

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้
โปรแกรมโปรเจสทอป

COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON THREE DIMENSION
OBJECT DEVELOPING BY PRO-DESKTOP PROGRAM

ชำนาญ อินทสุวรรณ
CHANOOT INTARSUWAN

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของงานวิจัยที่ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีการศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2551

KMITL.-2008-ED-M-215-301

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

**บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้
โปรแกรมโปรเดสทอป**

**COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON THREE DIMENSION
OBJECT DEVELOPING BY PRO–DESKTOP PROGRAM**

**ฉานูตม์ อินทสุวรรณ
CHANOOT INTARSUWAN**

เลขที่.....**82674**
เลขทะเบียน.....
วัน,เดือน,ปี.....**21 ก.ค. 2551**

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาครุศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางอาชีวะและเทคนิคศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2551

KMITL-2008-ED-M-215-301

**COMPUTER – ASSISTED INSTRUCTION ON THREE DIMENSION
OBJECT DEVELOPING BY PRO–DESKTOP PROGRAM**

CHANOOT INTARSUWAN

**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
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2008

KMITL-2008-ED-M-215-301

COPYRIGHT 2008

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป
นักศึกษา	นายฉานุตม์ อินทสุวรรณ
รหัสประจำตัว	48063728
ปริญญา	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา
พ.ศ.	2551
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม	ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด

บทคัดย่อ

การวิจัยและพัฒนาครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป ตามเกณฑ์ที่กำหนด 80:80 และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนตามปกติ ในหลักสูตรการศึกษาระดับปริญญาตรี

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 40 คน จากประชากร 45 คน ซึ่งทำการเลือกโดยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่าง อย่างง่าย (Simple Random Sampling) จำนวน 40 คน โดยแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน โดยกลุ่มแรก เป็นการสอนแบบใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 20 คน และกลุ่มที่สองเป็นการเรียนการสอนตามแบบปกติ จำนวน 20 คน

ผลการวิจัยสรุปว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.75 : 80.25 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80 และ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

Thesis Title	Computer-Assisted Instruction on Three Dimension Object Developing by Prodesktp Program.
Student	Mr.Chanoot Intarsuwan
Student ID.	48063728
Degree	Master of Industrial Education
Program	Educational Technology in Vocational and Technical Education
Year	2008
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr. Sirirat Petsangsri
Thesis Co-Advisor	Dr. Phadungchai Phupat Associate Professor Attaporn Ridhikerd

ABSTRACT

The purposes of this research study were to construct and find out the efficiency of computer-assisted instruction on three dimension object developing by prodesktp program according to the defined 80:80 criteria, and well as, to compare learning achievement between subjects learning with computer-assisted instruction and subjects learning with a traditional setting.

The samples of this study were randomly selected from the 45 students from Banpakchong(Kurusamakkee1) School, Pakchong, Nakornratchasima, who were studying in mattayom 3 (grade 9). The samples were divided into 2 groups of 20 students each. The experimental group studied with computer-assisted instruction and was also used to find out the efficiency of the coursework. The controlled group was instructed in a traditional setting to explore the learning achievement by comparing with the experimental group.

The results of the study were as follows the effectiveness of computer-assisted instruction on three dimension object developing by Prodesktp program was at 85.75 : 80.25 which passed criteria set at 80:80. The achievement scores of students learning with Computer-Assisted Instruction was significantly higher than achievement scores of students who had ordinary learning with traditional setting at 0.05 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์อรรถพร ฤทธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตรวจสอบแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ตลอดจนแนะแนวทางในการดำเนินการวิจัยตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ นายนิคม สุวรรณทา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี1) นายสมุท สันติธรรมพงษ์ ศึกษานิเทศก์ 8 หัวหน้ากลุ่มนิเทศและติดตาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 1 นางละเมียด เบ็ญจวิไลกุล รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) นางพิกุล แสงหิรัญ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี1) นางนงลักษณ์ กลิ่นสุคนธ์ ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี1) นายประทีป สโคอยู่ ครูชำนาญการ หัวหน้าศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี1) ที่ได้กรุณาให้ความช่วยเหลือ ตรวจสอบเครื่องมือในการวิจัย ให้ข้อคิดเห็น ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาเครื่องมือให้มีคุณภาพ

ขอขอบพระคุณคณะผู้บริหาร หัวหน้าศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ อาจารย์ และนักเรียนโรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) ที่ได้อนุเคราะห์ และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อ และ คุณแม่ ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือในทุกด้านมาโดยตลอด

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาทุกคนและบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวถึงไว้ในที่นี้ ที่ช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่าง ๆ และเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ บุคลากรของคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมทุกท่าน ที่อำนวยความสะดวกในเรื่องการออกเอกสารทางราชการ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่เป็นผลจากวิทยานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ฉานุตม์ อินทสุวรรณ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VIII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	5
1.4 กรอบแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....	5
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	6
1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย.....	8
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	10
2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ.2544.....	10
2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	18
2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของกาเย่.....	31
2.4 โปรแกรมเดสทอป : Pro/DESKTOP.....	39
2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	44
2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	44
2.7 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน.....	49
2.8 การวัดประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์.....	84
2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	85
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	88
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	88
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	88
3.3 วิธีดำเนินการทดลอง.....	99
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล.....	99

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	103
4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียน.....	103
4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน.....	104
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	106
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	107
5.2 อภิปรายผล.....	108
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	110
บรรณานุกรม.....	112
ภาคผนวก.....	114
ภาคผนวก ก หนังสือราชการ.....	115
ภาคผนวก ข รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ.....	122
ภาคผนวก ค แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน.....	124
ภาคผนวก ง การวิเคราะห์หลักสูตร.....	130
ภาคผนวก จ การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	137
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ.....	150
ภาคผนวก ช แบบทดสอบ.....	158
ภาคผนวก ซ ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	165
ภาคผนวก ฅ เนื้อหาบทเรียน.....	171
ประวัติผู้เขียน.....	204

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงค่าเฉลี่ยแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา.....	98
3.2 แสดงค่าเฉลี่ยแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	98
4.1 แสดงผลคะแนนจากการประเมินทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น.....	104
4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจากคะแนนจากแบบทดสอบของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ.....	105
ค.1 แสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา.....	125
ค.2 แสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ.....	128
ง.1 แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสำคัญระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	132
ง.2 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับเนื้อหา เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปโดยแปลงจาก 100 คะแนน เป็น 20 คะแนน.....	134
ง.3 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับเนื้อหาเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปโดยแสดงจากคะแนน น้ำหนัก 100 คะแนน เป็น 20 คะแนน.....	135
ง.4 แสดงแบบประเมินผลการทำงาน โดยตั้งเกณฑ์การประเมินตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	136
จ.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง.....	138
จ.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D).....	142
จ.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน.....	145
จ.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากแบบทดสอบที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง.....	147
ฉ.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการประเมินระหว่างเรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา แบบขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ.....	151

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ฉ.2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอปสำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 70 คะแนน.....	153

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว.....	23
2.2 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกลับ.....	23
2.3 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ.....	23
2.4 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบย้อนกรอบ.....	24
2.5 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น.....	24
2.6 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริม.....	25
2.7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม.....	25
2.8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง.....	26
2.9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่.....	27
2.10 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ.....	27
3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้ โปรแกรมโปรเจคทอป.....	93
3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน.....	95
3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	97
ช.1 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่บทเรียน.....	166
ช.2 แสดงหน้าจอสารบัญในบทเรียน.....	166
ช.2 แสดงหน้าจอบทนำ.....	167
ช.4 แสดงหน้าจอแบบฝึกภายในบทเรียน.....	167
ช.5 แสดงหน้าจอส่วนของ VDO สาธิตการทำงาน.....	168
ช.6 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน.....	168
ช.7 แสดงหน้าจอกรอกชื่อผู้ทำแบบทดสอบ.....	169
ช.8 แสดงหน้าจอการทำแบบทดสอบ.....	169
ช.9 แสดงหน้าจอสรุปคะแนนของการทำแบบทดสอบ.....	170
ช.10 แสดงหน้าจอปกหลังของบทเรียน.....	170

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันกระทรวงศึกษาธิการได้อธิบายกรอบแนวคิดของโรงเรียน ICT (ICT : Information and computer technology) ไว้ว่า "เป็นโรงเรียนที่นำเอาเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือสำคัญในการจัดการศึกษาทั้งในด้านพัฒนาองค์ความรู้ กระบวนการจัดการศึกษาและกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน สร้างคนรุ่นใหม่ให้เป็นคนดี คนเก่ง มีคุณธรรมจริยธรรมในการใช้ ICT เป็นเครื่องมือเสริมแสวงหาความรู้และพัฒนาองค์ความรู้ การปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนและผู้สอน ซึ่งส่วนหนึ่งจะเป็นการสอนทางไกลผ่านระบบเครือข่ายเทคโนโลยีทั้งในเวลาและนอกเวลาการเรียนการสอน ทำให้ระบบการเรียนรู้มีความสมบูรณ์มากขึ้น ช่วยผู้เรียนที่มีความแตกต่างทางด้านฐานะและความพร้อมมากขึ้น รวมทั้งมีศักยภาพต่างกันได้ ซึ่งคาดว่าจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ได้ตลอดเวลา และสามารถปรับตัวเท่าทันการเปลี่ยนแปลง รวมทั้งใช้ชีวิตอย่างมีความสุขในสังคมได้"

กล่าวโดยสรุป โรงเรียนที่จะเรียกว่าเป็นโรงเรียน ICT จึงต้องมีการนำ ICT มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาหลักสูตร และใช้เป็นเครื่องมือจัดการเรียนการสอน จัดเตรียมความพร้อมในด้านโครงสร้างพื้นฐาน สื่อ และทรัพยากรการศึกษาต่าง ๆ ที่เอื้อให้เกิดการใช้ ICT ใช้เป็นทั้งเครื่องมือการประเมินผลการเรียนรู้ของผู้เรียน และใช้เป็นคุณลักษณะและความสามารถประการหนึ่งของผู้เรียนที่จะต้องได้รับการประเมิน การบริหารและพัฒนาบุคลากรของสถานศึกษาให้มีศักยภาพด้าน ICT เช่น การบริหารจัดการงบประมาณ อาคารสถานที่ต่าง ๆ เป็นต้น

โรงเรียนในฝัน หรือโรงเรียนทางเลือก ที่จะเป็นโรงเรียน ICT มิใช่เพียงแต่มีการนำ ICT เข้ามาเป็นเครื่องมือใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น แต่ควรให้เป็นสาระหลักสูตรเช่นเดียวกับวิทยาศาสตร์ สังคมศึกษา คณิตศาสตร์ ด้วย โรงเรียนที่จะเป็นโรงเรียนทางเลือก ควรมีหลักสูตรสถานศึกษาที่มีรูปแบบเอกลักษณ์ของตน สามารถกล่าวอ้างกับประชาชนได้ว่าโรงเรียนใช้หลักสูตรที่สนองกับการเป็นโรงเรียนทางเลือกแบบนั้น ๆ นั่นคือ ถ้าจะเป็นโรงเรียน ICT สถานศึกษาจะต้องถึงขนาดมีหลักสูตรโปรแกรม หรือสาขาวิชา ICT เลย โดยที่กลุ่มสาระฯ ต่าง ๆ ต้องปรับเปลี่ยนหลักสูตรของตนทั้งด้วยการให้เป็นเนื้อหา และเครื่องมือการเรียนรู้ จะภายใต้หลักสูตรแยกรายวิชา หรือหลักสูตรบูรณาการ ก็ตามที

ประเทศไทยจึงน่าที่จะสร้างโรงเรียนทางเลือก ที่เป็นเลิศในด้านต่าง ๆ ให้หลากหลาย และที่สำคัญต้องให้สถานศึกษารู้จักที่จะสร้างหลักสูตรทางเลือกด้วย มิใช่แนะนำให้สถานศึกษาทำหลักสูตรพื้นฐาน แกนกลาง แบบที่ทำกันอยู่ทั่วไปในขณะนี้ 70% แล้วจะให้มีรายวิชาเลือก 30% โรงเรียน

จะสร้างความเป็นเลิศ หรือเป็นโรงเรียนทางเลือก ได้อย่างไรกับคำว่า 30% นี้ การทำหลักสูตรที่ให้เด็กเรียนรายวิชาพื้นฐานในกลุ่มสาระฯ ต่าง ๆ เหมือนกันทั่วประเทศ จากการทำผังมโนทัศน์ให้ทำตัวอย่างหลักสูตร รายวิชาพื้นฐานต่าง ๆ ให้ลอกเลียนแบบ แล้วมาแตกต่างกันที่รายวิชาเลือก จะเหลือเวลาให้ผู้เรียนให้เลิศไปในทางที่ต้องการได้หรือ จึงควรจะต้องคิดใหม่ ทำใหม่ เกี่ยวกับการพัฒนาหลักสูตรสถานศึกษา ที่ให้สถานศึกษารู้จักค้นหา และสร้างความเป็นเลิศ กำหนดการเป็นโรงเรียนทางเลือกของตน ที่สามารถสร้างหลักสูตรที่ตอบสนองหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พร้อมกับการสนองทางเลือกของตน ซึ่งก็คือการสนองชุมชนของตนเอง โดยไม่แยกส่วนกัน ความเป็นเลิศหรือหลักสูตรทางเลือก ต้องปรากฏให้เห็นทั้งในรายวิชาที่เป็นพื้นฐาน และเสริมเพิ่มเติม ได้อย่างกลมกลืน ยิ่งไปกว่านั้น รูปแบบหลักสูตรและการเรียนการสอนในโรงเรียน ICT ดังกล่าวมาข้างต้น จะบริหารหลักสูตรแบบเดิม ๆ คงไม่ได้ อาจต้องโดดเด่น มีรูปลักษณะเฉพาะ ที่จะเป็น Digital Curriculum, Online Curriculum, หรือ Distance Education ด้วย ซึ่งจำเป็นต้องมีความพร้อมในด้านการบริหารจัดการทั้งส่วนสถานศึกษา และโครงสร้างพื้นฐานเพิ่มมากขึ้น ในการจัดการเรียนรู้ ที่การศึกษาเป็น online รูปแบบการเรียนรู้มีได้หลายลักษณะ ได้แก่

1. E - Collaborative Learning กลุ่มคนที่ติดต่อเชื่อมโยงกันทางเทคโนโลยี มีปฏิสัมพันธ์กันทาง Internet ทาง Conference Calls ทาง Video Conferencing และอื่น ๆ เป็นต้น ชุมชนแห่งการเรียนรู้เหล่านี้ จะส่งเสริมให้เกิดการร่วมมือกันในลักษณะ Virtual Collaboration โดยเน้นไปที่การร่วมกันศึกษาในหัวข้อเรื่องต่าง ๆ เฉพาะไป และมีการส่งเสริม สนับสนุนในการเรียนรู้ทาง online ร่วมกัน และทาง Media Tools ต่าง ๆ ตัวอย่างเช่นการมอบหมายให้ผู้เรียนประชุมร่วมกันเป็นเวลา 1 ชั่วโมง ทาง Web Conference หลังจากประชุมร่วมกันแล้ว มอบหมายให้ผู้เรียนเข้าไปศึกษาใน Interactive Web Course โดยทำงานกันเป็นกลุ่ม ตามที่กำหนดไว้ในรายวิชานั้น ผู้เรียนในกลุ่มจะต้องใช้ Discussion Board เพื่อนำเอาประสบการณ์เดิมของตนเชื่อมโยงกับสิ่งที่เรียนใหม่มาอภิปรายกัน การบูรณาการ Live Web Conferencing, Streaming Video, Narrated PowerPoint Presentations and Facilitated Discussions เป็นสิ่งที่สามารถทำได้ในการ Conference กันทาง online เป็นเวลาหลาย ๆ วัน Online Conferences ก็คล้ายกับเราประชุมกันแบบตัวต่อตัว คือให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรวบรวมความรู้จากผู้ทรงคุณวุฒิ การตั้งคำถาม การได้ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่นทาง Network และการได้รับแหล่งข้อมูล ความรู้อื่น ๆ ซึ่งต่างกับการประชุมแบบเผชิญหน้าตัวต่อตัว เพราะเราสามารถประชุมกัน ที่ไหน เมื่อไร ก็ได้ ไม่มีเรื่องสภาพข้อจำกัดทางพื้นที่มาเป็นอุปสรรคในการทำงานกลุ่ม ค่าใช้จ่ายทาง online ก็ถูกกว่า การเรียนรู้ในลักษณะ Online Conference Communities อาจจัดเวลาเพียง 2-3 วัน หรือ 2-3 สัปดาห์ ก็ได้

2. Blended Learning เป็นการบูรณาการ Online Learning และ face-to-face meetings เข้าด้วยกัน ข้อสมมติของชุมชนการเรียนรู้ในลักษณะนี้ คือ 1) ผู้เรียนจะมีปฏิสัมพันธ์ และร่วมมือกันที่ลึกซึ้งขึ้น 2) ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกัน จะเกิดจากการมีปฏิสัมพันธ์กันในกลุ่ม ที่มีการจัดวางการทำงานกลุ่มเป็นอย่างดี ด้วยการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วย ก่อน และ/หรือหลังจากมี face-to-

Face Learning แล้ว ก็ได้ ซึ่งอาจจะรวมถึง Pre-event Activities เพื่อ Warm-up ก่อนมีการประชุม เป้าหมายก็เพื่อการสร้างมนุษยสัมพันธ์ในระหว่างผู้เรียน สร้างความรู้สึกร่วมกันเป็นทีมร่วมกัน ซึ่งจะส่งผลต่อประสิทธิภาพ และความรวดเร็วในการทำงานกลุ่ม อาจมีการปฐมนิเทศ แนะนำ ซึ่งแจ้งก่อนเรียนทาง Web Conferences, Online Discussions, และ Conference ซึ่งจะช่วยให้มีการเปิดใจกว้าง ที่จะเรียนรู้ร่วมกัน แลกเปลี่ยนการเรียนรู้กัน ถ้าหากสุดท้ายผู้เรียนจะต้องมาพบกันในชั้นเรียนแบบเดิม หรือในอีกกรณีตัวอย่างหนึ่ง ก็คือทำให้มี Follow-up Learning Community หลังจาก มี face-to-face event แล้ว ชุมชนการเรียนรู้ในลักษณะนี้ อาจด้วยการให้ผู้เรียนทำ Group Projects, Discussing Research Findings, และ Mentoring Peers เป็นต้น หรือลักษณะ end-to-end communities ที่รวมทั้ง Pre-Event และ Follow-up Learning Activities ด้วย ผู้เรียนบางคนอาจชอบ end-to-end community มากกว่า เพราะ face-to-face meeting แบบปกติ มักเป็นเรื่องปฏิสัมพันธ์ระหว่างกลุ่ม ที่จะมารวมมือกันทำงาน ตัวอย่างเช่น ครูอาจใช้ Ice-Breaker Community สำหรับ Prework และแนะนำ เรื่องต่าง ๆ ให้กับผู้เรียน ใช้ face-to-face experiential workshop ในการให้ความชัดเจนเรื่อง จุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละคน และใช้ Follow-up Community ในการ Coaching และ Mentoring เพื่อให้ผู้เรียนได้บรรลุจุดประสงค์ที่วางไว้

3. Mobile learning หรือ m-learning หมายถึงการใช้ Laptop Computers ที่ให้อิสระกับ ผู้เรียนจากการใช้ Desktops ผู้เรียนอาจใช้ Computers ในการเรียนแบบ Moved Around เช่น การใช้ Mobile phones ในการเรียน การใช้ PDAs (Palms and Pocket PCs) ในการเรียน ซึ่งก็หมายความว่า การเรียนรู้จัดการให้เกิดขึ้นได้ ในจุดเล็ก ๆ การเรียนรู้ถูกเคลื่อนย้ายจากห้องเรียน ไปอยู่บน Desktop และปัจจุบันกำลังจะย้ายไปอยู่ ในกระเป๋าเสื้อของเรา ที่พกพาห้องเรียนไปไหนมาไหนได้ ถึงขนาด นั้นเลยทีเดียว

ในการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็นช่วงชั้น

- ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3) จัดสนองตอบต่อความสนใจค่านิยมหลักจิตวิทยาพัฒนาการและ จิตวิทยาการเรียนรู้
- ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) จัดคล้ายช่วงชั้นที่ 1 แต่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนตามความสนใจ
- ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) จัดการเรียนรู้ที่มีหลักการ ทฤษฎีที่ยาก ซับซ้อนขึ้น
- ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) จัดการเรียนรู้เฉพาะทาง มุ่งเน้นความถนัด ความสามารถ ความคิด ระดับสูงตาม

ซึ่งในช่วงชั้นที่ 3 (ม.1 – 3) สารการเรียนรู้การงานอาชีพ และเทคโนโลยีจะมีการจัดการ เรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในด้านต่างๆ เช่น มีความคิดสร้างสรรค์ มีทักษะ กระบวนการทำงาน การจัดการการแสวงหาความรู้ การทำงานเป็นกลุ่ม ความมีคุณธรรม มีจิตสำนึก ในการทำงาน มีทักษะ และสามารถแก้ปัญหาในการทำงาน รักการทำงานและมีเจตคติที่ดีต่องาน พร้อมทั้ง มีความสามารถในการ ใช้ความรู้ ภูมิปัญญา จินตนาการและความคิดอย่างมีระบบ ในการ ออกแบบ สร้างสรรค์ และใช้งาน เครื่องมือเครื่องใช้ วิธีการเชิงกลยุทธ์ ตามกระบวนการทาง

เทคโนโลยี สามารถ ดัดสนใจ เลือกใช้เทคโนโลยีในทางสร้างสรรค์ต่อชีวิต สังคมสิ่งแวดล้อม โลกของงานและอาชีพ เห็นคุณค่า และใช้กระบวนการเทคโนโลยีสารสนเทศในการสืบค้นข้อมูล การเรียนรู้ การสื่อสาร การแก้ปัญหาการทำงานและอาชีพ อย่างมีประสิทธิภาพ ประสิทธิผล และมีคุณธรรม

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer - Assisted Instruction : CAI) เป็นการสอนลักษณะหนึ่งที่ใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องช่วยครูในการเรียนการสอน โดยโปรแกรมจะบรรจุเนื้อหาที่ใช้สอนนักเรียนให้เรียนได้ด้วยตนเอง โดยใช้คอมพิวเตอร์ถ่ายทอดแทนครู (ผดุง อารยะวิญญู, 2527 : 41) ซึ่งทักษิณา สวานานนท์ (2533 : 51) ได้อธิบายเกี่ยวกับความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง โปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียนรู้ซึ่งมีหน่วยที่เป็นเนื้อหา แบบฝึกหัด บทบาททวน และคำถามคำตอบไว้พร้อม ผู้เรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเอง การสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือว่าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอน แต่ไม่ใช่ครูผู้สอน ดังนั้น ในขณะนี้จึงมีการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกันอย่างกว้างขวางและแพร่หลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามความสามารถของตนเอง จากโปรแกรมบทเรียนเพื่อการสอนมีรูปแบบต่างๆ กัน

จากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนวิชาคอมพิวเตอร์ นายประทีป สโคอยู่ ครูชำนาญการ หัวหน้าศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) (วันที่ 24 ก.พ. 2550) พบว่าที่ผ่านมามีการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ในช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สาระการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ เรื่องการจัดทำสื่ออิเล็กทรอนิกส์รูปแบบต่างๆ เช่น e - book , e - learning , homepage , graphic , animation , 3d object ไม่ได้ผลเท่าที่ควร นักเรียนส่วนใหญ่ทำผลงานที่เป็นสื่อประเภท สามมิติ ได้ไม่ดีเท่าที่คาดหวังไว้ จากการสอบถามนักเรียนพบว่า เป็นผลมาจากหนังสือที่นักเรียนใช้ประกอบการเรียน ไม่สามารถแสดงส่วนประกอบและขั้นตอนการสร้าง และ ตัวอย่าง ของวัตถุสามมิติได้มากเพียงพอต่อความเข้าใจของนักเรียน ทำให้ผลงานที่นักเรียนทำออกมามีลักษณะของ รูปทรง และ รูปร่างที่ผิดเพี้ยนออกไปจากรูปต้นแบบ

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเห็นควรที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ขึ้นมาทดลองใช้ในวิชาคอมพิวเตอร์ สาระการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา เพื่อแสดงส่วนประกอบขั้นตอนการสร้าง และตัวอย่างของวัตถุสามมิติในลักษณะภาพเคลื่อนไหวบนคอมพิวเตอร์ และเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเพื่อให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และผู้เรียนได้รับความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาทฤษฎี เพื่อเป็นพื้นฐานในการนำความรู้นั้นไปปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการเรียนการสอนและเป็นพื้นฐานในรายวิชาอื่น ๆ ต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1.2.1 เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกทอป

1.2.2 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนที่เรียน ด้วยวิธีการสอนแบบปกติ กับ การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1.3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกทอปที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์

1.3.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจกทอป ขึ้นมาทดลองใช้ในวิชาคอมพิวเตอร์ สาระการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยนำแนวคิดของ Robert Gagne' ที่ว่าด้วยสี่ มีบทบาทในทุกขั้นตอนของสถานการณ์ หรือ กระบวนการในการสอน สื่อต้องเป็นสิ่งเร้าที่ดึงดูดความตั้งใจของผู้เรียน ได้กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมา การให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียน และ การให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอนดังนี้

1. ดึงดูดความสนใจ (Gain Attention) เป็นการกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียน
2. บอกวัตถุประสงค์ (Define Objective) เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายโดยรวมในสิ่งต่างๆ
3. ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior - Knowledge) กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เก่า เพื่อเตรียมการเชื่อมโยงความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่
4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Information) เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ
5. ชี้แนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบ หรือค้นพบแนวคิด หรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน
7. ให้ผลป้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน

8. ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร

9. การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้ และ ถ่ายโยงการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูลความรู้ใดความรู้หนึ่งนั้น ผู้วิจัยคิดว่าขั้นตอนในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Robert Gagne' ดังกล่าวสามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 45 คน

1.5.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 40 คน โดยแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน กลุ่มแรกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่สองกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง

1.5.3 ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรต้นมี 2 ตัว คือ

1.1 การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

1.2 การเรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

2. ตัวแปรตามมี 2 ตัวคือ

2.1 ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

2.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

1.5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เนื้อหาที่ใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สำนักงานการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ โดยผู้วิจัยแบ่งออกเป็นหน่วยการเรียนย่อยๆ ดังต่อไปนี้ คือ

- หน่วยที่ 1 การสร้างวัตถุทรงตัน
- หน่วยที่ 2 การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม
- หน่วยที่ 3 การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลมทั้งสองข้าง
- หน่วยที่ 4 การตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยม
- หน่วยที่ 5 การปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุทรงตัน
- หน่วยที่ 6 การทำรูปโครงร่างให้มีมิติ
- หน่วยที่ 7 การสร้างภาชนะรูปแก้ว
- หน่วยที่ 8 การสร้างรูปทรงเกลียว
- หน่วยที่ 9 การสร้างช่องอและเจาะรู
- หน่วยที่ 10 การสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักร
- หน่วยที่ 11 การตัดมุมวัตถุ
- หน่วยที่ 12 การประกอบชิ้นงาน
- หน่วยที่ 13 การสร้างชิ้นงานลักษณะบานพับ
- หน่วยที่ 14 การสร้างรูปอิฐบล็อก
- หน่วยที่ 15 การออกแบบลูกกุญแจ
- หน่วยที่ 16 การสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่าย
- หน่วยที่ 17 การสร้างเกลลอนพร้อมที่จับแบบเจาะ

1.5.5 การวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Bloom (1985) อ้างใน บุญเชิด ภิญ โยธอนันตพงษ์. (ม.ป.ป. : 45-49) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบ ซึ่งมุ่งเน้นทางด้านขอบเขตด้านปัญญาซึ่งมีทั้งหมด 6 ด้าน คือ

1. ความรู้ ความจำ
2. ความเข้าใจ
3. การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้
4. การวิเคราะห์
5. การสังเคราะห์
6. การประเมินผล

แต่ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเน้น 3 ด้าน คือ ความรู้ความจำ ความเข้าใจ และ การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

1.5.6 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป
ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550

1.6 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

1. โปรแกรม โปรเจคทอป เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ประเภทออกแบบวัตถุสามมิติ เช่นเดียวกับโปรแกรม AutoCAD โดยโปรแกรมนี้กระทรวงศึกษาธิการมอบให้โรงเรียน ICT ใช้สอนในวิชาสร้างสื่ออิเล็กทรอนิกส์ในช่วงชั้นต่างๆ
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทคิวเตอร์ (Tutorial) ที่เสนอเนื้อหาความรู้เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอป ซึ่งนำไปให้นักเรียนใช้เรียนในคาบเรียนปกติ โดยผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความต้องการของตนเอง และศึกษาได้ตามลำดับที่จัด มีการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยโปรแกรม Adobe Photoshop ใช้ในการออกแบบภาพกราฟิก โปรแกรม Macromedia Flash ซึ่งนำมาประยุกต์เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้เป็นเครื่องช่วยสอนเพื่อทบทวนจากการเรียนแบบปกติจากครูผู้สอน ประกอบด้วยจุดประสงค์การเรียนรู้ กรอบเนื้อหา บทเรียน และกรอบคู่มือการใช้งาน ซึ่งเนื้อหาของบทเรียนประกอบด้วยหน่วยการเรียนรู้ย่อยๆ 17 หน่วย
3. วิธีการสอนแบบปกติ หมายถึง การเรียนจากครูผู้สอน ซึ่งได้เตรียมการสอนมาแล้ว สอนโดยใช้เทคนิควิธีบรรยาย อธิบาย และมีสื่อต่าง ๆ ประกอบในการเรียนการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ หมายถึง เครื่องมือที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้ที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอป
5. แบบประเมิน หมายถึง เครื่องมือที่ใช้ตรวจสอบคุณภาพของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอป แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือแบบประเมินด้านเนื้อหา และแบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อ
6. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง อัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยที่คิดเป็นร้อยละที่ได้จากการทำแบบทดสอบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้รวมกัน ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการกับคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ ที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ $E_1:E_2$ ไม่ต่ำกว่า 80:80
 E_1 หมายถึง คะแนนเฉลี่ยระหว่างเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 20 คนที่เรียนวิชาคอมพิวเตอร์ สารการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ

E₂ หมายถึง คะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 20 คนที่เรียนวิชา คอมพิวเตอร์ สารการเรียนรู้ที่ 4 เทคโนโลยีสารสนเทศ

7. นักเรียน หมายถึง ผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน

8. นักเรียนที่เคยเรียนมาแล้ว หมายถึง ผู้เรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ที่เคยเรียนการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้ โปรแกรมโปรเจคทอปมาแล้ว

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2550 จำนวน 40 คน ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามหัวข้อต่าง ๆ ดังนี้

- 2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544
- 2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาย่
- 2.4 โปรแกรมโปรเจคทอป (Pro/DESKTOP)
- 2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.7 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน
- 2.8 การวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์
- 2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544

2.1.1 การประกาศใช้

นายสุวิทย์ คุณกิติ รัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการ ได้ลงนามประกาศใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 เมื่อวันที่ 2 พฤศจิกายน พ.ศ 2544 (คำสั่งฯ) โดยจะมีผลบังคับใช้กับโรงเรียนนาร่องพัฒนาหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 และโรงเรียนเครือข่ายฯ ตั้งแต่ปีการศึกษา 2545 ในระดับชั้น ป.1 , ป.4 , ม.1 และ ม.4 ปีการศึกษา 2546 ในระดับชั้น ป.2 , ป.5 , ม.2 และ ม.5 ปีการศึกษา 2547 ในระดับชั้น ป.3 , ป.6 , ม.3 และ ม.6 และจะมีผลบังคับใช้กับโรงเรียนทั่วไป ตั้งแต่ปีการศึกษา 2546 ในระดับชั้น ป.1 , ป.4 , ม.1 และ ม.4 ปีการศึกษา 2547 ในระดับชั้น ป.2 , ป.5 , ม.2 และ ม.5 ปีการศึกษา 2548 ในระดับชั้น ป.3 , ป.6 , ม.3 และ ม.6 โดยให้ปลัด ศธ. มีอำนาจในการยกเลิก เพิ่มเติม เปลี่ยนแปลงมาตรฐานการเรียนรู้ช่วงชั้นในหลักสูตรให้เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย และวิธีการจัดการศึกษาอื่นๆ ได้

2.1.2 ความนำของหลักสูตร

2.1.2.1 สาเหตุที่ต้องปรับปรุงหลักสูตรมาใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 สืบเนื่องจาก

1. ความก้าวหน้าด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี
2. สังคม เศรษฐกิจของประเทศไทยมีการเปลี่ยนแปลงไป
3. หลักสูตรปัจจุบันทั้งระดับประถมฯและมัธยมฯไม่ส่งเสริมให้สังคมไทย

เป็นสังคมความรู้ได้ เพราะ

3.1 กำหนดจากส่วนกลาง ไม่สะท้อนความต้องการของท้องถิ่น

3.2 การจัดหลักสูตรการเรียนรู้ไม่สร้างทักษะ กระบวนการ เจตคติที่ดี มีความคิดสร้างสรรค์ ด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี คณิตศาสตร์ ไม่ผลักดันให้ไทยเป็นผู้นำด้านนี้ ในภูมิภาค

3.3 หลักสูตร ไม่ได้สร้างพื้นฐานการคิด การเรียนรู้ ทักษะการจัดการ ทักษะชีวิต การเผชิญ ปัญหาที่ไทยพบอยู่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.4 การเรียนรู้ภาษาต่างประเทศสำหรับสื่อสาร คั้นคว้าหาความรู้ ยังไม่เพียงพอ

4. รัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย พ.ศ.2540 มาตรา 43 ระบุให้รัฐจัดการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12 ปี

5. พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 4, 6, 10, 17, 27 และ 28

6. นโยบายการศึกษาสร้างคน สร้างงาน สร้างชาติ ของรัฐบาลการดำเนินการ จัดให้มีการใช้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกระทรวงศึกษาธิการ โดย

6.1 อาศัยอำนาจตามมาตร 27 และบทเฉพาะกาลของ พระราชบัญญัติ การศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542

6.2 หลักการที่จัดเพื่อเอกภาพนโยบาย หลากหลายปฏิบัติ

6.3 จัดหลักสูตรแกนกลางจัด โครงสร้างหลักสูตรยืดหยุ่น

6.4 กำหนดมาตรฐานการศึกษา 12ปี สาระการเรียนรู้ มาตรฐานการ เรียนรู้ แบ่งช่วงชั้นๆ ละ 3 ปี

6.5 จัดเฉพาะส่วนที่จำเป็นพัฒนาคุณภาพชีวิต ความเป็นไทย ความเป็น พลเมืองของชาติ การดำรง ชีวิตการประกอบอาชีพ การศึกษาต่อ และให้สถานศึกษาจัดทำสาระให้ สอดคล้องกับท้องถิ่น

6.6 จัดการศึกษาโดยมุ่งความสำคัญด้านความรู้ ความคิด ความสามารถ คุณธรรม กระบวนการเรียนรู้ และ ความรับผิดชอบต่อสังคม

2.1.2.2 สิ่งที่จะทำให้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 บรรลุวัตถุประสงค์ คือ

1. การประชาสัมพันธ์ของสถานศึกษา
2. ความร่วมมือบิดามารดา ผู้ปกครอง บุคคลในชุมชนในการพัฒนาคุณภาพการศึกษา
3. กระทรวงศึกษาธิการสนับสนุนส่งเสริมแหล่งเรียนรู้
4. กระทรวงศึกษาธิการจัดทำเอกสารหลักสูตร เอกสารประชาสัมพันธ์หลักสูตร โดยเอกสารหลักสูตรคือ – คู่มือบริหารหลักสูตร - แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา - คู่มือครู – เอกสารประกอบหลักสูตรกลุ่มสาระต่างๆ - แนวทางการวัดและประเมินผล การจัดระบบแนะแนว การวิจัยในสถานศึกษาและการใช้กระบวนการวิจัยในการพัฒนาการเรียนรู้

2.1.3 หลักการของหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 มี 5 ประการ

1. การศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ
2. การศึกษาเพื่อปวงชน
3. การเรียนรู้ด้วยตนเองตลอดชีวิต
4. โครงสร้างยืดหยุ่นในสาระ เวลา การจัดการเรียนรู้
5. จัดได้ทุกรูปแบบ ครอบคลุมเป้าหมาย เทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

2.1.4 จุดมุ่งหมาย มุ่งพัฒนาคนไทยให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์ 9 ประการ

1. เห็นคุณค่า มีวินัยในตัวเอง ปฏิบัติตามหลักธรรมศาสนา มีคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยมที่พึงประสงค์
 2. มีความคิดสร้างสรรค์ใฝ่รู้ ใฝ่เรียน
 3. มีความรู้อันเป็นสากล มีทักษะศักยภาพด้านสื่อสาร และ เทคโนโลยี
 4. มีทักษะกระบวนการคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ การคิด การสร้างปัญญา
การดำเนินชีวิต
 5. รักการออกกำลังกาย ดูแลสุขภาพ บุคลิกภาพ
 6. มีประสิทธิภาพการผลิต การบริโภค นิยมผลิตมากกว่าบริโภค
 7. เข้าใจประวัติศาสตร์ชาติไทย ภูมิใจในความเป็นไทย
 8. สำนึกรักอนุรักษ์ภาษา ศิลปะ วัฒนธรรมประเพณี กีฬาภูมิปัญญาทรัพยากรธรรมชาติ
- สิ่งแวดล้อม
9. รักประเทศชาติ ท้องถิ่น ทำประโยชน์สิ่งดีงามให้สังคม

2.1.5 โครงสร้าง

1. ระดับช่วงชั้น มี 4 ช่วงชั้นตามระดับพัฒนาการเรียนรู้

ช่วงชั้นที่ 1 ชั้น ป.1 - ป.3 ช่วงชั้นที่ 2 ชั้น ป.4 - ป.6

ช่วงชั้นที่ 3 ชั้น ม.1 - ม.3 ช่วงชั้นที่ 4 ชั้น ม.4. - ม.6

2. สาระการเรียนรู้ (องค์ความรู้ ทักษะ กระบวนการเรียนรู้ คุณลักษณะ ค่านิยม
คุณธรรม จริยธรรม) ประกอบด้วย 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้ ได้แก่

2.1 ภาษาไทย

2.2 คณิตศาสตร์

2.3 วิทยาศาสตร์

2.4 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม

2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา

2.6 ศิลปะ

2.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี

2.8 ภาษาอังกฤษ

โดยสาระการเรียนรู้ทั้ง 8 สาระจัดเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มแรก (2.1 - 2.4) พื้นฐานสำคัญที่ผู้เรียนทุกคนต้องเรียน

กลุ่มสอง (2.5 - 2.8) เสริมสร้างพื้นฐานมนุษย์ ศักยภาพการคิดและการทำงาน

เรื่องสิ่งแวดล้อมบรรจุไว้ในสาระการเรียนรู้(2.3, 2.4, 2.5)

ภาษาอังกฤษให้เรียนทุกช่วงชั้น ภาษาอังกฤษจัดตามความเหมาะสม

สาระการเรียนรู้ทั้ง 8 เป็นสาระในการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนทุกคน ส่วนสาระที่
ตอบสนองความสามารถ ความถนัดนักเรียนแต่ละคนนั้นสถานศึกษากำหนดเพิ่ม

3. กิจกรรมพัฒนาผู้เรียน มี 2 ลักษณะคือ

3.1 กิจกรรมแนะแนว เพื่อส่งเสริมพัฒนาความสามารถตามความเหมาะสม ความ
แตกต่างบุคคล

3.2 กิจกรรมนักเรียนเป็นผู้ปฏิบัติ ได้แก่ลูกเสือ เนตรนารี ยุวกาชาดและผู้นำเพื่อ
ประโยชน์

4. มาตรฐานการเรียนรู้ เป็นข้อกำหนดคุณภาพของผู้เรียน มี 2 ลักษณะ

4.1 มาตรฐานการเรียนรู้การศึกษาขั้นพื้นฐาน ในแต่ละสาระการเรียนรู้ เมื่อจบ
การศึกษาขั้นพื้นฐาน

4.2 มาตรฐานช่วงชั้น ในแต่ละกลุ่มสาระการเรียนรู้เมื่อผู้เรียนจบแต่ละช่วงชั้นคือ
ป.3, ป.6, ม.3, ม.6

มาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดเฉพาะพัฒนาคุณภาพนักเรียนทุกคนเท่านั้น มาตรฐานที่สอดคล้องกับท้องถิ่นสถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติม

5. เวลาเรียน

ช่วงชั้นที่1 (ป.1 - ป.3) เวลาเรียนต่อปีโดยประมาณ 800 - 1000 ชั่วโมง หรือวันละ 4-5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่2 (ป.4 - ป.6) เวลาเรียนต่อปีโดยประมาณ 800 - 1000 ชั่วโมง หรือวันละ 4-5 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่3 (ม.1 - ม.3) เวลาเรียนต่อปีโดยประมาณ 1000 - 1200 ชั่วโมง หรือวันละ 5-6 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่4 (ม.4. - ม.6) เวลาเรียนต่อปีไม่น้อยกว่า 1200 ชั่วโมง หรือวันละไม่น้อยกว่า 6 ชั่วโมง

2.1.6 การจัดหลักสูตร

จัดสำหรับพัฒนาผู้เรียนตั้งแต่ ป.1 - ม.6 ทุกกลุ่มเป้าหมาย ทุกรูปแบบ การจัดการศึกษาปฐมวัยมีหลักสูตร โดยเฉพาะเพื่อเตรียมความพร้อมเข้า ป.1

สถานศึกษานำโครงสร้างตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานมาจัดทำเป็นหลักสูตรแกนกลางของสถานศึกษา โดยต้องทำรายวิชาในแต่ละกลุ่มให้ครบถ้วนตามมาตรฐานที่กำหนด

สถานศึกษาทำสาระการเรียนรู้เพิ่มเติมเป็นหน่วยการเรียนรู้เป็นรายวิชาใหม่ๆ เข้มข้นให้ผู้เรียนเลือกเรียนตามความถนัดความสนใจความต้องการ โดยเลือกจากสาระการเรียนรู้ 8 กลุ่มตั้งแต่ช่วงชั้นที่ 2 ขึ้นไป

ส่วนช่วงชั้นที่ 1 ไม่ควรเลือกเรียนรายวิชาเรียนวิชาพื้นฐานก่อน

สถานศึกษาต้องจัดสาระการเรียนรู้ครบทั้ง 8 กลุ่มครบทุกช่วงชั้นโดยช่วงชั้นภาคบังคับ (ป.1-ม.3) จัดหลักสูตรเป็นรายปีช่วงชั้น ม.4 - ม.6 จัดหลักสูตรเป็นหน่วยกิต โดย

ช่วงชั้นที่ 1 – 2 มุ่งพัฒนาคุณภาพ กระบวนการเรียนรู้ทางสังคม ทักษะพื้นฐานด้านต่างๆ

ช่วงชั้นที่ 3 มุ่งให้ผู้เรียนสำรวจความถนัดความสนใจความสามารถตนเอง

ช่วงชั้นที่ 4 มุ่งให้ผู้เรียนรู้ทักษะเฉพาะด้าน การศึกษาต่อ การประกอบอาชีพ

2.1.7 การจัดเวลาเรียน จัดให้ยืดหยุ่นโดย

ช่วงชั้นที่ 1 จัดทักษะพื้นฐานที่จำเป็น (ไทย คณิต) ร้อยละ 50 ของเวลาเรียนทั้งหมด ในสัปดาห์นอกนั้นวิชาอื่น

ช่วงชั้นที่ 2 จัดไทย คณิต ร้อยละ 40 ของเวลาเรียนทั้งหมดในสัปดาห์ นอกนั้นวิชาอื่น เช่น วิทยาศาสตร์ 2 ชั่วโมง

ช่วงชั้นที่ 3 จัดเวลาเรียนสำหรับกลุ่มสาระต่างๆ ใกล้เคียงกัน และเวลาเรียนของรายวิชาเพิ่มเติมใหม่ๆ

ช่วงชั้นที่ 4 จัดเหมือนช่วงชั้นที่ 3 แต่ปรับรูปแบบเหมาะสมยิ่งขึ้น

การจัดเวลาเรียนช่วงชั้นที่ 3 จัดเป็นรายปีหรือรายภาคก็ได้ ช่วงชั้นที่ 4 จัดเป็นรายภาค คัดนำ
 หนักการเรียนเป็นหน่วยกิต (40 ชั่วโมงต่อภาคเรียนคือ 1 หน่วยกิต)

การจัดการเรียนสำหรับกลุ่มเป้าหมายเฉพาะ

เช่น ด้านศาสนา นาฏศิลป์ อาชีวศึกษา ความเป็นเลิศด้านต่างๆ ความสามารถพิเศษ
 การศึกษาทางเลือกที่จัดโดยครอบครัว ชุมชนองค์กร จัดการศึกษาโดยปรับใช้มาตรฐานการเรียนรู้
 ตามหลักสูตรนี้ตามความเหมาะสม สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่
 เป็นแกนกลาง ดังนี้

2.1 ภาษาไทย มี 5 สาระ และ 6 มาตรฐานการเรียนรู้

อ่าน-เขียน-ฟังดูพูด-เข้าใจภาษา-วรรณคดีวรรณกรรม

2.2 คณิตศาสตร์ มี 6 สาระ และ 19 สาระการเรียนรู้

จำนวน – วัด – เรขาคณิต – พีชคณิต – วิเคราะห์ – ทักษะกระบวนการ

2.3 วิทยาศาสตร์ มี 8 สาระ และ 13 สาระการเรียนรู้

สิ่งมีชีวิต – ชีวิตสิ่งแวดล้อม – สาร – แรงการเคลื่อนที่ – พลังงาน - การ
 เปลี่ยนแปลงโลก - ดาราศาสตร์ อวกาศ - ธรรมชาติวิทยเทคโนโลยี

