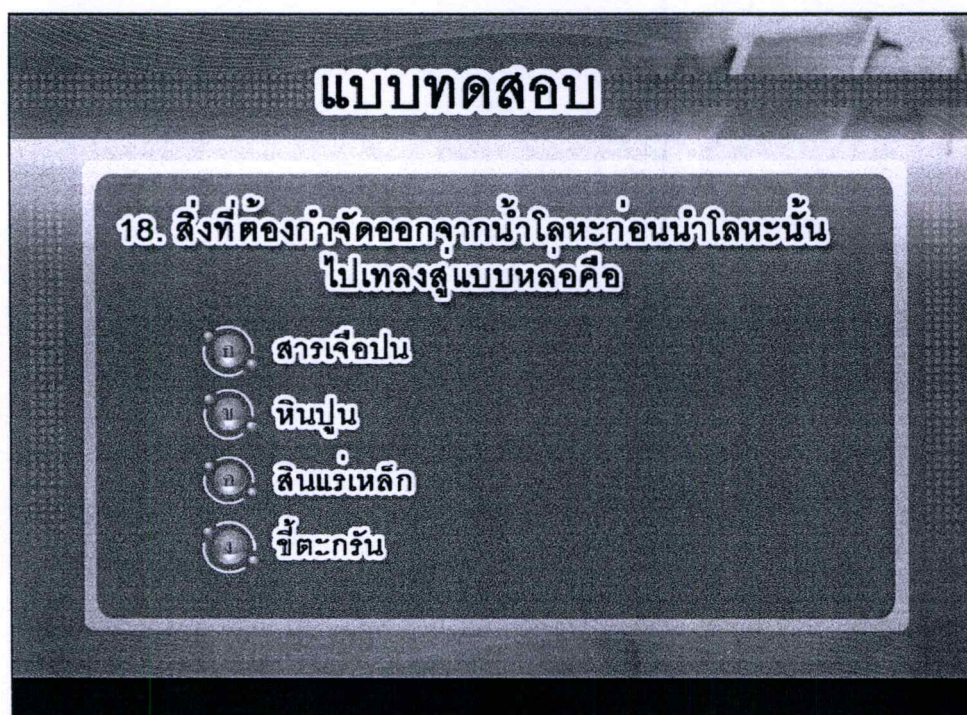
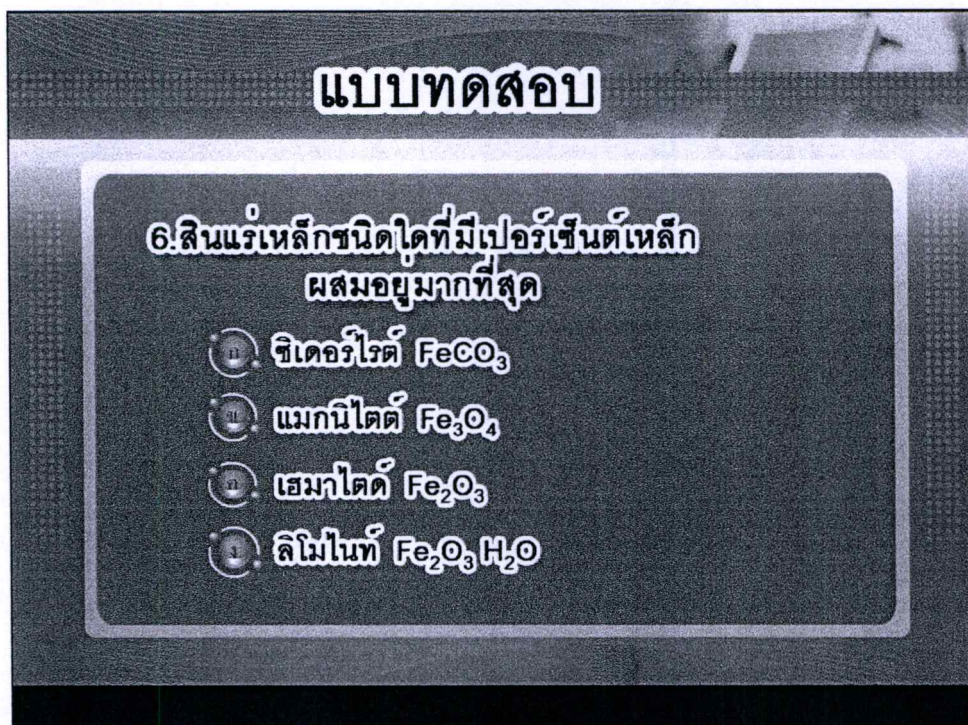
ภาพที่ จ.9 แสดงหน้าจอผลคะแนนหลังทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียน



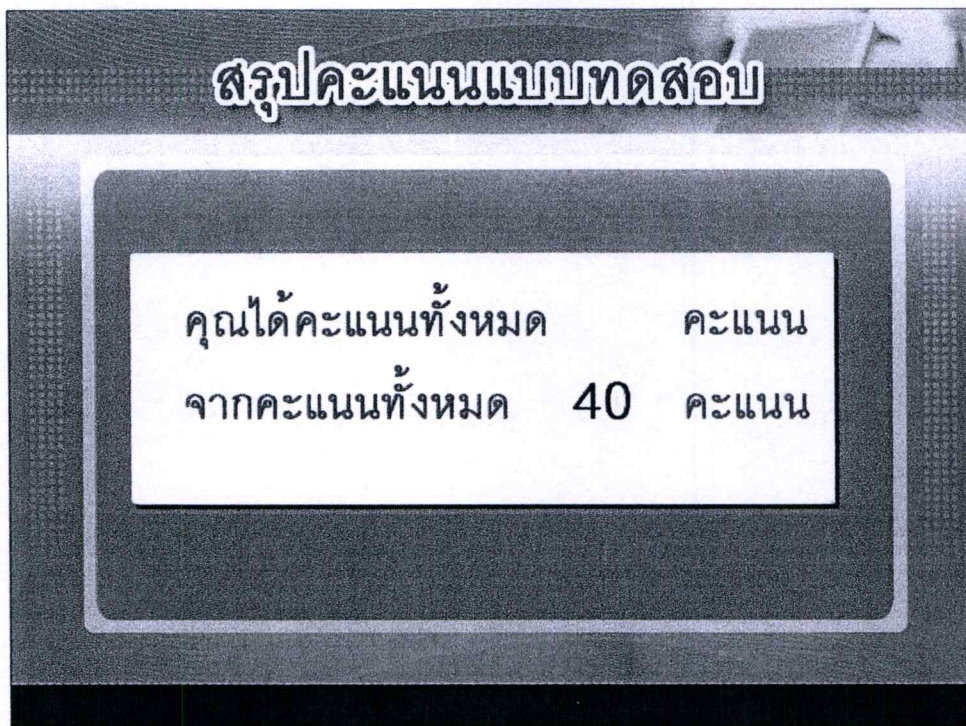
ภาพที่ จ.10 แสดงหน้าจอเข้าสู่แบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ จ.11 แสดงหน้าจอแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ จ.12 แสดงหน้าจอสรุปคะแนนแบบทดสอบหลังเรียน



ภาพที่ จ.13 แสดงหน้าจอเลือกออกจากบทเรียน



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวนภมณ สากุล
วัน-เดือน-ปีเกิด	08 มีนาคม 2525
สถานที่เกิด	ตรัง
ที่อยู่ปัจจุบัน	72/1 หมู่ 5 ตำบลบ่อน้ำร้อน อำเภอกันตัง จังหวัดตรัง 92110
สถานที่ทำงาน	ส่วนกิจการนักศึกษา สำนักงานอธิการบดี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ตำแหน่ง	นักแนะแนวการศึกษาและอาชีพ
ประวัติการศึกษา	<p>ปีการศึกษา 2548</p> <p>สำเร็จการศึกษาสาขาจิตวิทยาการแนะแนว มหาวิทยาลัยทักษิณ</p> <p>ปีการศึกษา 2552</p> <p>สำเร็จการศึกษา หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง</p>