2.4 สังคมศึกษา ศาสนาและวัฒนธรรม มี 5 สาระ และ 12 สาระการเรียนรู้

ศาสนา – ศิลปะ - ธรรมจริยธรรม – หน้าที่พลเมือง - วัฒนธรรมการดำเนินชีวิต –
 เศรษฐศาสตร์ - ประวัติศาสตร์ - ภูมิศาสตร์

2.5 สุขศึกษาและพลศึกษา มี 5 สาระ และ 6 สาระการเรียนรู้

การเติบโตพัฒนาการ – ชีวิตและครอบครัว - การเคลื่อนไหวออกกำลังกายกีฬา -
 ส่งเสริมสุข ภาพป้องกันโรค - ความปลอดภัยในชีวิต

2.6 ศิลปะ มี 3 สาระ และ 6 สาระการเรียนรู้

ทัศนศิลป์ – ดนตรี - นาฏศิลป์

2.7 การงานอาชีพและเทคโนโลยี มี 5 สาระ และ 6 สาระการเรียนรู้

การดำรงชีวิตและครอบครัว – การอาชีพ – เทคโนโลยี - เทคโนโลยีสารสนเทศ -
 เทคโนโลยีการทำงานและอาชีพ

2.8 ภาษาต่างประเทศ มี 3 สาระ และ 7 สาระการเรียนรู้

ภาษาเพื่อการสื่อสาร – ภาษาอังกฤษ – ภาษากับชุมชนโลก

มาตรฐานการศึกษาช่วงชั้นจะมีในเอกสารประกอบหลักสูตร สาระและมาตรฐานตาม
 ความถนัดความสนใจฯ สถานศึกษาพัฒนาเพิ่มเติม

2.1.8. การจัดการเรียนรู้

8.1 หลักการ

- ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้
- ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด

8.2 ลักษณะการจัดการเรียนรู้

- การบูรณาการแบบผู้สอนคนเดียว
- การบูรณาการแบบคู่ขนาน
- การบูรณาการแบบสหวิทยา
- การบูรณาการแบบโครงการ

2.1.9. แนวการจัดการเรียนรู้แบ่งเป็นช่วงชั้น

- ช่วงชั้นที่ 1 (ป.1-3) จัดสนองต่อความสนใจคำนิยามหลักจิตวิทยาพัฒนาการและจิตวิทยาการเรียนรู้
- ช่วงชั้นที่ 2 (ป.4-6) จัดคล้ายช่วงชั้นที่ 1 แต่เปิดโอกาสให้เลือกเรียนตามความสนใจ
- ช่วงชั้นที่ 3 (ม.1-3) จัดการเรียนรู้ที่มีหลักการ ทฤษฎีที่ยาก ซับซ้อนขึ้น
- ช่วงชั้นที่ 4 (ม.4-6) จัดการเรียนรู้เฉพาะทาง มุ่งเน้นความถนัด ความสามารถ ความคิด

ระดับสูงตาม

ความต้องการผู้เรียน ด้านอาชีพ ด้านการศึกษาต่อ

2.1.10. สื่อการเรียนรู้

- ลักษณะสื่อ
- เป็นแหล่งเรียนรู้และสื่อการเรียนรู้
 - เป็นสื่อที่ผู้เรียนและผู้สอน ใช้ศึกษาค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเอง
 - หลากหลายทั้งสื่อธรรมชาติ สิ่งพิมพ์และสื่อเทคโนโลยี

หน้าที่สถานศึกษาหน่วยงาน- จัดทำจัดหาสื่อการเรียนรู้

- ศึกษา ค้นคว้า วิจัย พัฒนาสื่อ
- เลือกใช้สื่อการเรียนรู้อย่างมีประสิทธิภาพ
- วิเคราะห์ ประเมินคุณภาพมาตรฐานสื่อ
- จัดแหล่งการเรียนรู้ศูนย์สื่อการเรียนรู้
- จัดเครือข่ายการเรียนรู้
- กำกับติดตามประเมินผล การดำเนินงาน การใช้สื่อ

2.1.11. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

- สถานศึกษาจัดทำหลักเกณฑ์แนวปฏิบัติในการวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- มีการวัดและประเมินผลทั้งระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษาและระดับชาติ

2.1.12. การผ่านช่วงชั้นและการจบหลักสูตรขั้นพื้นฐาน

- จบชั้น ม. 3 เป็นการจบการศึกษาภาคบังคับ
- จบชั้น ม. 6 เป็นการจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.1.13. เอกสารหลักฐานการศึกษา

- สถานศึกษาจัดทำเอกสารการประเมินผลการเรียนเอง เช่น ระเบียบสะสม แบบบันทึกผลการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนรายวิชา เป็นต้น

- เอกสารหลักฐานที่สถานศึกษาทุกแห่งใช้เหมือนกัน เช่น เอกสารแสดงวุฒิการศึกษา แบบรายงานผู้สำเร็จการศึกษาภาคบังคับ เป็นต้น

2.1.14. การเทียบโอนผลการเรียน

เทียบโอนผลการเรียนของโรงเรียน โดย- พิจารณาจากหลักฐานการศึกษา

- พิจารณาจากความรู้ประสบการณ์ตรง
- พิจารณาจากความสามารถและการปฏิบัติได้จริง

ทั้งนี้เป็นไปตามกฎกระทรวงและระเบียบที่กระทรวงศึกษาธิการกำหนด

2.1.15. การพัฒนาศักยภาพครู

- สถานศึกษามีหน้าที่พัฒนาศักยภาพครูให้เป็นครูมืออาชีพ
- พัฒนาศักยภาพครูให้เป็นผู้นำทางวิชาการ

2.1.16. การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา

-สถานศึกษาต้องมีหลักสูตรของสถานศึกษาเอง โดยจัดทำสาระการเรียนรู้ จัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน กำหนดคุณลักษณะที่พึงประสงค์จากมาตรฐานการศึกษาขั้นพื้นฐาน

- กระบวนการสร้างหลักสูตรสถานศึกษาโดย

- กำหนดวิสัยทัศน์
- การจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
- การกำหนดสาระการเรียนรู้และผลการเรียนรู้ที่คาดหวังรายปีหรือรายภาค
- การออกแบบการเรียนการสอน
- การกำหนดเวลาเรียนและจำนวนหน่วยกิต
- แนวทางการจัดทำหลักสูตรสถานศึกษา
- การจัดทำสาระของหลักสูตร
- การจัดกิจกรรมพัฒนาผู้เรียน
- การกำหนดคุณลักษณะที่พึงประสงค์
- การวิจัยเพื่อพัฒนาผู้เรียน

2.1.17.การกำกับ ติดตามประเมินรายงานผล

- เป็นกระบวนการที่เป็นกลไกของการประกันคุณภาพ

- เพื่อให้ทุกกลุ่มทุกฝ่าย มีส่วนร่วมรับผิดชอบในการจัดการศึกษา เห็นความก้าวหน้า ปัญหาอุปสรรคตลอดจนให้ความร่วมมือ ช่วยเหลือส่งเสริมสนับสนุน การวางแผนและดำเนินการจัดการศึกษาให้มีคุณภาพอย่างแท้จริง

2.2 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.2.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction : CAI) มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายไว้หลายท่านดังนี้

ทักษิณา สนวนานนท์ (2530 : 206-207) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอน การทบทวน การทำแบบฝึกหัด หรือการวัดผล โดยปกติจอภาพจะแสดงเรื่องราวเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียน หรือเป็นการแสดงรูปภาพ อาจเป็นทั้งแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบ ส่วนมากจะเป็นแบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบประเภทให้เลือกตอบแบบปรนัย เมื่อทำแล้วคอมพิวเตอร์จะตรวจให้ โดยจะชมเชยและให้กำลังใจถ้าทำถูก ดำเนินหรือต่อว่าบ้างที่ผิด หรืออาจสั่งให้กลับไปอ่านใหม่

นิพนธ์ สุขปรีดี (2528 : 63-65) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน (Active Participation) โดยจะให้มีการตอบคำถาม คิดและกระทำกิจกรรมขณะเรียน โดยการใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) จากระบบการสอนสามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ

ชนิษฐา ซานนท์ (2532 : 7-13) กล่าวว่าคอมพิวเตอร์ช่วยการสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบจะถูกพัฒนาขึ้นในรูปของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งมักเรียกว่า Course-ware ผู้เรียนจะเรียนบทเรียนจากคอมพิวเตอร์ โดยคอมพิวเตอร์จะสามารถเสนอเนื้อหาวิชาซึ่งอาจเป็นทั้งในรูปตัวหนังสือและภาพกราฟิก สามารถถามคำถามรับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปของข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) ให้แก่ผู้เรียน

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2529 : 120-129) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชาและลำดับวิธีการสอนมาบันทึกเก็บไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมาเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับผู้เรียนแต่ละคน

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2532 : 32) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ถูกสร้างขึ้นด้วยคำสั่งภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งและบันทึกลงในจานแม่เหล็กเพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะ

บทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคลและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจโดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์

ถนอมพร เลาหงษ์แสง (2541 : 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่สะท้อนหน้าจอภาพ โดยเนื้อหาความรู้ในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะได้รับการถ่ายทอดในลักษณะที่แตกต่างกันออกไปทั้งนี้ขึ้นอยู่กับธรรมชาติและโครงสร้างของเนื้อหา

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการสร้างเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ประกอบไปด้วยเนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดแบบทดสอบ อาจมีตัวหนังสือ ภาพกราฟิก มีลำดับวิธีการสอน รวมทั้งการแสดงผลการเรียนให้ทราบทันที ด้วยข้อมูลย้อนกลับ (Feedback) เป็นการเรียนโดยตรงซึ่งเป็นการเรียนแบบ Interactive ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

2.2.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษานั้นมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับวิธีการออกแบบและจุดประสงค์ของการนำไปใช้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้จัดจำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

ถนอมพร เลาหงษ์แสง (2541 : 11-12) กล่าวไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทคือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนปนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตามผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่ อย่างไร หรือว่าจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด (Drill and Practice) คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยที่ครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง (Simulation) คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่มีการนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-Solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม (Instruction Game) คือบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Testing) คือการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการสอน การให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทดสอบ คือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที (Immediate Feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีก

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2540 : 11-14) ได้กล่าวไว้ในเอกสารการอบรมวิทยากรแกนนำของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งแบ่งรูปแบบออกเป็นดังนี้

1. ใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เป็นโปรแกรมที่สร้างในลักษณะบทเรียนโปรแกรมเลียนแบบการสอนของครู กล่าวคือจะมีบทนำ (Introduction) คำอธิบาย (Explanation) ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอน หลังจากที่นักเรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถาม (Question) เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ (Feedback) ตลอดจนการเสริมแรง (Reinforcement) สามารถให้นักเรียนย้อนกลับไปบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่นักเรียนรู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึก (Records) การกระทำของนักเรียนว่าทำได้เพียงไร และอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับนักเรียนบางคนได้

2. การฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ครูผู้สอนจะใช้เสริมแรง เมื่อได้สอนบทเรียนคอมพิวเตอร์บางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับคอมพิวเตอร์เพื่อวัดระดับหรือให้นักเรียนมาฝึกจนถึงระดับที่ยอมรับได้ บทเรียนประเภทนี้จึงประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนทำการฝึกและปฏิบัติอาจต้องใช้หลักจิตวิทยา เพื่อทำให้ผู้เรียนอยากทำและตื่นตื้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น เช่น แทรกรูปภาพเคลื่อนไหว หรือคำพูดโต้ตอบรวมทั้งอาจมีการแข่งขันจับเวลา หรือสร้างรูปแบบให้ตื่นตื้นจากการมีเสียง เป็นต้น

3. การแก้ปัญหา (Problem Solving) ประเภทนี้จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนหรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยั้งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา กล่าวคือ รู้จักเลือกสูตรมาใช้ให้ตรงกับปัญหาผู้เรียน อาจต้องทดลองในกระดาษคำตอบก่อนที่จะเลือกข้อที่ถูกได้ ซึ่งการทำเช่นนี้ ผู้สอนอาจไม่ได้ต้องการเพียงคำตอบที่ถูกเพียงอย่างเดียว ยังต้องการขั้นตอนที่ผู้เรียนทำ เช่น ถ้าเลือกข้อ ข. แปลว่า ใช้สูตรผิด ถ้าเลือกข้อ ค. แปลว่า คำนวณผิด ถ้าเลือกข้อ ง. แปลว่า ไม่เข้าใจเลย เป็นต้น การแก้ปัญหามองอันกว่าที่ผู้เรียนจะตอบได้ต้องใช้คอมพิวเตอร์นั้นช่วยแก้ปัญหาคด้วย เพราะเป็นการคำนวณที่สลับซับซ้อนก็เท่ากับเป็นการวัดด้วยว่า ผู้เรียนมีความรู้ทางคอมพิวเตอร์มากน้อยเพียงไร

4. การสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นโปรแกรมที่จำลองสถานการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ในชีวิตจริงของนักเรียน โดยมีเหตุการณ์สมมติฐานต่างๆ อยู่ในโปรแกรม และนักเรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลงหรือจัดกระทำ (Manipulate) ได้มีการโต้ตอบและมีตัวแปรหรือทางเลือกให้หลายๆ ทางเพื่อให้นักเรียนสามารถเลือกได้อย่างสุ่ม เพื่อศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น นอกจากนี้ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่หลายวิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสงและการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า รวมทั้งชีววิทยาที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏผล ปัญหาเหล่านี้จึงไม่สามารถใช้คอมพิวเตอร์จำลองแบบให้ผู้เรียนได้เห็นจริง และเข้าใจได้ง่าย

5. การเล่นเกม (Gaming) เกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้เพื่อการเรียนการสอนนั้น เป็นสิ่งที่ใช้เพื่อเร้าใจผู้เรียนได้อย่างดี โปรแกรมประเภทนี้นับเป็นแบบพิเศษของแบบจำลองสถานการณ์ โดยมีเหตุการณ์ที่มีการแข่งขัน ซึ่งสามารถที่จะเล่นได้โดยนักเรียนเพียงคนเดียวหรือหลายคนที่มีการให้คะแนน มีการแพ้ ชนะ อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมประเภทนี้ต้องระวางให้มีคุณค่าทางการศึกษาโดยต้องมีจุดมุ่งหมาย เนื้อหาและกระบวนการที่เหมาะสมกับหลักสูตร

6. บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเลียนแบบการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่ว่าท่านที่จะใช้เสียงก็เป็นตัวอักษรบนจอภาพแล้ว มีการสอนด้วยการตั้งปัญหาถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนวิชาฟิสิกส์ อาจถามหาแรงเสียดทานแต่ละชนิด ผู้เรียนอาจได้ตอบด้วยการใส่ชื่อแรงเสียดทานให้เป็นคำตอบ หรือบททวนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจเป็นการสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ก็ได้

7. การสาธิต (Demonstration) การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์มีลักษณะคล้ายกับการสาธิตของครู แต่การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์น่าสนใจกว่า เพราะคอมพิวเตอร์ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงามตลอดทั้งสีและแสงด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับเกี่ยวกับวิชาวิทยาศาสตร์

และวิชาคณิตศาสตร์ได้หลายแขนง เช่น สาขิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ การหมุนเวียนของโลหิต การสมดุลของสมการ เป็นต้น

8. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมันจะต้องรวมการทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ คือการสร้างข้อสอบ การจัดการสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

9. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลข หรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัส หรือหมายเลขของผู้เรียนนี้จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10. แบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์สามารถสร้างวิธีการสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลายๆ แบบความต้องการนี้จะมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียนและองค์ประกอบหรือภารกิจต่างๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่ง อาจมีทั้งลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutoring) เกม (Gaming) การไต่ถามให้ข้อมูล (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์การแก้ปัญหา (Problem Solving)

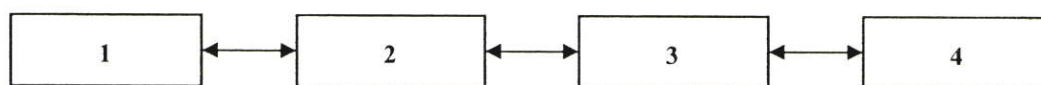
จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อทางการศึกษาที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มาก ดังนั้นผู้วิจัยจึงได้เลือกบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ (Tutorial) เป็นบทเรียนที่มุ่งเน้นเสนอเนื้อหาเป็นหลักไม่ว่าจะเป็นการเสนอเนื้อหาใหม่เนื้อหาเดิมก็ตาม บทเรียนในลักษณะนี้จะทำหน้าที่คล้ายติวเตอร์ ซึ่งอาจจะใช้ในการสอนเนื้อหาใหม่หรือใช้ในการทบทวน หรือสอนเสริม โดยอาศัยแนวความคิดเช่นเดียวกับบทเรียนแบบ โปรแกรมที่เป็นสิ่งพิมพ์แต่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ที่มีเหนือกว่า อันได้แก่การนำเสนอในลักษณะของสื่อประสม การให้ข้อมูลกลับ (Feedback) การเก็บข้อมูลการเรียนรู้และการประเมินผลการเรียน เป็นต้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์นี้เป็นบทเรียนที่มีผู้สร้างและนำมาใช้กันค่อนข้างจะแพร่หลายมากที่สุดรูปแบบหนึ่ง

2.2.3 รูปแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2535 : 15-21) ได้แบ่งการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ คือ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับกรตอบสนองอย่างต่อเนื่อง

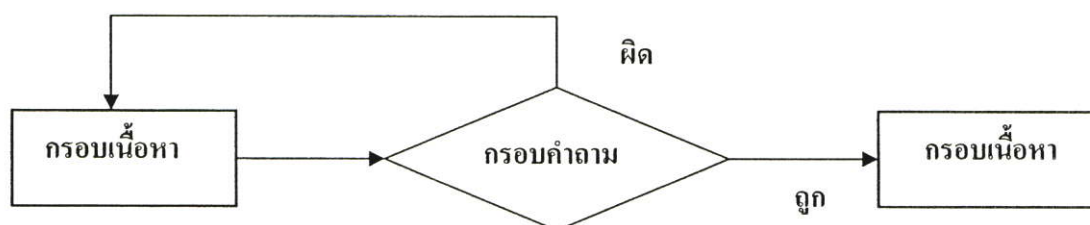
เป็นเทคนิควิธีการสร้างที่ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียว (ดังภาพที่ 2.1)



ภาพที่ 2.1 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

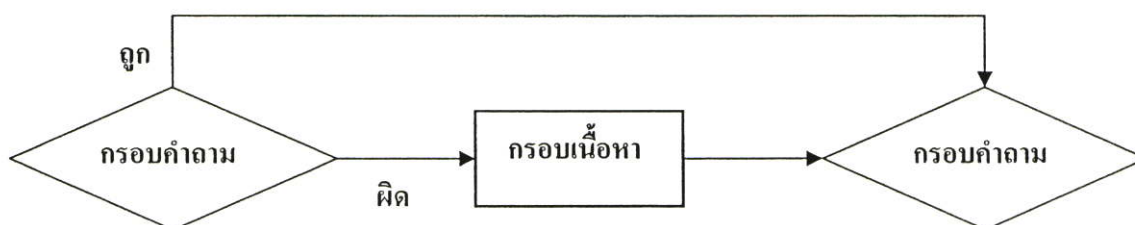
2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่ง (Branching Program) บทเรียนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว เพราะมีลักษณะที่ทำให้ท่ายและน่าสนใจกว่า เหมาะสมต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้ทางเลือกตามระดับความรู้ ความเข้าใจและความสามารถของผู้เรียนซึ่งมีหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

2.1 แบบย้อนกลับ (Linear Format With Repetition) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับ โปรแกรมเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ผู้เรียนก็จะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกต้องโปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับไปยังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้งและถามซ้ำอีก (ดังภาพที่ 2.2)



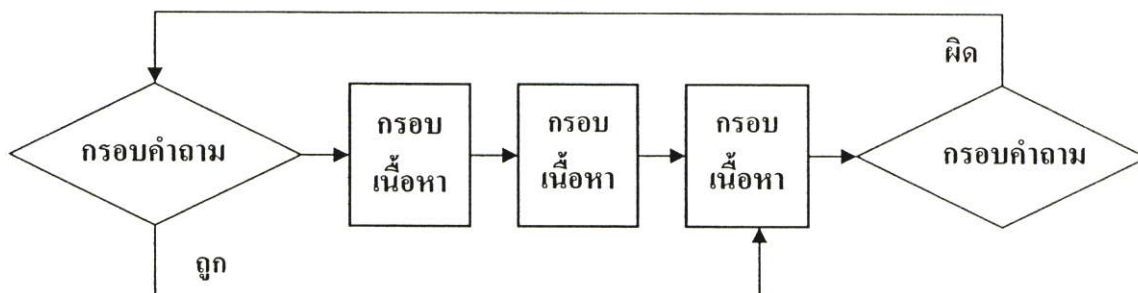
ภาพที่ 2.2 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบย้อนกลับ

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest And Skip Format) บทเรียนลักษณะนี้จะมีการทดสอบก่อนเรียน ถ้าผู้เรียนทดสอบก่อนเรียนแล้วผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นแล้ว ไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล (ดังภาพที่ 2.3)



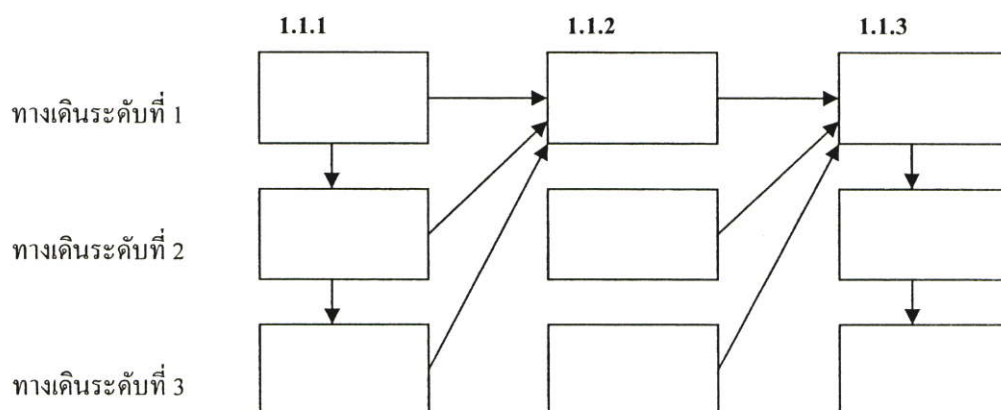
ภาพที่ 2.3 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

2.3 แบบข้ามกรอบและย้อนกลับ (Gate Frames) บทเรียนลักษณะนี้กำหนดให้ผู้เรียนไปยังกรอบต่างๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้ ในลักษณะเดียวกันกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว ทั้งนี้อาจให้ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบหรืออาจส่งผู้เรียนไปยังกรอบที่ผ่านมาแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ (ดังภาพที่ 2.4)



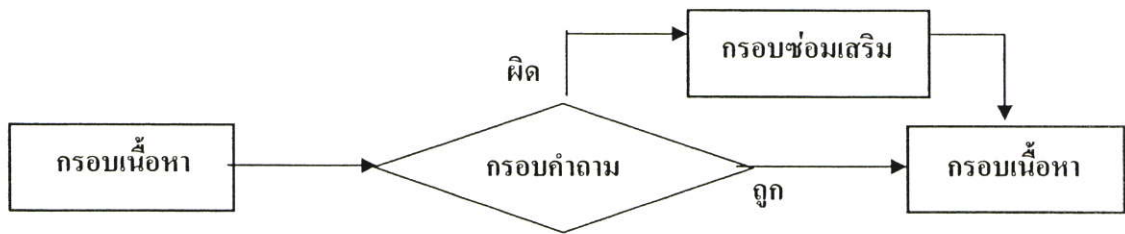
ภาพที่ 2.4 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามกรอบและย้อนกรอบ

2.4 แบบทางเดินหลายเส้น (Secondary Tracks) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบในเส้นทางเดินหลายระดับ เส้นทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่าในกรอบที่อยู่ทางเดินระดับที่ 1 กรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 จะเชื่อมต่อกับกรอบเนื้อหาที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 เส้นทางเดินของผู้เรียนจึงได้มีหลายเส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 จะให้เนื้อหาละเอียดจากน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในรอบส่วนนี้จะป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนมากยิ่งขึ้น (ดังภาพที่ 2.5)



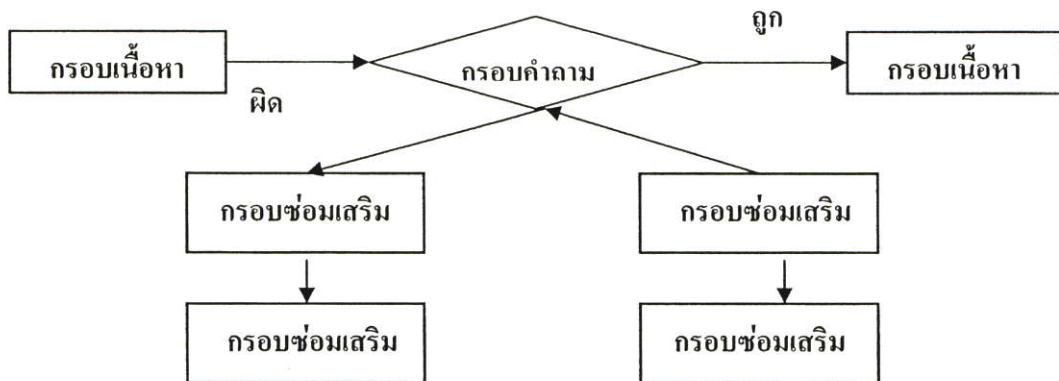
ภาพที่ 2.5 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทางเดินหลายเส้น

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มต้นด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถามถ้าผู้เรียนตอบถูก หากตอบผิดผู้เรียนจะได้รับการซ่อมเสริมก่อนไปยังเนื้อหาในกรอบต่อไป (ดังภาพที่ 2.6)



ภาพที่ 2.6 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริม

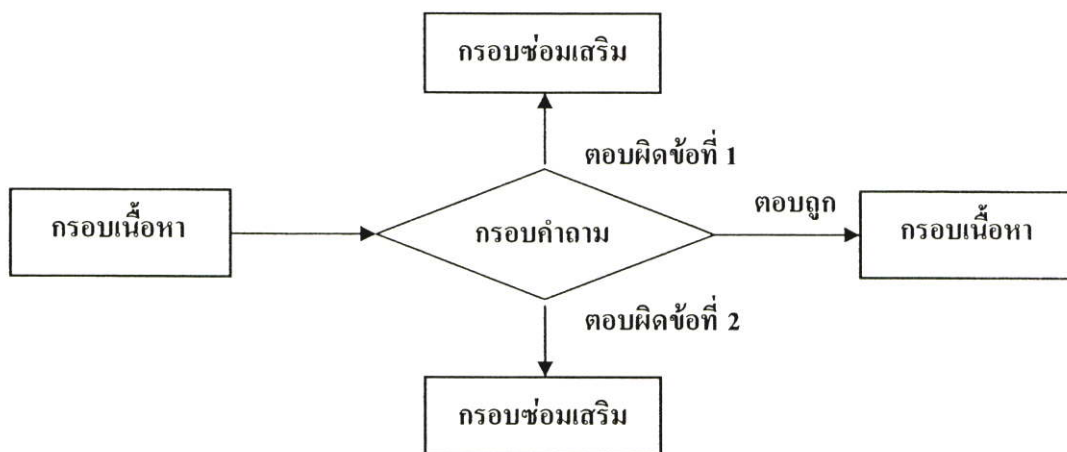
2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบนี้คล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันที่ แทนที่จะแตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริมกรอบเดียว กลับประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบ เป็นชุดบทเรียนย่อย 5-6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับไปกรอบเนื้อหาเดิม (ดังภาพที่ 2.7)



ภาพที่ 2.7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

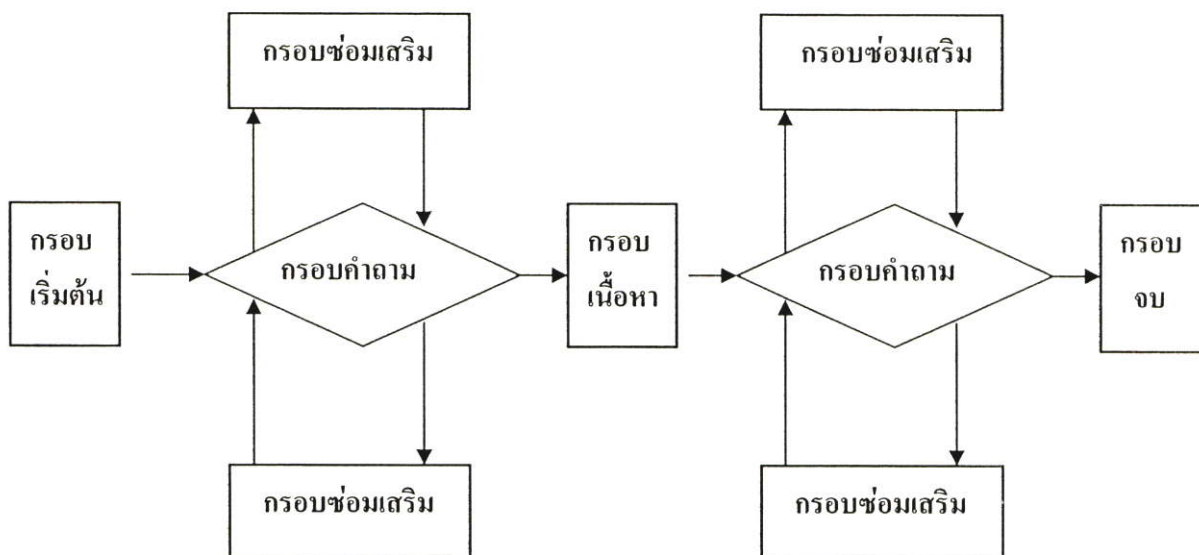
2.7 แบบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยเนื้อหาที่ให้ข้อมูลแล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมา ตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงจะส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้น จะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือถ้าผู้เรียนตอบ

ถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป ถ้าผู้เรียนตอบผิด โปรแกรมก็จะส่งไปยังกรอบซ่อมเสริม ก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่ (ดังภาพที่ 2.8)



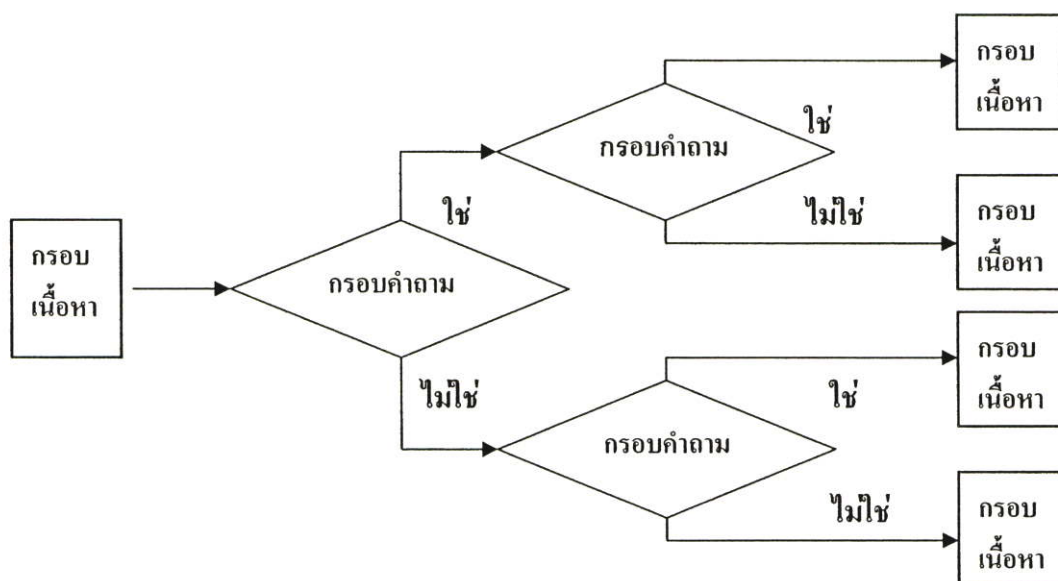
ภาพที่ 2.8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequences) บทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วย กรอบเนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้อง จะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบแสดง ข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูล que ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและ เลือกราคาตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียว และคำตอบที่ผู้เรียนเลือก จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกก็จะไปยังเนื้อหา กรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดจะไปยังกรอบเนื้อหาซ่อมเสริม แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม เพื่อ ศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้น การตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนนั้นขึ้นอยู่กับความรู้ และความเข้าใจเนื้อหาและความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้นๆ ผู้เรียนบางคน อาจจะต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ บทเรียนแบบนี้เหมาะกับบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัดสถานการณ์จำลอง และหนังสือ อิเล็กทรอนิกส์ (ดังภาพที่ 2.9)



ภาพที่ 2.9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) บทเรียนรูปนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนหรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจ และความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล (ดังภาพที่ 2.10)



ภาพที่ 2.10 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับประเภทของบทเรียน โปรแกรมแบบต่างๆ ในการนำเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อการสอนทางการศึกษาที่สามารถใช้ประโยชน์ได้มาก เนื่องจากสามารถช่วยดึงดูดความสนใจ ของผู้เรียนให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นอยากที่จะเรียน ดังนั้นรูปแบบการนำเสนอของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัยนี้จึงเป็นแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Program) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนลักษณะนี้ เป็นการสร้างกรอบที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคนิควิธีการสร้างที่ง่าย ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อกันไปในทิศทางเดียว โดยที่ผู้สร้างและพัฒนาบทเรียนจะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับลักษณะเนื้อหาวิชา โดยคำนึงถึงการเรียนการสอนแบบเอกัตบุคคล ในบทเรียนควรมีการผสมผสานกราฟิก สี ให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรม ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ในหลายลักษณะ ในบทเรียนควรมีการสร้างความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน และอยากมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอน ก่อให้เกิดประสบการณ์ สามารถจดจำได้นานและสนใจที่จะศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองมากยิ่งขึ้น ไม่เกิดความเบื่อหน่ายและควรบอกวัตถุประสงค์ให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายของการศึกษา บทเรียนมีการทบทวนความรู้เดิมหรือทบทวนทักษะที่ต้องใช้เป็นพื้นฐานในการเรียนเนื้อหาใหม่ ภาษาที่ใช้ควรเหมาะสมกับระดับผู้เรียน

2.2.4 ส่วนประกอบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้สร้างบทเรียนไม่จำเป็นจะต้องยึดเป็นหลักตายตัวทั้งนี้ขึ้นอยู่กับบทเรียนเพราะแบบของบทเรียนนั้นอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมและเนื้อหาวิชา อย่างไรก็ตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยทั่วไปจะมีลักษณะการเรียนเป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้ (วสันต์ อดิศักดิ์. 2530 : 19-21)

1. ขี่นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียนและบอกวัตถุประสงค์ของการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนทราบ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการได้ในรูปแบบที่น่าสนใจให้ผู้เรียนมุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียนต่อไปบางโปรแกรมอาจจะมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อนก็ได้ หรือมีรายการ (Menu) ให้ผู้เรียนได้เลือกเรียนตามความสนใจ โดยจัดลำดับการเรียนก่อนหลังด้วยตัวเอง

2. ขี่นเสนอเนื้อหา คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ (Frame) โดยอาจจะเสนอในรูปแบบของตัวอักษร ภาพเสียงต่าง ๆ ตลอดจนกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว (Animation) เพื่อจะสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรอบยอดต่าง ๆ ได้ดี อาจจะเน้นด้วยสีสัน การโยงไปมาระหว่างกรอบต่าง ๆ แต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาที่ละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปยากเรียงลำดับไปเรื่อย ๆ ผู้เรียนอาจจะควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อให้ได้เรียนรู้ให้มากที่สุดตามความสามารถของเขาและมีการชี้แนะ (Prompting Cues) หรือจัดเนื้อหาสำหรับช่วยเหลือผู้เรียน (Help Sequence) เพื่อช่วยเหลือผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

3. **ขั้นคำถามและคำตอบ**หลังจากการเสนอเนื้อหาของบทเรียนแล้ว เพื่อจะวัดว่าผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนผ่านมา ก็จะมีการทบทวนโดยให้ทำแบบฝึกหัดทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น เป็นคำถามแบบเลือกตอบแบบถูกผิด แบบจับคู่ แบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดแก่ผู้เรียนได้น่าสนใจกว่าแบบทดสอบธรรมดาและผู้เรียนจะตอบคำถามผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) นอกจากนี้แล้วคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ ถ้าผู้เรียนตอบไม่ได้ในเวลาที่ตั้งเอาไว้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะเสนอความช่วยเหลือให้

4. **ขั้นตรวจคำตอบ** เมื่อได้รับคำตอบจากผู้เรียน คอมพิวเตอร์จะตรวจคำตอบและแจ้งผลให้ผู้เรียนได้ทราบทันที อาจจะถูกออกมาในรูปของข้อความ กราฟิกหรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น คำชมเชย เสียงเพลงหรือกราฟิก ถ้าตอบผิดคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจจะบอกไป หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหาแล้วให้คำตอบใหม่และเมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวข้อใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเป็นวงจรรออยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนหน่วยนั้น ๆ

5. **ขั้นปิดบทเรียน** เมื่อผู้เรียนจบบทเรียนแล้ว คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะประเมินผลผู้เรียนโดยให้ทำแบบทดสอบ ซึ่งมีจุดประเด็นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถสุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่สร้างไว้และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยไม่เหมือนกัน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดคำตอบจากการทำในครั้งแรก หรือแอบไปรู้คำตอบมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ได้เมื่อทำแบบทดสอบเสร็จ ผู้เรียนจะได้ทราบคะแนนการสอบผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่รวมทั้งเวลาที่ใช้ในการเรียน เป็นต้น

2.2.5 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดี

การพิจารณาว่าโปรแกรมที่มีอยู่หรือที่พัฒนาขึ้น มีคุณภาพและมีความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น พรพรรณ ไวทยางกูร และ นกพินท์ อนันตรศิริชัย (2533 : 34) ยังได้สรุปถึงลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ว่า

1. ต้องมีเนื้อหาถูกต้องเหมาะสม ที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนเป็นเรื่องใกล้ตัว ผู้เรียนไม่ยากหรือง่ายเกินไปและที่สำคัญต้องสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ตามวัตถุประสงค์ของหลักสูตร
2. ใช้ง่ายผู้เรียนไม่จำเป็นต้องมีความรู้หรือทักษะเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์มาก่อนก็สามารถเข้าออกและดำเนินโปรแกรมได้
3. มีความชัดเจน การนำเสนอเนื้อหาบนจอภาพชัดเจนไม่สับสน คำอธิบายบนจอภาพเกี่ยวกับการทำงานของโปรแกรมต้องกระชับได้ใจความชัดเจนพอที่จะทำให้ผู้ใช้รู้สึกสบายใจไม่หวั่นกลัวขณะใช้โปรแกรม
4. ใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับความรู้ของผู้ใช้โปรแกรม
5. มีจำนวนกรอบต่อเนื้อหาแต่ละตอนเหมาะสม กล่าวคือมีความหลากหลายพอเพียงที่จะท้าทายผู้เรียน ไม่ให้เกิดความเบื่อหน่ายสามารถกระตุ้นความสนใจและจูงใจของผู้เรียนได้ดี

ปฏิกริยาโต้ตอบระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับผู้เรียนมีส่วนดึงดูดความสนใจของผู้เรียนได้ดี เช่น บอกให้ทราบว่าผู้เรียนแก้ปัญหาได้ถูกต้องหรือแสดงภาพเคลื่อนไหวเมื่อผู้เรียนตอบถูก

6. สามารถประเมินผลผู้เรียนได้ โดยทั่วไปมักใช้ระดับความยากง่ายของปัญหาที่ใช้ในบทเรียนเป็นเกณฑ์ในการประเมินความสำเร็จของผู้เรียน การประเมินผลระหว่างการเรียนก็สามารถทำได้โดยวัดจากจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกหรือจากเวลาที่ใช้ในการตอบปัญหาแต่ละข้อ

2.2.6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเข้ามาใช้ทางการศึกษา นับว่ามีประสิทธิภาพที่ทำให้การเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายได้ง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็เหมือนกับสื่อชนิดอื่น ๆ ที่มีทั้งข้อดีและข้อจำกัด นิพนธ์ สุขปริดี (2528 : 27-28) กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งพอสรุปได้ ดังนี้

2.2.6.1 ข้อดีของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นให้ประสบการณ์ที่แปลกและใหม่
2. ทำให้ผู้เรียนเรียนได้เร็วขึ้นตามความสามารถ ความต้องการของตนเอง โดยที่ผู้เรียนไม่ต้องรอหรือเร่งให้ทันกับผู้เรียนคนอื่น ไม่ต้องรอข้อมูลย้อนกลับจากครู
3. ผู้เรียนจะเรียนที่ไหน เมื่อใดก็ได้ ตอบสนองถึงการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
4. ผู้เรียนสามารถทราบถึงความสามารถของตนเองในการเรียนได้อย่างรวดเร็ว ผู้เรียนไม่สามารถที่จะดูคำตอบได้ก่อนที่จะทำกิจกรรมซึ่งคอมพิวเตอร์สามารถที่จะบันทึกพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนไว้ได้ เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการเรียนต่อไป
5. การใช้สี ภาพลายเส้นที่มีการเคลื่อนไหวตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริงและดึงดูดใจผู้เรียนให้อยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัดหรือทำกิจกรรมต่าง ๆ
6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของครูในการควบคุมชั้นเรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้

2.2.6.2 ข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. การนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเรียนการสอนนั้น ยังไม่แพร่หลายเนื่องจากขาดวัสดุ อุปกรณ์ โดยเฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์
2. ขาดบทเรียนสำเร็จรูปที่ใช้กับระบบคอมพิวเตอร์ ช่วยการเรียนการสอนที่ตรงตามหลักสูตรและเนื้อหาวิชา
3. บุคลากรทางด้านคอมพิวเตอร์ยังไม่เพียงพอ ทั้งด้านการออกแบบบทเรียน การสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์และการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ
4. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบ โปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

2.3 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามแนวคิดของ กาย่

แนวความคิดของกาย่ เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ หลักการสอนทั้ง 9 ประการได้แก่ (อำนาจ เดชชัยศรี. 2542 : 116 –117)

- 2.3.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)
 - 2.3.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)
 - 2.3.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)
 - 2.3.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)
 - 2.3.5 ชี้แนะแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)
 - 2.3.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)
 - 2.3.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)
 - 2.3.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)
 - 2.3.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)
- รายละเอียดแต่ละขั้นตอน มีดังนี้

2.3.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

ก่อนที่จะเริ่มการนำเสนอเนื้อหาบทเรียน ควรมีการจูงใจและเร่งเร้าความสนใจให้ผู้เรียนอยากเรียน ดังนั้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลายๆ อย่าง โดยสื่อที่สร้างขึ้นมานั้นต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและน่าสนใจ ซึ่งจะมีผลโดยตรงต่อความสนใจของผู้เรียน นอกจากเร่งเร้าความสนใจแล้ว ยังเป็นการเตรียมความพร้อมให้ผู้เรียนพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหาต่อไปในตัวอีกด้วย ตามลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเร่งเร้าความสนใจในขั้นตอนแรกนี้ก็คือ การนำเสนอบทนำเรื่อง (Title) ของบทเรียนนั่นเอง ซึ่งหลักสำคัญประการหนึ่งของการออกแบบในส่วนนี้คือ ควรให้สายตาของผู้เรียนอยู่ที่จอภาพ โดยไม่พะวงอยู่ที่แป้นพิมพ์หรือส่วนอื่นๆ แต่ถ้าบทนำเรื่องดังกล่าวต้องการตอบสนองจากผู้เรียน โดยการใช้ปฏิสัมพันธ์ผ่านทางอุปกรณ์ป้อนข้อมูล ก็ควรเป็นการตอบสนองที่ง่าย ๆ เช่น กดแป้น Spacebar คลิกเมาส์ หรือ กดแป้นพิมพ์ตัวใดตัวหนึ่งเป็นต้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อเร่งเร้าความสนใจของผู้เรียนมีดังนี้

1. เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา เพื่อเร่งเร้าความสนใจในส่วนของบทนำเรื่อง โดยมีข้อพิจารณาดังนี้
 - 1.1 ใช้ภาพกราฟิกที่มีขนาดใหญ่ชัดเจน ง่าย และไม่ซับซ้อน
 - 1.2 ใช้เทคนิคการนำเสนอที่ปรากฏภาพได้เร็ว เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเบื่อ

1.3 ควรให้ภาพปรากฏบนจอภาพระยะหนึ่ง จนกระทั่งผู้เรียนกดแป้นพิมพ์ใดๆ จึงเปลี่ยนไปสู่เฟรมอื่นๆ เพื่อสร้างความคุ้นเคยให้กับผู้เรียน

1.4 เลือกใช้ภาพกราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ระดับความรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

2. ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือใช้เทคนิคการนำเสนอภาพผลพิเศษเข้าช่วย เพื่อแสดงการเคลื่อนไหวของภาพ แต่ควรใช้เวลาสั้นๆ และง่าย

3. เลือกใช้สีที่ตัดกับฉากหลังอย่างชัดเจน โดยเฉพาะสีเข้ม

4. เลือกใช้เสียงที่สอดคล้องกับภาพกราฟิกและเหมาะสมกับเนื้อหาบทเรียน

5. ควรบอกชื่อเรื่องบทเรียนไว้ด้วยในส่วนของบทนำเรื่อง

2.3.2 บอกวัตถุประสงค์ (Specify Objective)

วัตถุประสงค์ของบทเรียน นับว่าเป็นส่วนสำคัญยิ่งต่อกระบวนการเรียนรู้ ที่ผู้เรียนจะได้ทราบถึงความคาดหวังของบทเรียนจากผู้เรียน นอกจากผู้เรียนจะทราบถึงพฤติกรรมขั้นสุดท้ายของตนเองหลังจบบทเรียนแล้ว จะยังเป็นการแจ้งให้ทราบล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา รวมทั้งเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าวๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น นอกจากนี้จะมีผลดังกล่าวแล้ว ผลการวิจัยยังพบด้วยว่า ผู้เรียนที่ทราบวัตถุประสงค์ของการเรียนก่อนเรียนบทเรียนจะสามารถจำและเข้าใจในเนื้อหาได้ดีขึ้นอีกด้วย

วัตถุประสงค์บทเรียนจำแนกเป็น 2 ชนิด ได้แก่ วัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เฉพาะ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย อย่างไรก็ตามวัตถุประสงค์ทั่วไปก็มีความจำเป็นที่จะต้องแจ้งให้ผู้เรียนทราบถึงเค้าโครงเนื้อหาแนวกว้างๆ เช่นกัน

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการบอกวัตถุประสงค์บทเรียน มีดังนี้

1. บอกวัตถุประสงค์โดยเลือกใช้ประโยคสั้นๆ แต่ได้ใจความ อ่านแล้วเข้าใจ ไม่ต้องแปลความอีกครั้ง

2. หลีกเลี่ยงการใช้คำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก และเป็นที่ยังไม่เข้าใจของผู้เรียนโดยทั่วไป

3. ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไปในเนื้อหาแต่ละส่วนๆ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสน หากมีเนื้อหามาก ควรแบ่งบทเรียนออกเป็นหัวเรื่องย่อยๆ

4. ควรบอกการนำไปใช้งานให้ผู้เรียนทราบด้วยว่า หลังจากจบบทเรียนแล้วจะสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำอะไรได้บ้าง

5. ถ้าบทเรียนนั้นประกอบด้วยบทเรียนย่อยหลายหัวเรื่อง ควรบอกทั้งวัตถุประสงค์ทั่วไป และวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยบอกวัตถุประสงค์ทั่วไปในบทเรียนหลัก และตามด้วยรายการ ให้เลือก หลังจากนั้นจึงบอกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของแต่ละบทเรียนย่อยๆ

6. อาจนำเสนอวัตถุประสงค์ให้ปรากฏบนจอภาพทีละข้อๆ ก็ได้ แต่ควรคำนึงถึงเวลาการ นำเสนอให้เหมาะสม หรืออาจให้ผู้เรียนกดแป้นพิมพ์เพื่อศึกษาวัตถุประสงค์ต่อไปทีละข้อก็ได้

7. เพื่อให้การนำเสนอวัตถุประสงค์น่าสนใจยิ่งขึ้น อาจใช้กราฟิกง่ายๆ เข้าช่วย เช่น ตีกรอบ ใช้ลูกศร และใช้รูปทรงเรขาคณิต แต่ไม่ควรใช้การเคลื่อนไหวเข้าช่วย โดยเฉพาะกับตัวหนังสือ

2.3.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

การทบทวนความรู้เดิมก่อนที่จะนำเสนอความรู้ใหม่แก่ผู้เรียน มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้อง หาวิธีการประเมิน ความรู้ที่จำเป็นสำหรับบทเรียนใหม่ เพื่อไม่ให้ผู้เรียนเกิดปัญหาในการเรียนรู้

วิธีปฏิบัติโดยทั่วไปสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การทดสอบก่อนบทเรียน (Pre-test) ซึ่งเป็นการประเมินความรู้ของผู้เรียน เพื่อทบทวนเนื้อหาเดิมที่เคยศึกษามาแล้ว และ เพื่อเตรียมความพร้อมในการรับเนื้อหาใหม่ นอกจากนี้จะเป็นการตรวจวัดความรู้พื้นฐานแล้ว บทเรียน บางเรื่องอาจใช้ผลจากการทดสอบก่อนบทเรียนมาเป็นเกณฑ์จัดระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัด บทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความสามารถของผู้เรียน เพื่อจัดบทเรียนให้ตอบสนองต่อระดับความ สามารถที่แท้จริงของผู้เรียนแต่ละคน แต่อย่างไรก็ตาม ในขั้นการทบทวนความรู้เดิมนี้ไม่จำเป็นต้อง เป็นการทดสอบเสมอไป หากเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่เรียน ต่อเนื่องกันไปตามลำดับ การทบทวนความรู้เดิม อาจอยู่ในรูปแบบของการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด ย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนรู้มาก่อนหน้านี้ก็ได้ การกระตุ้นดังกล่าวอาจแสดงด้วยคำพูด คำเขียน ภาพ หรือผสมผสานกันแล้วแต่ความเหมาะสม ปริมาณเล็กน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับเนื้อหา ตัวอย่างเช่น การนำเสนอเนื้อหาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบผสม ถ้าผู้เรียนไม่สามารถเข้าใจวิธีการหาความ ด้านทานรวม กรณีนี้ควรจะมีวิธีการวัดความรู้เดิมของผู้เรียนก่อนว่ามีความเข้าใจเพียงพที่จะคำนวณ หาค่าต่างๆ ในแบบผสมหรือไม่ ซึ่งจำเป็นต้องมีการทดสอบก่อน ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่เข้าใจวิธีการ คำนวณ บทเรียนต้องชี้แนะให้ผู้เรียนกลับไปศึกษาเรื่องการต่อตัวด้านทานแบบอนุกรมและแบบ ขนานก่อน หรืออาจนำเสนอบทเรียนย่อยเพิ่มเติมเรื่องดังกล่าว เพื่อเป็นการทบทวนก่อนก็ได้ สิ่งที่จะต้องพิจารณาในการทบทวนความรู้เดิม มีดังนี้

1. ควรมีการทดสอบความรู้พื้นฐานหรือนำเสนอเนื้อหาเดิมที่เกี่ยวข้อง เพื่อเตรียมความพร้อม ผู้เรียนในการเข้าสู่เนื้อหาใหม่ โดยไม่ต้องคาดเดาว่าผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน

2. แบบทดสอบต้องมีคุณภาพ สามารถแปลผลได้ โดยวัดความรู้พื้นฐานที่จำเป็นกับการศึกษา เนื้อหาใหม่เท่านั้น มิใช่แบบทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่อย่างใด

3. การทบทวนเนื้อหาหรือการทดสอบ ควรใช้เวลาสั้นๆ กระชับ และตรงตามวัตถุประสงค์ ของบทเรียนมากที่สุด

4. ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่หรือออกจากการทดสอบ เพื่อไปศึกษาทบทวนได้ตลอดเวลา

5. ถ้าบทเรียนไม่มีการทดสอบความรู้พื้นฐานเดิม บทเรียนต้องนำเสนอวิธีการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ศึกษาผ่านมาแล้ว หรือสิ่งที่มีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว โดยอาจใช้ภาพประกอบในการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด จะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

2.3.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้นๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาง่ายขึ้น และมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว

โดยหลักการที่ว่า ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แม้ในเนื้อหาบางช่วงจะมีความยากในการที่จะคิดสร้างภาพประกอบ แต่ก็ควรพิจารณาวิธีการต่างๆ ที่จะนำเสนอด้วยภาพให้ได้ แม้จะมีจำนวนน้อย แต่ก็ยังดีกว่าคำอธิบายเพียงคำเดียว ภาพที่ใช้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำแนกออกเป็น 2 ส่วนหลักๆ คือ ภาพนิ่ง ได้แก่ ภาพลายเส้น ภาพ 2 มิติ ภาพ 3 มิติ ภาพถ่ายของจริง แผนภาพ แผนภูมิ และกราฟ อีกส่วนหนึ่งได้แก่ภาพเคลื่อนไหว เช่น ภาพวิดิทัศน์ ภาพจากแหล่งสัญญาณดิจิทัลต่างๆ เช่น จากเครื่องเล่นภาพโฟโต้ซีดี เครื่องเล่นเลเซอร์ดิสก์ กล้องถ่ายภาพวิดิทัศน์ และภาพจากโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหว เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้ภาพประกอบเนื้อหาอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร หากภาพเหล่านั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลามากไปในการปรากฏบนจอภาพ ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ชับซ้อน เข้าใจยาก และไม่เหมาะสมในเรื่องเทคนิคการออกแบบ เช่น ขาดความสมดุล องค์ประกอบภาพไม่ดี เป็นต้น

ดังนั้น การเลือกภาพที่ใช้ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรพิจารณาในประเด็นต่างๆ ดังนี้

1. เลือกใช้ภาพประกอบการนำเสนอเนื้อหาให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่เป็นเนื้อหาสำคัญๆ
2. เลือกใช้ภาพเคลื่อนไหว สำหรับเนื้อหาที่ยากและซับซ้อนที่มีการเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับขั้น หรือเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง
3. ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ แทนข้อความคำอธิบาย
4. การเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ให้เน้นในส่วนของข้อความสำคัญ ซึ่งอาจใช้การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น การโยงลูกศร การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด เช่น สังกะสีที่ด้านขวาของภาพ เป็นต้น
5. ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยาก และไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

6. จัดรูปแบบของคำอธิบายให้นำอ่าน หากเนื้อหายาว ควรจัดแบ่งกลุ่มคำอธิบายให้จบเป็นตอนๆ
7. คำอธิบายที่ใช้ในตัวอย่าง ควรกระชับและเข้าใจได้ง่าย
8. หากเครื่องคอมพิวเตอร์แสดงกราฟิกได้ช้า ควรเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น
9. ไม่ควรใช้สีพื้นสลับไปสลับมาในแต่ละเฟรมเนื้อหา และไม่ควรเปลี่ยนสีไปมา โดยเฉพาะสีหลักของตัวอักษร
10. คำที่ใช้ควรเป็นคำที่ผู้เรียนระดับนั้นๆ คำนึง และเข้าใจความหมายตรงกัน
11. ชื่อนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทำอย่างอื่นบ้าง แทนที่จะให้กดแป้นพิมพ์ หรือคลิกเมาส์เพียงอย่างเดียวเท่านั้น เช่น การปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนโดยวิธีการพิมพ์ หรือตอบคำถาม

2.3.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำจรัส (Meaningful Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือการที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิม

รวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ ดังนั้น หน้าที่ของผู้ออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ก็คือ

พยายามค้นหาเทคนิคในการที่จะกระตุ้นให้ผู้เรียนนำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่

นอกจากนั้น ยังจะต้องพยายามหาวิธีทางที่จะทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนนั้นมีความกระจำจรัสเท่าที่จะทำได้ เป็นต้นว่า การใช้เทคนิคต่างๆ เข้าช่วย ได้แก่ เทคนิคการให้ตัวอย่าง

(Example) และตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่าง (Non-example) อาจจะช่วยทำให้ผู้เรียนแยกแยะความแตกต่างและเข้าใจ โนคติของเนื้อหาต่างๆ ได้ชัดเจนขึ้น

เนื้อหาบางหัวเรื่อง ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียอาจใช้วิธีการค้นพบ (Guided Discovery) ซึ่งหมายถึง การพยายามให้ผู้เรียนค้นหาเหตุผล ค้นคว้า และวิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยบทเรียนจะค่อยๆ ชี้นำจากจุดกว้างๆ และแคบลงๆ จนผู้เรียนหาคำตอบได้เอง นอกจากนั้น การใช้คำอธิบายกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิด ก็เป็นเทคนิคอีกประการหนึ่งที่สามารถนำไปใช้ในการชี้นำแนวทางการเรียนรู้ได้ สรุปแล้วในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบจะต้องยึดหลักการจัดการเรียนรู้ จากสิ่งที่มีประสบการณ์เดิม ไปสู่เนื้อหาใหม่ จากสิ่งที่ยากไปสู่สิ่งที่ง่ายกว่าตามลำดับขั้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการชี้นำแนวทางการเรียนในขั้นนี้ มีดังนี้

1. บทเรียนควรแสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ และช่วยให้เห็นว่าสิ่งย่อนั้นมีความสัมพันธ์กับสิ่งใหญ่อย่างไร

2. ควรแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ผ่านมาแล้ว
3. นำเสนอตัวอย่างที่แตกต่างกัน เพื่อช่วยอธิบายความคิดรวบยอดใหม่ให้ชัดเจนขึ้น เช่น ตัวอย่างการเปิดหน้ากล้องหลายๆ ค่า เพื่อให้เห็นถึงความเปลี่ยนแปลงของรูปร่าง เป็นต้น
4. นำเสนอตัวอย่างที่ไม่ใช่ตัวอย่างที่ถูกต้อง เพื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่ถูกต้อง เช่น นำเสนอภาพไม้ พลาสติก และยาง แล้วบอกว่าภาพเหล่านี้ไม่ใช่โลหะ
5. การนำเสนอเนื้อหาที่ยาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมมากกว่านามธรรม ถ้าเป็นเนื้อหาที่ไม่ยากนัก ให้นำเสนอตัวอย่างจากนามธรรมในรูปธรรม
6. บทเรียนควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิมที่ผ่านมา

2.3.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีความจำดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีข้อได้เปรียบกว่าโสตทัศนูปกรณ์อื่นๆ เช่น วิดิทัศน์ ภาพยนตร์ สไลด์ เทปเสียง เป็นต้น ซึ่งสื่อการเรียนการสอนเหล่านี้จัดเป็นแบบปฏิสัมพันธ์ไม่ได้ (Non-interactive Media) แตกต่างจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้เรียนสามารถมีกิจกรรมร่วมกับบทเรียนได้หลายลักษณะ ไม่ว่าจะเป็นการตอบคำถาม แสดงความคิดเห็น เลือกกิจกรรม และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน กิจกรรมเหล่านี้เองที่ไม่ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อหน่าย เมื่อมีส่วนร่วม ก็มีส่วนคิดนำหรือติดตามบทเรียน ย่อมมีส่วนผูกประสานให้ความจำดีขึ้น

สิ่งที่ต้องพิจารณาเพื่อให้การจำของผู้เรียนดีขึ้น ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ร่วมกระทำกิจกรรมในบทเรียนอย่างต่อเนื่อง โดยมีข้อแนะนำดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้มีโอกาสตอบสนองต่อบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งต่อบทเรียน เช่น ตอบคำถาม ทำแบบทดสอบ ร่วมทดลองในสถานการณ์จำลอง เป็นต้น
2. ควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสในการพิมพ์คำตอบหรือเติมข้อความสั้นๆ เพื่อเรียกความสนใจ แต่ไม่ควรให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
3. ถามคำถามเป็นช่วงๆ สลับกับการนำเสนอเนื้อหา ตามความเหมาะสมของลักษณะเนื้อหา
4. เร่งเร้าความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ โดยใช้ความเข้าใจมากกว่าการใช้ความจำ
5. ไม่ควรถามครั้งเดียวหลายๆ คำถาม หรือถามคำถามเดียวแต่ตอบได้หลายคำตอบ ถ้าจำเป็น ควรใช้คำตอบแบบตัวเลือก
6. หลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำหลายๆ ครั้ง เมื่อผู้เรียนตอบผิดหรือทำผิด 2-3 ครั้ง ควรตรวจปรับเนื้อหาทันที และเปลี่ยนกิจกรรมเป็นอย่างอื่นต่อไป

7. เฟรมตอบสนองของผู้เรียน เฟรมคำถาม และเฟรมการตรวจปรับเนื้อหา ควรอยู่บนหน้าจอภาพเดียวกัน เพื่อสะดวกในการอ้างอิง กรณีนี้อาจใช้เฟรมย่อยซ้อนขึ้นมาในเฟรมหลักก็ได้

8. ควรคำนึงถึงการตอบสนองที่มีข้อผิดพลาดอันเกิดจากการเข้าใจผิด เช่น การพิมพ์ตัว L กับเลข 1 ควรเคาะเว้นวรรคประโยคยาวๆ ข้อความเกินหรือขาดหายไป ตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เป็นต้น

2.3.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

ผลจากการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนได้มากขึ้น

ถ้าบทเรียนนั้นทำทนาย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้นผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด การให้ข้อมูลย้อนกลับดังกล่าว ถ้านำเสนอด้วยภาพจะช่วยให้เร้าความสนใจได้ดียิ่งขึ้น โดยเฉพาะถ้าภาพนั้นเกี่ยวกับเนื้อหาที่เรียน อย่างไรก็ตาม การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยภาพ หรือกราฟิกอาจมีผลเสียอยู่บ้างตรงที่ผู้เรียนอาจต้องการดูผลว่าหากทำผิดแล้วจะเกิดอะไรขึ้น ตัวอย่างเช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเกมการสอนแบบเขวนคอสำหรับการสอนคำศัพท์ภาษาอังกฤษ ผู้เรียนอาจตอบโดยการกดแป้นพิมพ์ไปเรื่อยๆ โดยไม่สนใจเนื้อหา เนื่องจากต้องการดูผลจากการเขวนคอ วิธีหลีกเลี่ยงก็คือ เปลี่ยนจากการนำเสนอภาพในทางบวก เช่น ภาพเล่นเรือเข้าหาฝั่ง ภาพขยับยานสู่ดวงจันทร์ ภาพหนูเดินไปกินเนยแข็ง เป็นต้น ซึ่งจะไปถึงจุดหมายได้ด้วยการตอบถูกเท่านั้น หากตอบผิดจะไม่เกิดอะไรขึ้น

อย่างไรก็ตามถ้าเป็นบทเรียนที่ใช้กับกลุ่มเป้าหมายระดับสูงหรือเนื้อหาที่มีความยาก การให้ข้อมูลย้อนกลับด้วยคำเขียนหรือกราฟจะเหมาะสมกว่า

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการให้ข้อมูลย้อนกลับ มีดังนี้

1. ให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากผู้เรียนได้ตอบกับบทเรียน
2. ควรบอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือตอบผิด โดยแสดงคำถาม คำตอบและการตรวจปรับบนเฟรมเดียวกัน
3. ถ้าให้ข้อมูลย้อนกลับโดยการใช้ภาพ ควรเป็นภาพที่ง่ายและเกี่ยวข้องกับเนื้อหา ถ้าไม่สามารถหาภาพที่เกี่ยวข้องได้ อาจใช้ภาพกราฟิกที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้
4. หลีกเลี่ยงการใช้ผลทางภาพ (Visual Effects) หรือการให้ข้อมูลย้อนกลับที่ตื่นตาเกินไปในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
5. อาจใช้เสียงสำหรับการให้ข้อมูลย้อนกลับ เช่น คำตอบถูกต้อง และคำตอบผิด โดยใช้เสียงที่แตกต่างกัน แต่ไม่ควรเลือกใช้เสียงที่ก่อให้เกิดลักษณะการเหยียดหยาม หรือดูแคลน ในกรณีที่ผู้เรียนตอบผิด
6. เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง หลังจากที่ผู้เรียนตอบผิด 2 - 3 ครั้ง ไม่ควรปล่อยให้เสียไป
7. อาจใช้วิธีการให้คะแนนหรือแสดงภาพ เพื่อบอกความใกล้-ไกลจากเป้าหมายก็ได้

8. พยายามสู่การให้ข้อมูลย้อนกลับ เพื่อเรียกความสนใจตลอดบทเรียน

2.3.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้ยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท

นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรมีรูปแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วนๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด

สิ่งที่ต้องพิจารณาในการออกแบบทดสอบหลังบทเรียน มีดังนี้

1. ชี้แจงวิธีการตอบคำถามให้ผู้เรียนทราบก่อนอย่างแจ่มชัด รวมทั้งคะแนนรวม คะแนนรายข้อ และรายละเอียดที่เกี่ยวข้องอื่นๆ เช่น เกณฑ์ในการตัดสินผล เวลาที่ใช้ในการตอบโดยประมาณ
2. แบบทดสอบต้องวัดพฤติกรรมตรงกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของบทเรียน และควรเรียงลำดับจากง่ายไปยาก
3. ข้อคำถามคำตอบ และการตรวจปรับคำตอบ ควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และนำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว
4. หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตนัยที่ให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์
5. ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว เพื่อให้ผู้เรียนตอบครั้งเดียว ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อยอยู่ด้วย ซึ่งควรแยกออกเป็นหลายๆ คำถาม
6. แบบทดสอบควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม
7. อย่าตัดสินคำตอบว่าผิดถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น ถ้าคำตอบที่ต้องการเป็นตัวอักษรแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวเลข ควรบอกให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ควรชี้ว่าคำตอบนั้นผิด และไม่ควรถัดสินคำตอบว่าผิด หากผิดพลาดหรือเว้นวรรคผิด หรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนที่จะเป็นตัวพิมพ์ใหญ่ เป็นต้น
8. แบบทดสอบชุดหนึ่งควรมีหลายๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

2.3.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่างๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในขั้นนี้ มีข้อเสนอแนะดังนี้

1. สรุปองค์ความรู้เฉพาะประเด็นสำคัญๆ พร้อมทั้งชี้แนะให้เห็นถึงความสัมพันธ์กับความรู้หรือประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนผ่านมาแล้ว
2. ทบทวนแนวคิดที่สำคัญของเนื้อหา เพื่อเป็นการสรุป
3. เสนอแนะเนื้อหาความรู้ใหม่ ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
4. บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการศึกษาเนื้อหาต่อไป

ขั้นตอนการสอนทั้ง 9 ประการของ Robert Gagné เป็นมโนมติกว้างๆ แต่ก็สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียน สำหรับการเรียนการสอนปกติ ในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้ชิดเคียง กับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้อง กับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

2.4 โปรแกรมโปรเดสทอป : Pro/DESKTOP

โปรแกรม Pro/DESKTOP เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาที่ใช้สอนนักเรียนในเรื่องการออกแบบและสร้างงาน 3 มิติ ซึ่งโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Pro/DESKTOP นี้ง่ายต่อการใช้งาน และมีความเหมาะสมต่อการเรียนรู้ของนักเรียน โดยสามารถนำโปรแกรม Pro/DESKTOP มาเป็นเครื่องมือในการออกแบบและสร้างชิ้นงานที่เกิดจากความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียนเอง ซึ่งการสร้างชิ้นงานสามารถมองเห็นชิ้นงานเป็น 3 มิติเสมือนจริง อีกทั้งนักเรียนสามารถเรียนรู้และเข้าใจการสร้างสรรค์ชิ้นงาน และออกแบบผลิตภัณฑ์ในเชิงการตลาด หากนักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจและทักษะในการใช้โปรแกรม Pro/DESKTOP มากขึ้นจะเป็นแนวคิดและมองเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพในอนาคต เป็นวิศวกร นักออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และนักเทคโนโลยี เป็นต้น

โปรแกรม Pro/DESKTOP นี้เหมาะสำหรับใช้สอนนักเรียนระดับมัธยมศึกษา วิทยาลัยและมหาวิทยาลัย ซึ่งใช้เวลาในการศึกษาเรียนรู้เพียง 2-3 สัปดาห์ก็สามารถทำความเข้าใจได้เป็นอย่างดี สำหรับการเรียนการสอนเพื่อใช้ในการสร้างชิ้นงาน/โครงการของนักเรียน จะใช้เวลาเพียง 2-3 ชั่วโมงก็จัดสร้างชิ้นงานขั้นพื้นฐานได้เป็นอย่างดี อีกทั้งนักเรียนสามารถนำโปรแกรม Pro/DESKTOP นี้

ไปใช้และฝึกปฏิบัติงานที่บ้านได้ด้วยตนเอง ซึ่งจะทำให้นักเรียนเกิดความชำนาญในการใช้โปรแกรม Pro/DESKTOP เพิ่มขึ้น

ความสามารถของโปรแกรม Pro/DESKTOP

โปรแกรม Pro/DESKTOP สามารถใช้ฝึกทักษะและสร้างสรรค์ผลงานต่าง ๆ เช่น

1. การออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน
 2. การทำรูปทรง 3 มิติ ต่าง ๆ
 3. การออกแบบทางด้านวิศวกรรม สถาปัตยกรรม
 4. การออกแบบผลิตภัณฑ์ต่าง ๆ
 5. การออกแบบชิ้นงาน Animation
 6. การจัดทำภาพฉาย (Projection)
- ฯลฯ

โปรแกรม Pro/DESKTOP เข้ามาสู่วงการศึกษาระดับไทยได้อย่างไร

เมื่อปลายปีงบประมาณ 2546 บริษัท PTC U.S.A. ได้ติดต่อมายังกระทรวงศึกษาธิการ เพื่อมอบโปรแกรม Pro/DESKTOP พร้อมลิขสิทธิ์ใช้งานสำหรับนักเรียนไทยในระดับมัธยมศึกษา โดยมีนายพงศ์ศักดิ์ รักตพงษ์ไพศาล (ผู้ช่วยรัฐมนตรีว่าการกระทรวงศึกษาธิการในขณะนั้น) เป็นผู้รับฟังการนำเสนอศักยภาพของโปรแกรม จากนั้นคณะเข้าพบ พล.ต.นายกรัฐมนตรี เพื่อมอบโปรแกรมดังกล่าวไว้ใช้ประโยชน์พร้อมทั้งมีวิทยากรชาวต่างประเทศสาธิตการใช้โปรแกรมภายใต้การตรวจรับโดยผู้เชี่ยวชาญด้าน IT จากหน่วยงานต่าง ๆ

โปรแกรม Pro/DESKTOP มี 2 ระดับ คือ โปรแกรมที่ใช้ในระดับมัธยมศึกษา และระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งประเทศไทยได้รับมอบโปรแกรม Pro/DESKTOP เพื่อการใช้งานฟรี จำนวน 20 ชุด สำหรับระดับมัธยมศึกษา โดยอนุญาตให้นักเรียนไทยทุกคนใช้ได้ โดยไม่มีข้อจำกัด ยกเว้นดำเนินไปใช้ในเชิงธุรกิจ

ผู้เชี่ยวชาญหลายท่านได้ให้ข้อคิดเห็นว่า โปรแกรม Pro/DESKTOP มีรูปแบบการใช้งานที่ง่ายต่อการเรียนรู้ เหมาะกับการเรียนในระดับมัธยมศึกษา น่าจะขยายผลการใช้งานให้ครอบคลุมทั้งประเทศ ผนวกกับขณะนี้ ทางโครงการโรงเรียนในฝันกำลังต้องการเครื่องมือในการผลิตสื่อใช้งาน จึงเห็นพ้องกันว่าโปรแกรม Pro/DESKTOP นี้ น่าจะเป็นทางเลือกหนึ่งของโครงการโรงเรียนในฝัน จึงได้จัดการฝึกอบรมนำร่องให้กับคณะศึกษานิเทศก์ และครู จำนวน 38 คน เพื่อทดลองใช้โปรแกรม Pro/DESKTOP โดยมีวิทยากรชาวต่างประเทศ ให้การฝึกอบรม ก่อนที่จะขยายผลไปยังโรงเรียนอื่น ๆ ทั่วประเทศ

ความต้องการด้าน Hardware ขั้นต่ำ

คู่มือการใช้ โปรแกรม Pro/DESKTOP ได้กำหนดคุณสมบัติของ Hardware ขั้นต่ำไว้ดังนี้

- เพนเทียมอินเทลขั้นต่ำ 166 MHz หรือสูงกว่า
- หน่วยความจำขั้นต่ำ 64 MB
- ที่ว่างของฮาร์ดดิสก์ 80 MB (สำหรับโปรแกรม)
- มีที่ว่างอิสระในโฟลเดอร์ TEMP ระหว่างกระบวนการติดตั้ง 110 MB
- ไมโครซอฟต์ Windows 98, Me, 2000, XP, NT 4.0

ข้อเสนอแนะจากการทดลองใช้โปรแกรม

1. Window 98 จากการทดลองใช้งาน โปรแกรมนี้จะทำงานได้ดี บน RAM ตั้งแต่ 128 MB และมีความจำการ์ดจอ 16 MB ขึ้นไป หากต้องการใช้งานโปรแกรมอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด ควรใช้ 32 MB ขึ้นไป

2. Windows XP ควรจะมี RAM ไม่น้อยกว่า 256 MB

3. ในกรณีเครื่องมีขีดความสามารถต่ำ ให้ปิดหน้าต่างที่ไม่ใช้งาน ให้คงเหลือหน้าต่างที่กำลังทำงานปัจจุบัน จะช่วยแก้ปัญหาได้บ้าง

จุดเด่นของโปรแกรม Pro/DESKTOP

โปรแกรม Pro/DESKTOP ง่ายต่อการใช้งานพอสมควร และสามารถฝึกทักษะด้านกระบวนการคิดสร้างสรรค์ได้เป็นอย่างดี อีกทั้งผู้ใช้งานโปรแกรม Pro/DESKTOP ได้ศึกษาและฝึกทักษะให้มีความชำนาญและเชี่ยวชาญ ก็จะสามารถนำโปรแกรม Pro/DESKTOP ไปใช้ในการออกแบบต่าง ๆ ในชีวิตประจำวันและประกอบอาชีพได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อออกแบบผลิตภัณฑ์หรือชิ้นงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว โปรแกรม Pro/DESKTOP สามารถแสดงภาพฉายของชิ้นงานให้ด้วย ซึ่งผู้สร้างชิ้นงานไม่ต้องเขียนภาพฉายอีก

นอกจากนี้ ยังสามารถออกแบบ Model ที่แสดงภาพการเคลื่อนไหว หรือลักษณะการใช้งานของ Model นั้น ๆ ได้ด้วย

ข้อคิดจาก Ivan Chester (MindustrailEd Newcastle, Director of Studies, Bachelor Of Technology Education, Australia) วิทยากรผู้ฝึกอบรมการใช้งานโปรแกรม Pro/Desktop

Ivan ได้เสนอข้อคิดเห็นบางประการต่อกระทรวงฯ และครูเกี่ยวกับการฝึกอบรมโปรแกรม CAD ในฐานะที่ Ivan เป็นผู้สนใจในงานวิจัยทางการเรียนรู้ (Cognitive research) เกี่ยวกับการสอน CAD และการแก้ปัญหา

ผลการวิจัยเกี่ยวกับการเรียนรู้ (การคิด) แสดงให้เห็นว่าการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนเกิดขึ้นได้ โดย การสร้างภาพความคิด (การคิดในภาพที่สร้างขึ้นในใจ) ในการแก้ปัญหา ความสามารถในการสร้างภาพความคิดของนักเรียนมีหลายแนวทาง และคาดหวังว่าการใช้โมเดล 3 มิติ เช่น จาก

โปรแกรม Pro/Desktop เป็นต้น จะสามารถแก้ปัญหาหนึ่งของนักเรียนได้ ซึ่งผลการวิจัยปัจจุบันยังไม่มีในเรื่องนี้

(Ivan ได้ทำงานเกี่ยวกับเรื่องนี้มาพอสมควรและเชื่อว่ายังไม่มีการวิจัยในเรื่องนี้ เพราะส่วนมากศึกษากับกลุ่มเป้าหมายที่มีอายุมากกว่าวัยนักเรียน และ นักศึกษากับกลุ่มวิศวกรและสถาปนิกเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งเป็นกลุ่มที่ต้องสร้างภาพความคิด ขึ้นมาใช้ในการทำงานอยู่แล้ว) คุณ Ivan ได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับภาพความคิดเพื่อที่จะหาแนวทางที่จะแก้ปัญหานักเรียน โดยการใช้การสร้างภาพความคิดในการสอน Pro/Desktop และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน ตลอดช่วง 6 เดือนที่ผ่านมา และคุณ Ivan พบว่า มียุทธวิธี 5 อย่าง ที่จะแก้ปัญหการสร้างภาพความคิดได้ดังนี้

1. การสร้างรูปแบบกระบวนการคิด เป็นสิ่งสำคัญในการสอนเริ่มต้นและสำคัญมากขึ้นในการแก้ปัญหา Ivan ดำเนินการ โดยการเล่าให้นักเรียนทั้งชั้นฟังถึงยุทธวิธีที่ใช้แก้ปัญหาจากนั้น save งานต้นแบบ แล้วสาธิตวิธีการแก้ปัญหานักเรียนดู ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้นักเรียนที่เพิ่งเริ่มต้นเรียนรู้เข้าใจวิธีการแก้ปัญหาคือรู้ใช้ ฝึกฝน และกลายเป็นผู้ที่สามารถแก้ปัญหได้ด้วยตนเองได้ในที่สุด

2. การสเก็ตช์ (sketching) การสเก็ตช์จะช่วยให้นักเรียนสร้างภาพจินตนาการขึ้นมาในความทรงจำและใช้ภาพ sketch นี้คิดเกี่ยวกับความเป็นไปได้ที่จะทำต่อไป รวมทั้งก่อให้เกิดภาพ sketch อื่น ๆ อีก และความสามารถในการจัดภาพ sketch ที่ซับซ้อน (มีภาพ sketch หลาย ๆ ภาพ) อีกด้วย Ivan ใช้การ sketch โดยให้นักเรียน sketch รูปร่างในทิศทางที่แตกต่างจากที่ครูสอนในแต่ละ feature เช่น extrude, thin or taper เป็นต้น จากนั้นให้นักเรียนถ่ายภาพวัตถุของจริง แล้วถามนักเรียนให้บอกวิธีการที่จะสร้าง model ต้นแบบของวัตถุจริงนั้นขึ้นมา ซึ่งตรงนี้นักเรียนจะสามารถระบุได้ว่าส่วนใดที่ต้อง extrude ส่วนใดต้อง lofit ส่วนใดต้อง revolve เป็นต้น จากนั้นนักเรียนจะทำการ sketch ใน workplane และวาดรูปร่างของแต่ละ sketch ที่นักเรียนต้องการสร้าง กระบวนการนี้เกิดขึ้นเร็วมากในการสร้าง model ใน Pro/Desktop และ ทำให้เกิดการคิดและภาพความคิดขึ้นมาได้ดี

3. การเรียนรู้แบบร่วมมือ ผู้เรียนที่มีส่วนร่วมในการแก้ปัญหาในกลุ่มสามารถเรียนรู้กระบวนการคิดได้ดีกว่า โดยการเรียนรู้วิธีการแก้ปัญหของนักเรียนคนอื่น และเลือกวิธีการแก้ปัญห การเรียนรู้ที่เหมาะสมกับตนเองมากที่สุด

4. การอธิบายวิธีการแก้ปัญหให้ผู้อื่นฟัง การให้นักเรียนอธิบายให้เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟัง ถึงวิธีการใช้ model ให้ได้ผลดีมากขึ้นในสถานการณ์ต่าง ๆ กระบวนการอธิบายนี้มีประสิทธิภาพโดยตัวของมันเอง อยู่แล้ว การฟังยุทธวิธีของผู้อื่นก็เช่นเดียวกัน ทั้งการอธิบายและการฟังจะทำให้นักเรียนจินตนาการจาก คำอธิบาย ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหความสามารถในการสร้างภาพความคิด และการอธิบายยุทธวิธีจะช่วยให้เกิดการปรับปรุงให้ดีขึ้นในโอกาสต่อไป

5. การให้ข้อมูลย้อนกลับในทันที การให้ข้อมูลย้อนกลับในทันทีจะช่วยให้นักเรียนความคิดให้ถูกต้อง เมื่อนักเรียนอธิบายยุทธวิธีในการสร้าง model ของรูปภาพอื่น ๆ ครูอาจจะถามนักเรียนคนอื่นเพื่อที่จะช่วยเหลือและครูก็อยแนะนำ ทั้งค่อนนักเรียนแต่ละคน หรือค่อนนักเรียนทั้งชั้น

นอกจากนี้ยังเป็น การให้โอกาสในการพัฒนาวิธีการที่ดีที่จะระบุความเป็นไปได้ในการทำ mirror, copy, scale Ivan คิดว่าเป็นสิ่งสำคัญในการทำเทคนิคเหล่านี้เข้ามาใช้ในการฝึกอบรม Pro/Desktop ในประเทศไทย ผลการวิจัย CAD ชี้ให้เห็นว่าการใช้คำสั่งของ CAD เช่น นี้คือวิธีการ extrude เป็นต้น ไม่ใช่วิธีการที่จะใช้ซอฟต์แวร์อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด Ivan เชื่อว่ามันไม่ใช่วิธีการที่จะส่งเสริมความสามารถในการสร้างภาพความคิด และการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนด้วย ดังนั้นเพื่อให้ การแก้ปัญหาความสามารถในการสร้างภาพความคิดและการแก้ปัญหาที่ซับซ้อน โดยการใช้ Pro/Desktop เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ควรใช้เทคนิควิธีการที่ Ivan นำเสนอนี้สอดแทรกเข้ามาใช้ด้วย รวมทั้งวิจัยติดตาม ผลการใช้เทคนิควิธีการนี้ในการฝึกอบรม Pro/Desktop ที่มีต่อความสามารถทั้ง 2 อย่างของนักเรียนด้วย

แนวทางในการนำโปรแกรม Pro/DESKTOP ใช้ในโรงเรียน

จากขีดความสามารถของโปรแกรม Pro/DESKTOP และลักษณะของโปรแกรมที่เหมาะสมกับการฝึกทักษะกระบวนการทางความคิดสร้างสรรค์ของนักเรียน และสามารถใช้เป็นเครื่องมือของครูในการสร้างสื่อการเรียนการสอนรายวิชาต่าง ๆ ที่กล่าวมาแล้วนั้น หากมีการนำไปเผยแพร่ในโรงเรียน ควรกำหนดจุดประสงค์ของการนำไปใช้ ดังนี้

1. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือสำหรับฝึกความคิดสร้างสรรค์สำหรับนักเรียนทุกระดับ
2. เพื่อให้นักเรียนมีทางเลือกในการเรียนวิชาประเภทกราฟิกสำหรับการออกแบบผลิตภัณฑ์ และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้จริง สามารถพัฒนาไปสู่ทักษะขั้นสูง นำไปสู่ขั้นอาชีพจริงได้
3. เพื่อให้ครูผู้สอน ทุกกลุ่มสาระ นำไปเป็นเครื่องมือในการจัดทำสื่อการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนรู้ในสาระวิชานั้น ๆ ได้ดีขึ้น

โปรแกรม Pro/DESKTOP สามารถนำไปใช้สอนในกลุ่มสาระการเรียนรู้ใดบ้าง

โปรแกรม Pro/DESKTOP สามารถจะนำไปใช้สอนในกลุ่มสาระพื้นฐาน สาระเพิ่มเติม และ กิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยีทุกช่วงชั้น
2. เป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มสาระเพิ่มเติม โดยให้นักเรียนเลือกตามความสนใจ
3. จัดเป็นกิจกรรมสนใจของนักเรียน เช่น ชมรม ชุมนุมต่าง ๆ
4. จัดการเรียนรู้แบบบูรณาการเข้ากับกลุ่มสาระอื่น ๆ เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์

เขียนแบบ การออกแบบผลิตภัณฑ์ ฯลฯ โดยระบุอยู่ในแผนการจัดการเรียนรู้ และให้ใช้โปรแกรมนี้เป็นสื่อในการออกแบบ รายงาน และนำเสนอ เป็นต้น

อย่างไรก็ตามคณะทำงานขอเสนอเป็นหลักการว่า โปรแกรม Pro/DESKTOP นี้เป็นโปรแกรมกราฟิกชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับโปรแกรมอื่น ๆ ที่ใช้เป็นเครื่องมือ หรือสื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์ เพื่อฝึกทักษะความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ทั่วไป ให้พิจารณาเลือกใช้ส่วนที่ดี ที่เหมาะสม โดยเฉพาะ

อย่างยิ่งการฝึกกระบวนการความคิดสร้างสรรค์ ส่วนทักษะขั้นสูงที่สามารถจะออกแบบผลิตภัณฑ์ได้จริง ควรจะเป็นทางเลือกให้นักเรียนได้เลือกเรียนในสาระเพิ่มเติม หรือกิจกรรมสนใจ

2.5 เครื่องมือสำหรับการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.5.1 โปรแกรม Adobe Photoshop เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการช่วยวาดและตกแต่งภาพที่มีความสามารถมาก และใช้ในการตกแต่งภาพกราฟิกและตัวอักษรในรูปแบบต่างๆ ให้มีความสวยงามและชัดเจนมากขึ้น

2.5.2 โปรแกรม Macromedia Flash เป็นโปรแกรมสร้างภาพเคลื่อนไหวประเภท Animation ใช้ในการสร้างเนื้อเรื่องและแสดงลำดับบทเรียน เพื่อให้เกิดความน่าสนใจในบทเรียนมากขึ้นจึงนำเสนอในรูปแบบ 3D Animation

2.5.3 โปรแกรม Swift 3D เป็นโปรแกรมสร้างภาพสามมิติประเภท Shock wave เพื่อนำมาใช้แสดงในโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้วัตถุแบบ Shockwave เนื่องจาก เป็นวัตถุสามมิติแบบ Low Polygon ทำให้ประหยัดพื้นที่ของข้อมูล

2.5.4 โปรแกรม Flip Album เป็นโปรแกรมสร้างหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เพื่อนำมาใช้สร้างการแสดงผลเนื้อหาและบทเรียน โดยมีการแสดงเป็นลำดับในรูปแบบของหนังสือเพื่อการเข้าใจง่ายในการใช้งาน

2.6 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพชุดบทเรียนหรือชุดการสอน เป็นเหมือนกับการตรวจสอบคุณภาพของชุดการสอนและสื่อการสอนต่างๆว่าเป็นไปตามวัตถุประสงค์และตรงตามความต้องการของการใช้ ซึ่งต้องใช้วิธีในการตรวจตามหลักวิชาการด้วย

1. ความหมายของการหาประสิทธิภาพชุดบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 44-143) ได้ให้ความหมายการหาประสิทธิภาพชุดการสอนไว้ดังนี้ คือ การหาประสิทธิภาพชุดการสอน ซึ่งตรงกับภาษาอังกฤษว่า “Development Test” (เป็นการตรวจสอบพัฒนาการ เพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วไปทดลองใช้จริง (Trial Run) นำผลที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้ว จึงจะผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก โดยการทดลองใช้ หมายถึง การนำชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วนำไปทดลองใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบเพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ การทดลองสอนจริง หมายถึง การนำชุดการสอนที่ได้จากการทดลองและปรับปรุงแล้วทุกหน่วยในแต่ละวิชาไปใช้สอนจริงในชั้นเรียนหรือใช้ในสถานการณ์การเรียนจริงเป็นเวลา 1 ภาคการศึกษาเป็นอย่างน้อย

ดังนั้นในการการหาประสิทธิภาพชุดการสอนจึงเป็นการนำชุดการสอนที่ได้ไปทดลองใช้ แล้วทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อนำไปใช้ทดลองจริง แล้วนำผลมาทำการวิเคราะห์ แล้วปรับปรุงเพื่อนำไปใช้งานจริง

2. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้เป็นระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนจะพึงพอใจ ว่าหากชุดการสอนถึงระดับนั้นแล้ว ชุดการสอนก็มีคุณค่าที่จะนำไปสอนผู้เรียนและคุ้มแก่การผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก การหาประสิทธิภาพกระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และ พฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพ์) โดยกำหนดประสิทธิภาพเป็น E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ ส่วน E_2 เป็นประสิทธิภาพของผลลัพ์

2.1 ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) เป็นการประเมินผลต่อเนื่องที่ประกอบด้วย พฤติกรรมยิ่งหลาย ๆ พฤติกรรมที่เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตจากการประกอบกิจกรรมกลุ่มหรือผลงานของกลุ่มและรายบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายหรือกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนด

2.2 ประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) เป็นการประเมินผลลัพ์ (Products) ของผู้เรียนโดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และ การสอบจบบทเรียน ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเปอร์เซ็นต์ของผลการสอบของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ $E_1:E_2$ หมายถึงประสิทธิภาพของกระบวนการ : ประสิทธิภาพของผลลัพ์

สรุป การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพชุดการสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่ผู้ผลิตชุดการสอนพึงพอใจ ซึ่งประเมินได้จากพฤติกรรมต่อเนื่อง และพฤติกรรมสุดท้าย

2.3 ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

เมื่อผลิตชุดการสอนขึ้นเป็นต้นแบบแล้ว นำไปหาประสิทธิภาพตามขั้นตอน ดังนี้

2.3.1 ขั้นตอนการหาแบบ 1:1 (แบบเดี่ยว) เป็นการทดลองกับผู้เรียน 1-3 คน โดยเป็นการทดลองกับผู้เรียนอ่อนเสียก่อนแล้วปรับไปใช้กับผู้เรียนปานกลาง และผู้เรียนเก่งตามลำดับ คำนวณหาประสิทธิภาพและปรับปรุงให้ดีขึ้นก่อนนำไปทดลองในขั้นตอนต่อไป ในขั้นนี้ $E_1:E_2$ ควรมีคะแนนอยู่ประมาณ 60:60

2.3.2 ขั้นตอนการหาแบบ 1:10 (แบบกลุ่ม) เป็นการทดลองกับผู้เรียนประมาณ 6-10 คน โดยจะมีผู้เรียนทั้งเก่งและอ่อนคละกันภายในกลุ่ม คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ในขั้นนี้ $E_1:E_2$ ควรมีประมาณ 70:70

2.3.3 ขั้นตอนการหาแบบ 1:100 (แบบภาคสนาม) เป็นการทดลองขั้นสุดท้าย โดยทดลองกับผู้เรียนประมาณ 40-100 คน กำหนดหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุงผลลัพธ์ที่จะต้องเท่ากับเกณฑ์ที่ตั้งไว้กรณีที่ประสิทธิภาพชุดการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่กำหนดเนื่องจากสภาพตัวแปรที่ไม่สามารถควบคุมได้ อาจอนุโลมให้ระดับความผิดพลาดได้ไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5 - 5 เปอร์เซ็นต์ หากแตกต่างกันมากผู้สอนต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพชุดการสอนใหม่โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์ความจำเป็นที่ต้องหาประสิทธิภาพ

2.4 ความจำเป็นในการหาประสิทธิภาพ ชุดฝึกอบรมใด ๆ ก็ตาม เมื่อสร้างขึ้นมาแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพ เพื่อเป็นการประกันว่าจะมีคุณภาพจริง ซึ่ง ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2520 : 134) ได้ให้เหตุผลถึงความจำเป็นที่ต้องมีการหาประสิทธิภาพของบทเรียน หรือชุดการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. เพื่อเป็นการประกันคุณภาพของบทเรียนหรือชุดการสอน ว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะที่จะลงทุนผลิตเป็นจำนวนมาก
2. ช่วยทำให้ผู้นำบทเรียนหรือชุดการสอนไปใช้ เกิดความมั่นใจว่าบทเรียนหรือชุดการสอนนั้น มีประสิทธิภาพในการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จริง
3. ช่วยให้ผู้ผลิตมีความมั่นใจว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในบทเรียน หรือชุดการสอนเหมาะสม ง่ายต่อการเข้าใจ อันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้นเป็นการประหยัดแรงงาน เวลา และงบประมาณ ในการเตรียมต้นแบบ

กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2538 : 11) อธิบายความหมายประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนว่าหมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ เมื่อพิจารณาบทเรียนจากความหมายดังกล่าวสามารถนำมาวิเคราะห์ได้ว่า ในการดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพ ต้องมีวัตถุประสงค์ เนื้อหาวิชา กระบวนการเรียนรู้ เกณฑ์มาตรฐาน และการประเมินเป็นองค์ประกอบสำคัญที่จะให้เกิดประสิทธิภาพได้ กระบวนการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีขั้นตอนและวิธีการที่สามารถศึกษาได้จากตำราทั่วไป

เนื่องจากพื้นฐานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากบทเรียนโปรแกรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งหลักการและทฤษฎีของการสร้างบทเรียนที่ถือความแตกต่างระหว่างบุคคล การมีปฏิสัมพันธ์ หรือมีส่วนร่วมของผู้เรียนและมีการทราบผลการกระทำ รวมถึงการเสริมแรงประสิทธิภาพที่วัดออกมา จะพิจารณาจากเปอร์เซ็นต์การทำแบบทดสอบเมื่อจบบทเรียน แสดงเป็นค่าตัวเลข 2 ตัวเช่น 80:80, 85:85, 90:90 เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงพิจารณาที่ประสิทธิภาพของกระบวนการ และประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่นเดียวกับการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรม และการหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

3. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยทั่วไปใช้วิธีการเดียวกับการคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน ซึ่ง ชัยขงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2521 : 122) ได้แสดงวิธีการในการคำนวณโดยใช้สูตรดังนี้

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

เมื่อ	E_1	=	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	=	คะแนนรวมของแบบฝึกหัด
	A	=	คะแนนเต็มของแบบฝึกหัดทุกชิ้นรวมกัน
	N	=	จำนวนผู้เรียน

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

เมื่อ	E_2	=	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	=	คะแนนรวมของแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	B	=	คะแนนเต็มของแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	N	=	จำนวนผู้เรียน

4. ขั้นตอนการหาประสิทธิภาพ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์นั้น มีลักษณะเช่นเดียวกันกับการประสิทธิภาพของชุดการสอน ซึ่งชัยขงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2521 : 122) กล่าวถึงการนำชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพ สามารถดำเนินการตามขั้นตอน ได้ดังนี้

1. การทดลองแบบเดี่ยว คือ ทดลองกับผู้เรียนครั้งละหนึ่งคน โดยใช้เด็กอ่อนปานกลาง และเก่ง นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพเสร็จแล้วปรับปรุงให้ดีขึ้นตามปกติคะแนนที่ได้จากการทดลองจะมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาก
2. การทดลองแบบกลุ่ม คือ ทดลองกับผู้เรียน 6 – 10 คน โดยใช้เด็กอ่อนและเก่งคละกัน นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น
3. การทดลองภาคสนาม คือ ทดลองใช้จริงกับผู้เรียนทั้งชั้น นำผลที่ได้มาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการปรับปรุง ผลลัพธ์ที่ได้ควรใกล้เคียงกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ หากต่ำกว่าเกณฑ์ไม่

เกินร้อยละ 2.5 ก็ให้ยอมรับ หากแตกต่างกันมากต้องกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพใหม่โดยยึดสภาพความจริงเป็นเกณฑ์

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของผู้วิจัยในครั้งนี้ได้ทำการประเมินผลและแก้ไขบทเรียนโดยประเมินเป็นกลุ่มเล็ก ประเมินภาคสนาม และใช้เกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 80:80 เนื่องจากเป็นบทเรียนซึ่งเสนอเนื้อหาวิชา ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มุ่งให้ประโยชน์ในการสอนบททวนเนื้อหา ให้สามารถศึกษาเนื้อหาได้ด้วยตนเอง

2.6.1 เกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพ

ชัยขงค์ พรหมวงศ์และคณะ (2521 : 122) ได้กล่าวว่า การหาประสิทธิภาพ หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้แล้วนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดโดยการนำผลลัพธ์จากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทั้งหมดทำได้จากคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมเป็นประสิทธิภาพของกระบวนการหรือ E_1 และร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่ผู้เรียนทั้งหมดทำได้จากคะแนนผลการทดสอบหลังเรียนเป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์หรือ E_2 ดังนั้นเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงแสดงไว้ในลักษณะ $E_1 : E_2$ หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ เช่น 80:80 หมายความว่าในกระบวนการเรียนการสอนนั้นผู้เรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 และเมื่อเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วผู้เรียนสามารถทำแบบทดสอบหลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 80 ซึ่งการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ในครั้งนี ผู้วิจัยได้ใช้วิธีดำเนินการเช่นเดียวกันกับการหาประสิทธิภาพชุดการสอนดังกล่าว

ในกรณีที่ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นไม่ถึงเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีตัวแปรที่ควบคุมไม่ได้เช่น สภาพห้องเรียน ความพร้อมของผู้เรียน บทบาท และความชำนาญในการใช้ชุดการสอนของครูเป็นต้น อาจอนุโลมให้มีระดับความผิดพลาดได้ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ประมาณ 2.5%-5%

ประสิทธิภาพของชุดการสอนที่สร้างขึ้นอาจกำหนดไว้ 3 ระดับคือ

สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกิน 2.5% ขึ้นไป

เท่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับหรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ไม่เกิน 2.5%

ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5% จึงถือว่าไม่มีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ดังนั้นประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์จะต้องมาจากผลลัพธ์การคำนวณหาค่า E_1 และ E_2 เป็นตัวเลขตัวแรกและตัวหลังตามลำดับ ถ้าตัวเลขเข้าใกล้ 100 มากเท่าไรยิ่งถือว่ามีประสิทธิภาพมากขึ้นโดยค่าสูงสุดที่ 100 และเกณฑ์ที่ใช้พิจารณาการรับรองมาตรฐานประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามแนวคิดในการหาประสิทธิภาพแบบนี้จะอยู่ในระดับ 80:80 ขึ้นไปจึงจะถือว่ามีประสิทธิภาพสามารถนำไปใช้เป็นบทเรียนได้

2.7 หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอน

อัจฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย (2525 : 4-9) ได้ให้ความหมายของคำว่า การวัดผลการศึกษากับ การประเมินผลการศึกษา ดังนี้

การวัดผลการศึกษา หมายถึง กรรมวิธีที่จะให้ได้มาซึ่งปริมาณตัวเลข ซึ่งมีความหมายแทน ขนาดความสามารถ ทักษะ หรือคุณลักษณะของนักเรียน เช่น ความสามารถในการเรียนความรู้ใน เนื้อหาวิชา ความซื่อสัตย์ และความอดทน

การประเมินผลการศึกษา หมายถึง กรรมวิธีนำข้อมูลที่รวบรวมได้จากการวัดทุกรายการ ประกอบกัน เพื่อพิจารณาวินิจฉัยและตัดสินใจ เป็นผลสรุปว่า นักเรียนมีความเก่งหรืออ่อนสอได้ หรือสอตก หรือพัฒนาไปจากเดิมมากน้อยเท่าใด ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่

ถ้าเราต้องการรู้ว่าเด็กได้อะไร ไปมากน้อยเท่าใดจัดว่าเป็นการวัดผล แต่ถ้าเราต้องการรู้ว่า เด็กมีความรู้แค่ไหนดีหรือเลวเพียงใดจัดว่าเป็นการประเมินผล การวัดผลเป็นเครื่องมืออันหนึ่งของการประเมินผล การวัดผลสามารถระบุแน่นอนลงไปตายตัวไม่เป็นอย่างอื่น ส่วนการประเมินผล ต้องยึดถือจุดมุ่งหมายและคุณค่าจากแนวความคิดของบุคคล หรือสังคม หรืออาจเป็นทั้งสองอย่าง การประเมินผลที่ดีต้องตั้งอยู่บนพื้นฐานของการวัดที่ดี

การประเมินผลที่ดีมีส่วนช่วยครูได้หลายอย่าง ดังต่อไปนี้

1. ทำให้ครูทราบพฤติกรรมมาของนักเรียน
2. ช่วยครูในการกำหนดและปรับปรุงจุดมุ่งหมายของนักเรียนแต่ละคนให้ชัดเจนขึ้น
3. ช่วยครูประเมินผลว่า ได้บรรลุวัตถุประสงค์มากน้อยเพียงใด
4. ช่วยครูในการกำหนด ประเมินผล และปรับปรุงเทคนิคการสอนของครู

การวัดและการประเมินผลก็มีส่วนช่วยนักเรียนด้วยเช่นกัน คือ

1. ทราบเป้าหมายของครู
2. เพิ่มแรงจูงใจในการเรียน
3. ให้มีนิสัยการเรียนที่ดี
4. ทราบว่าตนเองเก่งและอ่อนในเนื้อหาวิชาอะไรบ้าง

ถ้าครูไม่เคยประเมินผลค้นหาว่าบรรลุเป้าหมายในการสอนหรือไม่ นักเรียนก็จะไม่ทราบเป้าหมายที่แท้จริงของครู แต่ถ้าครูสอนเสร็จแล้วจัดให้มีการทดสอบ ก็จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพในการจะชี้ให้ประจักษ์แก่นักเรียนว่าเขาบรรลุเป้าหมายหรือไม่ การที่ครูบอกเป้าหมายของครูแก่นักเรียน และนักเรียนเข้าใจเป้าหมายของครูก็จะเป็นผลดี และยังเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียนได้อีกด้วย เพราะการที่นักเรียนทราบว่ามีความผิดกรรมอะไรบางอย่างที่จะนำมาประเมินตนเองเป็นการเพิ่มแรงจูงใจในการอยากเรียนมากขึ้น

ชนิดต่างๆ ของแบบสอบถาม

แบบสอบถามที่ใช้ในห้องเรียน โดยทั่วไป แบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบทดสอบปรนัย แบบสอบถามชนิดนี้ค่อนข้างจะกำหนดโครงสร้างไว้แน่นอนและต้องการให้ผู้ตอบหาคำตอบมาเติมหนึ่งหรือสองคำหรือเลือกคำตอบที่ถูกจากตัวเลือกที่กำหนดมาให้
2. แบบทดสอบอัตนัย แบบทดสอบชนิดนี้ต้องการให้ผู้ตอบ เลือก เรียบเรียงและเสนอคำตอบในลักษณะที่เป็นอัตนัย

การสร้างข้อสอบแบบปรนัย

ข้อสอบแบบปรนัยที่นิยมใช้และเป็นที่ยอมรับรู้จักกันดี มี 4 ประเภท คือ

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

ข้อสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

ข้อสอบแบบเลือกตอบเป็นข้อสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าข้อสอบปรนัยแบบอื่น

หลักในการเขียนข้อสอบประเภทเลือกตอบ

1. เขียนตัวคำถามหรือคอนำให้อยู่ในรูปประโยคคำถามที่สมบูรณ์
2. เน้นเรื่องที่ถามให้ชัดเจนและตรงจุด
3. ใช้ภาษาให้เหมาะสมกับระดับผู้สอน
4. คำถามควรสั้นและชัดเจน
5. พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน
6. ใช้ตัวเลือกปลายเปิดให้เหมาะสม
7. ใช้คำถามให้คุ้มงานสอบ
8. ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว
9. เขียนตัวถูก-ผิด ให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา
10. เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระขาดจากกัน
11. เรียงลำดับตัวเลข
12. พยายามใช้รูปภาพช่วย
13. หลีกเลี่ยงคำถามที่แนะคำตอบ

2.7.1 การสร้างคำถามวัดพฤติกรรมตามจุดประสงค์ด้านสติปัญญา

Benjamin S. Bloom และคณะได้จำแนกพฤติกรรมตามจุดประสงค์ด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ออกเป็น 6 ระดับ โดยเรียงลำดับจากความสามารถขั้นต่ำไปสูงดังนี้

1. ความรู้-ความจำ (Knowledge) คือความสามารถในการระลึกได้ถึงเรื่องราวต่างๆ ที่มีประสบการณ์มาทั้งในห้องเรียนและนอกห้องเรียน คำถามประเภทนี้จะถามถึงเรื่องราวและเนื้อหาที่เคยประสบมาในลักษณะต่างๆ กันดังนี้

- 1.1 ความรู้เฉพาะเรื่อง
- 1.2 ความรู้ในวิธีการดำเนินการ
- 1.3 ความรู้รวบยอดในเนื้อหา

2. ความเข้าใจ (Comprehension) คือความสามารถในการแปลความหมาย ตีความ และขยายความได้ คำถามประเภทนี้ควรเป็นข้อความใหม่ที่ครูกำหนดสถานการณ์ขึ้น โดยการเขียนของเก่าหรือใช้เนื้อความเก่ามาเรียบเรียงใหม่

- 2.1 การแปลความหมาย
- 2.2 การตีความ
- 2.3 การขยายความ

3. การนำไปใช้ (Application) คือความสามารถที่จะนำเอาความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่ได้เรียนรู้มาแก้ปัญหาที่แปลกใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ที่ไม่เคยพบเห็นมาก่อน แต่อาจจะใกล้เคียงหรือคล้ายคลึงกับเรื่องที่เคยพบเห็นมาก่อน การนำความรู้ไปใช้มิได้หมายความว่าต้องนำไปใช้แก้ปัญหาในชีวิตจริงเท่านั้น แต่อาจนำความรู้ที่เรียนเรื่องหนึ่งไปใช้ตอบปัญหาอีกเรื่องหนึ่ง หรืออีกวิชาหนึ่งก็ได้ ฉะนั้นการสอบจะต้องไม่ใช่โจทย์ปัญหา

4. การวิเคราะห์ (Analysis) คือความสามารถในการแยกแยะสิ่งต่างๆ ออกเป็นส่วนย่อยๆ ให้ได้ ลำดับชั้นความคิดที่แสดงออกอย่างชัดเจนเพื่อค้นหาความจริงต่างๆ ที่ซ่อนแฝงอยู่ในเนื้อเรื่องนั้นๆ การถามให้ผู้สอบวิเคราะห์มีหลักสำคัญคือการยกวัตถุ สิ่งของ ข้อความ เรื่องราว เหตุการณ์ โคลง กลอน รูปภาพ หรือเครื่องมือต่างๆ มาตั้งเป็นตัวปัญหา แล้วถามให้นักเรียนค้นหาสิ่งต่างๆ ในมุมต่างๆ ตามเกณฑ์ที่เรากำหนดให้ การวิเคราะห์มี 3 ประเภท คือ

- 4.1 วิเคราะห์ความสำคัญ
- 4.2 วิเคราะห์ความสัมพันธ์
- 4.3 วิเคราะห์หลักการ

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) เป็นการนำสิ่งต่างๆ หรือหน่วยต่างๆ ตั้งแต่ 2 สิ่งขึ้นไปเข้าเป็นเรื่องเดียวกัน เพื่อเป็นสิ่งใหม่เรื่องใหม่ที่มีคุณลักษณะบางอย่างแปลกพิสดารไปจากส่วนประกอบย่อยของเดิม การรวมนี้อาจเป็นการรวมวัตถุสิ่งของ ข้อเท็จจริง ข้อความที่รวบรวมได้ผนวกกับความคิดเห็นส่วนตัวเข้าด้วยกัน การสังเคราะห์มีลักษณะคล้ายความคิดสร้างสรรค์ ซึ่งความสามารถขั้นนี้ ก่อให้เกิดหลักการใหม่ ผลผลิตแปลกใหม่ที่มีประโยชน์ต่อสังคมอย่างมาก การสังเคราะห์มี 3 ประเภท คือ

5.1 สังเคราะห์ความ

5.2 สังเคราะห์แผนงาน

5.3 สังเคราะห์ความสัมพันธ์

6. การประเมินค่า (Evaluation) เป็นการตัดสินใจเกี่ยวกับคุณค่าของเนื้อหาและวิธีการต่างๆ โดยสรุปอย่างมีหลักเกณฑ์ว่าสิ่งนั้นดี-เลว เหมาะสมหรือไม่เพียงไร การประเมินค่า ใช้เกณฑ์ในการตัดสินใจ 2 อย่างคือ

6.1 การตัดสินใจโดยอาศัยข้อเท็จจริงหรือเกณฑ์ภายในเนื้อเรื่อง

6.2 การตัดสินใจโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก

2.7.2 การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108)

การสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม เป็นการแยกแยะเนื้อหาวิชาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เพื่อให้ทราบว่าแต่ละรายวิชานั้นมีเนื้อหาอะไรบ้าง มีจุดมุ่งหมายให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมอะไร และมีอย่างละเท่าไร

วิธีการสร้างตารางจำแนกเนื้อหาและพฤติกรรม ดำเนินการตามลำดับขั้นดังนี้

1. พิจารณาว่าหลักสูตรนั้นมุ่งสอนให้เด็กเกิดพฤติกรรมอะไรบ้าง โดยพิจารณาจากหลักสูตรวิชาที่จะวิเคราะห์ภาคความมุ่งหมาย แล้วถอดความมุ่งหมายของหลักสูตรออกมาเป็นพฤติกรรมด้านต่างๆ เช่น พฤติกรรมด้านความรู้ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ ทักษะ ทศนคติ เป็นต้น โดยปกติในวิชาหนึ่ง ๆ มักแยกออกได้ 6-8 พฤติกรรมใหญ่ ๆ ผู้ทำการวิเคราะห์หลักสูตรต้องตัดสินใจว่า ในวิชานั้นวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรมเมื่อจำแนกได้ว่ามีกี่พฤติกรรมแล้วควรตีความหมายได้ว่าแต่ละพฤติกรรมนั้นมีความหมายอย่างไรแสดงพฤติกรรมที่สังเกตได้อย่างไร และวัดผลได้โดยวิธีไหน

2. พิจารณาหลักสูตรภาคเนื้อหาแล้วมาแยกเป็นเรื่อง ๆ เนื้อหาที่ไม่ค่อยสำคัญหรือเป็นประเภทเดียวกันอาจนำมารวมเป็นหัวข้อเดียวกันได้ 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 เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญค่อนข้างมาก
 น้ำหนักคะแนน 9-10 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก

นอกจากการกำหนดเกณฑ์น้ำหนักคะแนนร่วมกันแล้ว ก่อนที่จะกำหนดน้ำหนักคะแนนลงไป ผู้วิเคราะห์ทุกคนควรมีความเข้าใจเกี่ยวกับความหมายของพฤติกรรมตรงกัน การอภิปรายร่วมกันจะทำให้เข้าใจความหมายของพฤติกรรมได้ตรงกัน และเชื่อถือได้ยิ่งขึ้น

5. นำคะแนนในแต่ละช่องที่แต่ละคนกำหนดให้มาเฉลี่ยเข้าด้วยกันทั้งกลุ่ม

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

7. รวมคะแนนรวมย่อยทั้งแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งต้องได้คะแนนเท่ากัน เรียกคะแนนรวมจำนวนนี้ว่า “คะแนนรวมยอด”

8. แปลงคะแนนรวมยอด โดยวิธีเทียบอัตราส่วน เช่น กำหนดว่าเรื่องที่ 1 จะมีข้อกระทงสำหรับ วัดความรู้ 30% ความเข้าใจ 25% การนำไปประยุกต์ใช้ 20% เป็นต้น ถ้าข้อสอบมีจำนวน 60 ข้อ ก็จะเทียบได้ว่า 30% ที่เน้น พฤติกรรมเกี่ยวกับความรู้มีเท่ากับ 18 ข้อกระทง เป็นต้น $\frac{60 \times 30}{100} = 18$

9. จัดอันดับความสำคัญ โดยถือคะแนนรวมในข้อ ที่มากที่สุดเป็นอันดับที่ 1 รองลงมาเป็นอันดับ 2 และลดหลั่นกันตามลำดับ

2.7.3 การเขียนคำถามเพื่อวัดพฤติกรรม 6 ด้าน (เขาวดี วิบูลย์ศรี, 2539 : 179-213)

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นเครื่องมือที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย นิยมใช้เป็นเครื่องมือหลักสำหรับการวัดผลการเรียน ในการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ให้มีคุณภาพนั้น นอกจากจะต้องคำนึงถึงความครอบคลุมเนื้อหาและใช้คำถามที่ดีแล้ว จำเป็นต้องคำนึงถึงพฤติกรรมการเรียนรู้ต่างๆ ที่เป็นจุดมุ่งหมายของหลักสูตรประกอบด้วย กล่าวคือ ต้องพยายามเขียนคำถามวัดพฤติกรรมต่างๆ ให้สอดคล้องกับจุดมุ่งหมายของรายวิชานั้นๆ ด้วย ซึ่งพฤติกรรมดังกล่าวสามารถแบ่งออกเป็นชนิดใหญ่ๆ ได้ 6 ชนิด แต่ละชนิดยังแบ่งเป็นพฤติกรรมย่อยๆ ได้อีกหลายประเภท คือ 1.00 ความรู้-ความจำ (knowledge)

ความรู้ในเนื้อเรื่อง (Knowledge of specifics)

- ศัพท์และนิยาม (Terminology)
- กฎและความจริง (specific facts)

ความรู้ในวิธีดำเนินการ (Knowledge of ways and means of dealing with specifics)

- เกี่ยวกับระเบียบแบบแผน (conventions)
- เกี่ยวกับลำดับขั้นและแนวโน้ม (trends and sequences)

- เกี่ยวกับการจัดประเภท (classifications and categories)
- เกี่ยวกับเกณฑ์ (criteria)
- เกี่ยวกับวิธีการ (methodology)

ความรู้รวบยอดในเนื้อเรื่อง (Knowledge of the universals and abstractions)

- เกี่ยวกับหลักวิชาและการขยาย (principles and generalizations)
- เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้าง (theories and structures)

ความเข้าใจ (comprehension)

- การแปลความ (translation)
- การตีความ (interpretation)
- การขยายความ (extrapolation)

การนำไปใช้ (Application)

การวิเคราะห์ (Analysis)

- วิเคราะห์ความสำคัญ (analysis of elements)
- วิเคราะห์ความสัมพันธ์ (analysis of relationships)
- วิเคราะห์หลักการ (analysis of principles)

การสังเคราะห์ (Synthesis)

- สังเคราะห์ข้อความ (production of a unique communication)
- สังเคราะห์แผนงาน (production of a plan or proposed set of operations)
- สังเคราะห์ความสัมพันธ์ (derivation of a set of abstract relations)

การประเมินค่า (Evaluation)

- อาศัยข้อเท็จจริงภายใน (judgments in terms of internal evidence)
- อาศัยเกณฑ์ภายนอก (judgments in terms of external criteria)

2.7.3.1 การวัดความรู้ความจำ (เขาวดี วิบูลย์ศรี. 2539 : 179-213)

ความรู้หมายถึงบรรดาข้อเท็จจริง หรือรายละเอียดของเรื่องราว การกระทำ อันเป็นประสบการณ์ของบุคคลซึ่งสะสมและถ่ายทอดสืบต่อกันไป ความจำ คือความสามารถของบุคคลในการเก็บรักษาไว้ซึ่งความรู้หรือประสบการณ์ต่างๆ ที่เคยพบเห็นมา การวัดความรู้ความจำจึงเป็นการวัดความสามารถในการระลึก (recall) เรื่องราว ข้อเท็จจริงหรือประสบการณ์ต่างๆ หรือเป็นการวัดการระลึกประสบการณ์เดิมที่ผู้เรียนได้รับจากคำสอน การบอกกล่าว การฝึกฝนของผู้สอน รวมทั้งจากตำรา จากสิ่งแวดล้อมต่างๆ ด้วย คำถามวัดความรู้ความจำแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ

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

(1) **ถามศัพท์และนิยาม** ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับความหมายของคำ ศัพท์ คำนิยาม คำจำกัดความต่างๆ คำถามประเภทนี้มักจะถามสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

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

ตัวอย่างคำถามแบบ (1)

สุกร แปลว่าอะไร?

- ก. วัว
- ข. นก
- ค. หมู
- ง. หมา

Student หมายถึงใคร?

- A. father
- B. mother
- C. boy and girl
- D. man and woman

(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

ตัวอย่างคำถามแบบ (2)

มุมภายในของรูปสามเหลี่ยมรวมกันมีค่าเท่าไร?

- ก. 60 องศา
- ข. 80 องศา
- ค. 90 องศา
- ง. 180 องศา

คนไทยส่วนใหญ่มีอาชีพอะไร?

- ก. ทำไร่
- ข. ทำนา
- ค. ทำสวน
- ง. รับจ้าง
- จ. ค้าขาย

2) ถามความรู้ในวิธีดำเนินการ เป็นการถามวิธีการปฏิบัติต่างๆ แบบแผน ประเพณีขั้นตอนของการปฏิบัติทั้งหลาย แบ่งคำถามที่ใช้ถามออกเป็น 5 ประเภท คือ

(1) ถามระเบียบแบบแผน ได้แก่ การถามเกี่ยวกับวิธีประพฤติดิปฏิบัติตาม ระเบียบประเพณีหรือวัฒนธรรมของสังคม รวมทั้งแบบแผนการปฏิบัติในสิ่งต่างๆ ที่คนส่วนใหญ่ นิยมปฏิบัติ คำถามชนิดนี้จะถามเกี่ยวกับ

- แบบแผน แบบฟอร์ม
- คำสุภาพ ราชศัพท์
- ธรรมเนียม ประเพณี วัฒนธรรม

(2) ถามลำดับขั้นและแนวโน้ม ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับขั้นตอนของการ ปฏิบัติและการหาความเอนเอียงหรือแนวโน้มของสิ่งที่จะเป็นไป มันจะถามเกี่ยวกับ

- ลำดับขั้นหรือขั้นในการปฏิบัติ
- ลำดับเวลาของเหตุการณ์หรือเรื่องราว

ตัวอย่างคำถามแบบ (2)

การช่วยคนจมน้ำ ควรทำสิ่งใดก่อน?

- ก. กดท้อง
- ข. ล้วงคอ
- ค. ผายปอด
- ง. ตามหมอ
- จ. ส่งโรงพยาบาล

เมล็ดพืชจะงอกส่วนใดก่อน?

- ก. ใบ
- ข. ราก
- ค. ยอด
- ง. ลำต้น
- จ. กิ่ง

(3) การจัดการประเภท ได้แก่ การถามความสามารถในการจำแนกแจกแจงชนิด การจัดหมวดหมู่หรือประเภทของสิ่งของ เรื่องราว โดยยึดกฎเกณฑ์ หรือวิธีการอย่างหนึ่งอย่างใดเป็นหลัก คำถามชนิดนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

- ชนิดหรือประเภท
- สิ่งที่อยู่ในประเภทหรือกลุ่มเดียวกัน
- สิ่งที่แตกต่างกันกลุ่ม

ตัวอย่างคำถามแบบ (3)

น้ำเป็นสารประเภทใด

- ก. ธาตุ
- ข. อโลหะ
- ค. ของผสม
- ง. สารละลาย
- จ. สารประกอบ

โลกจัดเป็นดาวประเภทเดียวกับอะไร

- ก. ดาวหาง
- ข. ดาวเหนือ
- ค. ดาวอังคาร
- ง. ดวงจันทร์
- จ. ดวงอาทิตย์

(4) ถามเกณฑ์ ได้แก่ คำถามเกี่ยวกับความสามารถในการจดจำหลักเกณฑ์ต่างๆ หรือข้อกำหนดที่ขีดเป็นหลักสำหรับการพิจารณาวินิจฉัยข้อเท็จจริง การกระทำ หรือเรื่องราวต่างๆ ว่าคืออะไร ใช้สำหรับตัดสินสิ่งใด คำถามประเภทนี้มักจะถามถึง

- ลักษณะ หรือคุณสมบัติที่ใช้พิจารณาหรือชี้ขาด
- เปรียบเทียบข้อแตกต่าง

ตัวอย่างคำถามแบบ (4)

เชื้อเพลิงที่ดีมีลักษณะอย่างไร?

- ก. ราคาถูก
- ข. ติดไฟง่าย
- ค. หาได้ง่าย
- ง. ใช้งานได้นาน
- จ. ให้ความร้อนสูง

ข้อใดเป็นการพักผ่อนที่ดี?

- ก. ฟังเพลง
- ข. เดินเล่น
- ค. นอนหลับ
- ง. ดูภาพยนตร์
- จ. เที่ยวสวนสนุก

(5) **ถามวิธีการ** ได้แก่ การถามวิธีปฏิบัติหรือกรรมวิธีต่างๆ ที่จะทำให้ได้ผลลัพธ์หรือเกิดผลตามที่ต้องการ โดยถามถึงวิธีการที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย จนทำให้ได้ผลที่มีประสิทธิภาพ จึงมักถามเกี่ยวกับ

- วิธีปฏิบัติ
- แนวทางการแก้ปัญหา
- การเปรียบเทียบหรือเลือกวิธีที่เหมาะสม

ตัวอย่างคำถามแบบ (5)

วัตถุใดไม่สามารถหาปริมาตรโดยวิธีแทนที่น้ำ?

- ก. ลูกแก้ว
- ข. ก้อนหิน
- ค. สารส้ม
- ง. ดินน้ำมัน
- จ. กำมะถัน

ข้อใดเป็นการกำจัดขยะที่ผิดวิธี?

- ก. ฝังในหลุม
- ข. เผาให้ไหม้
- ค. ปิดให้มิดชิด
- ง. กองไว้เป็นที่
- จ. กลบด้วยปูนขาว

3) **ถามความรู้รวบยอด** เป็นการถามความสามารถในการจดจำข้อสรุปหรือหลักการของเรื่องที่เกิดจากการผสมผสานหลักขณะร่วม เพื่อรวบรวมและย่อกลงมาเป็นหลักหรือหัวใจของเนื้อหานั้นๆ คำถามความรู้รวบยอดมี 2 ชนิด คือ

(1) **ถามหลักวิชาและการขยายหลักวิชา** ได้แก่ การถามสาระสำคัญของเรื่องที่ได้มาจากการสรุปลักษณะปลีกย่อยหรือรายละเอียดต่างๆ พร้อมทั้งความสามารถในการนำหลักเหล่านั้นไปสัมพันธ์เชื่อมโยงกับสิ่งอื่น มักจะถามเกี่ยวกับ

- หลักสรุป
- การขยายหลักไปสู่สภาพอื่น

ตัวอย่างคำถามแบบ (1)

สงครามสมัยโบราณส่วนใหญ่มีจุดมุ่งหมายอย่างไร?

- ก. กวาดต้อนเชลย
- ข. โจมตีเมืองหลวง
- ค. ขยายอาณาเขต
- ง. ล่าเมืองขึ้น
- จ. หาเสบียงอาหาร

การปกครองสมัยพ่อขุนรามคำแหงมหาราช มีลักษณะแบบใด?

- ก. พ่อกับลูก
- ข. ครูกับศิษย์
- ค. นายกับบ่าว
- ง. มิตรกับสหาย
- จ. พี่กับน้อง

(2) **ถามทฤษฎีและโครงสร้าง** ได้แก่ การถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์จากรายละเอียดหรือหลักวิชาต่างๆ มาลงสรุปเป็นเนื้สาระสำคัญจนตั้งเป็นกฎเกณฑ์ทฤษฎี หรือ โครงสร้างที่มีลักษณะร่วมกัน แนวคำถามมักจะถามเกี่ยวกับ

- ลักษณะร่วม
- หลักวิชาที่ยึดถือร่วมกัน

ตัวอย่างคำถามแบบ (2)

คำสอนของทุกศาสนามีเป้าหมายในเรื่องใดเหมือนกัน?

- ก. การทำบุญ
- ข. การวางตัว
- ค. การเสียสละ
- ง. การทำความดี

จ. การประกอบอาชีพ

ผู้ยื่นไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศใช้หลักการใดที่ทำให้เกิดความเย็น?

ก. การอัด

ข. การระเหย

ค. การแผ่รังสี

ง. การกลั่นตัว

จ. การหมุนเวียนพลังงาน

2.7.3.2 การวัดความเข้าใจ

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

(1) **ถามการแปลความ** ได้แก่ คำถามที่ให้อธิบายความตามลักษณะและนัยของเรื่องราวต่างๆ โดยให้แปลงเรื่องราวเดิมออกมาเป็นคำพูดใหม่ ลักษณะใหม่ตามเลศนัยเดิม มักถามเกี่ยวกับ

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

ตัวอย่างคำถามแบบ (1)

คำใดแสดงถึงความเห็นใจ?

ก. โธ

ข. อื้อ

ค. แหม

ง. โอ

จ. เฮ้ย

ใบของพืชทำหน้าที่คล้ายกับบุคคลใด? (เปรียบเทียบ)

ก. แม่บ้าน

ข. แม่ครัว

ค. คนใช้

ง. คนสวน

จ. คนเก็บกวาด

(2) **ถามการตีความ** เป็นการถามความสามารถในการโยงความสัมพันธ์ของรายละเอียดต่างๆ ของเรื่องราว เพื่อนำมาอธิบาย เรียบเรียง บันทึกในแง่มุมใหม่ ทั้งนี้จะต้องอาศัยการค้นหาเปรียบเทียบทั้งรายละเอียดและสิ่งที่เป็นเงื่อนไขต่างๆ เพื่อแปลความหมาย แล้วนำสิ่งที่แปลความได้นั้นมาเปรียบเทียบพิจารณาต่ออีกขั้นหนึ่ง การถามให้ตีความมักจะถามเกี่ยวกับ

- ตีความเรื่อง
- ตีความข้อเท็จจริง

ตัวอย่างคำถามแบบ (2)

ทำไมต้นไม้ที่ขึ้นในป่าใหญ่ๆ จึงมีลำต้นสูงชะลูด?

- ก. เพื่อให้ได้อากาศ
- ข. เพื่อให้ทรงตัวได้ดี
- ค. เพื่อให้ได้แสงแดด
- ง. เพื่อหาอาหารได้เร็ว
- จ. เพื่อให้พืชแข็งแรงเร็ว

ข้อใดที่แสดงว่า จำนวนทั้งหมดเป็นจำนวนคู่?

- ก. แบ่งกันได้พอดี
- ข. ทั้งสองกลุ่มมีจำนวนเท่ากัน
- ค. จัดเป็นกลุ่มๆ ได้กลุ่มละเท่าๆ กัน
- ง. จับคู่กันแล้วยังมีเหลืออีกหนึ่ง
- จ. แจกให้ทุกคนแล้วยังมีเหลืออีกหนึ่ง

(3) **ถามการขยายความ** เป็นการถามความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือสภาพในปัจจุบันไปพยากรณ์หรือขยายความคิด คาดคะเนข้อเท็จจริงหรือเรื่องราวต่างๆ ที่ไกลจากที่เป็นอยู่อย่างสมเหตุ มีลักษณะคล้ายกับการสร้างจินตนาการโดยใช้ข้อเท็จจริงเป็นหลักนั่นเอง การตั้งคำถามวัดความเข้าใจในแง่การขยายความอาจจะให้เรื่องราว เหตุการณ์ หรือข้อเท็จจริงทั้งไปให้ไกล ไปข้างหน้า และข้างหลังหรือเบื้องหลัง จึงมีถามเกี่ยวกับ

- การคาดคะเน พยากรณ์แนวโน้ม ความคิด
- การขยายความแบบสมมุติ

ตัวอย่างคำถามแบบ (3)

เมืองไทยสมัยรัชกาลที่ 6 มีสภาพคล้ายสมัยใด?

- ก. พระมหาจักรพรรดิ
- ข. พระนารายณ์มหาราช
- ค. พระนเรศวรมหาราช

ง. พระเจ้าตากสินมหาราช

จ. พ่อขุนรามคำแหงมหาราช

การพัฒนาประเทศจะทำให้อาชีพใดของคนไทยก้าวหน้าขึ้น?

ก. การทำไร่

ข. การทำสวน

ค. การค้าขาย

ง. การทำป่าไม้

จ. การอุตสาหกรรม

2.7.3.3 การวัดการนำไปใช้

การนำไปใช้ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ความเข้าใจ ที่มีในเรื่องราวข้อเท็จจริง วิธีการต่างๆ ไปใช้ในสถานการณ์จริงในชีวิตประจำวัน หรือในสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกัน การนำไปใช้จัดเป็นความสามารถขั้นสูงกว่าความจำ ความเข้าใจ โดยต้องสามารถที่จะนำความจำและความเข้าใจในสิ่งต่างๆ ที่มีอยู่ไม่ว่าจะเป็นสูตร กฎ ทฤษฎี หรือรายละเอียดต่างๆ ไป ไปใช้แก้ปัญหาที่มีลักษณะผิดแผกแตกต่างจากที่เคยพบเห็นมา คำถามที่ใช้ถามความสามารถในการนำไปใช้มักจะถามเกี่ยวกับสิ่งต่อไปนี้ (เยวดี วิบูลย์ศรี. 2539 : 179-213)

- การนำหลักวิชาไปแก้ปัญหา หรือไปใช้เป็นหลักปฏิบัติ
- การนำความรู้ไปอธิบายหลักวิชา หรือยกตัวอย่าง
- การถามเหตุผลของการปฏิบัติ

ตัวอย่างคำถามแบบ 2.7.3.3

อาหารชนิดใดเหมาะสำหรับคนอ้วน?

ก. แกงเลียง

ข. ไก่ต้มข่า

ค. ข้าวมันไก่

ง. ข้าวขาหมู

จ. ก๋วยเตี๋ยวลดหวาน

ถ้าจะชิงรางวัลให้ตั้ง ควรชิงเวลาใด?

ก. เช้ามีด

ข. ตอนสาย

ค. ตอนบ่าย

ง. ตอนเย็น

จ. ตอนกลางคืน

2.7.3.4 การวัดการวิเคราะห์

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

1) **ถามการวิเคราะห์ความสำคัญ** เป็นคำถามที่ต้องการให้เด็กค้นหาคุณลักษณะที่เด่นชัดของเรื่องราว ความคิด การกระทำหรือเหตุการณ์ต่างๆ คำถามแบบนี้มักจะถามเกี่ยวกับ

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

ตัวอย่างคำถามแบบ 1)

ข้อความที่ว่า “นกน้อยสร้างรังแต่พ่อตัว” ต้องการสอนเรื่องใด

- ก. การสร้างคน
- ข. การประมาณตน
- ค. ความมานะอดทน
- ง. การประหยัดอดออม
- จ. การรักษาเกียรติของคน

เมื่อสัตว์น้ำวิวัฒนาการมาเป็นสัตว์บกจะต้องพัฒนาเรื่องใดก่อน?

- ก. ประสาท
- ข. การหายใจ
- ค. การย่อยอาหาร
- ง. การเคลื่อนไหว
- จ. การหมุนเวียนของโลหิต

2) **ถามการวิเคราะห์ความสัมพันธ์** เป็นคำถามเกี่ยวกับการค้นหาความเกี่ยวข้องสัมพันธ์ระหว่างคุณลักษณะต่างๆ ของเรื่อง ของเหตุการณ์ ว่าพวกพัว เกี่ยวโยงกันอย่างไร มากน้อยเพียงใด รวมทั้งผลที่เกิดจากสาเหตุต่างๆ ลักษณะคำถามมักถามเกี่ยวกับ

- ความสอดคล้องสัมพันธ์
- ความขัดแย้งกัน
- เหตุและผลที่ตามมา (cause and effect)

ตัวอย่างคำถามแบบ 2)

เมื่อเพิ่มความร้อนให้กับน้ำ จะเกิดผลเช่นไร?

- ก. ปริมาตรลดลง
- ข. ความหนาแน่นเพิ่มขึ้น
- ค. โมเลกุลขยายตัว
- ง. โมเลกุลเคลื่อนที่เร็ว
- จ. แรงยึดเหนี่ยวของโมเลกุลน้อยลง

ข้อใดขัดกับหลักของวิทยาศาสตร์?

- ก. ทำดียอมได้ดี
- ข. ฝนตกทำให้ดินดี
- ค. สิ่งที่เกิดย่อมมีสาเหตุ
- ง. แดดจัดอากาศย่อมร้อน
- จ. การเคลื่อนที่ทำให้เกิดความเร็ว

3) **ถามการวิเคราะห์หลักการ** เป็นการวัดความสามารถในการค้นหาเค้าเงื่อนหลักที่ยึดถือเทคนิค ระเบียบวิธี โครงสร้าง ของเรื่องราว ความคิด คำพูด มักจะถามในลักษณะต่อไปนี้

- ถามโครงสร้าง
- ถามหลักหรือวิธีการที่ยึดถือ

ตัวอย่างคำถามแบบ 3)

การเคลื่อนที่ของสิ่งใด ใช้หลักต่างจากชนิดอื่นๆ ?

- ก. พลุ
- ข. จรวด
- ค. เรือยนต์
- ง. เรือหางยาว
- จ. เครื่องบินใบพัด

เลขคู่ใดเป็นพวกเดียวกัน?

- ก. 5 กับ 17
- ข. 6 กับ 15
- ค. 7 กับ 15
- ง. 8 กับ 14
- จ. 9 กับ 13

2.7.3.5 การวัดการสังเคราะห์

การสังเคราะห์ หมายถึง ความสามารถในการรวบรวม ผสมผสานสิ่งต่างๆ เช่น สิ่งของ ข้อเท็จจริง รายละเอียด ความคิด เพื่อนำมาผลิตหรือทำให้เป็นสิ่งใหม่ หรือเพื่อหาข้อสรุป เป็นข้อยุติ การวัดความสามารถในการสังเคราะห์ มีคำถามอยู่ 3 แบบ คือ (เขาวดี วิบูลย์ศรี. 2539 : 179-213)

1) **ถามการสังเคราะห์ข้อความ** เป็นการวัดความสามารถในการแสดงการสื่อสารเพื่อเสนอความคิด เรื่องราว เหตุการณ์ต่างๆ โดยอาศัยข้อความ ภาพ การพูด ลักษณะดังกล่าวก็คือการผลิตข้อความบทประพันธ์ การเขียนภาพ การพูด การวัดความสามารถดังกล่าว นิยมใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติเป็นหลักหรือใช้ข้อสอบข้อเขียนแบบความเรียง (Essay type) เพราะจะช่วยให้การวัดเที่ยงตรงกว่าแบบอื่นๆ ลักษณะคำถามประเภทนี้มักจะเกี่ยวกับ

ตัวอย่างคำถามแบบ 1)

ข้อความต่อไปนี้

“คนเราไม่ควรมีชีวิตด้วยความหวังในเรื่องของความดีต้องการลาภ ยศ สรรเสริญ” มีข้อบกพร่องในเรื่องใด?

- ก. ใช้คำผิด
- ข. ใช้สำนวนผิด
- ค. ใช้ไวยากรณ์ผิด
- ง. ใช้คำฟุ่มเฟือย
- จ. ไม่เป็นประโยค

ควรจะจัดเรียงอย่างไร จึงจะเป็นข้อความที่สมบูรณ์

- A. 4 - 1 - 5 - 2 - 3
- B. 3 - 1 - 2 - 4 - 5
- C. 3 - 4 - 5 - 1 - 2
- D. 1 - 4 - 2 - 5 - 3
- E. 4 - 5 - 1 - 2 - 3

2) **ถามการสังเคราะห์แผนงาน** เป็นการวัดความสามารถในการผลิตโครงการ แผนปฏิบัติหรือการวางแผนกิจกรรมการงานต่างๆ ว่าจะต้องกระทำอย่างไร ต้องเตรียมสิ่งใด มีขั้นตอนการปฏิบัติอย่างไร ต้องเตรียมแก้ไขอุปสรรคต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างไร ดังนั้น คำถามชนิดนี้จึงนิยมถามแบบเดียวกับการสังเคราะห์ข้อความ คือใช้วิธีให้เด็กเขียนโครงการต่างๆ ออกมา หรือใช้วิธีบรรยายถึงแผนการต่างๆ ลักษณะคำถามจึงมักถามเกี่ยวกับ

- การเสนอแผนการ
- การวางแผนกิจกรรม

- ขั้นตอนการปฏิบัติ และปัญหาที่อาจมีรวมทั้งวิธีแก้ไข

ตัวอย่างคำถามแบบ 2)

เป็นจริง?

วิธีใดที่ควรใช้ตรวจสอบว่าตาชั่งอันหนึ่ง ให้น้ำหนักได้ตรงตามความ

- ก. ชั่งหลายๆ ครั้ง
- ข. ชั่งหลายๆ คน
- ค. เทียบน้ำหนักกับอันอื่น
- ง. ตรวจสอบศูนย์ของตาชั่ง
- จ. นำเหล็กที่หนัก 1 กิโลกรัม ไปชั่ง

การทดลองเพื่อหาความหนาแน่นของน้ำแข็งควรระวังเรื่องใดเป็นพิเศษ?

- ก. น้ำหนักของน้ำแข็ง
- ข. อุณหภูมิของน้ำแข็ง
- ค. ปริมาตรของน้ำแข็ง
- ง. ความบริสุทธิ์ของน้ำแข็ง
- จ. โพรงอากาศในก้อนน้ำแข็ง

3) **ถามการสังเคราะห์ความสัมพันธ์** เป็นคำถามที่วัดความสามารถในการเก็บรวบรวมรายละเอียดต่างๆ เพื่อนำมาเปลี่ยนแปลง ปรับปรุง ตรวจสอบ หาข้อยุติหรือลงสรุป โดยการเชื่อมโยงรายละเอียดเหล่านั้น ลักษณะดังกล่าวคือความสามารถในการริเริ่มสร้างสรรค์นั่นเอง คำถามที่นิยมใช้กันมักจะเป็น ดังนี้

- นำรายละเอียดมาตั้งสมมติฐานใหม่
- เชื่อมโยงความสัมพันธ์
- หาข้อสรุปหรือข้อยุติที่เหมาะสม

ตัวอย่างคำถามแบบ 3)

- จงวาดภาพประกอบข้อความที่ว่า “วันพระชาวพุทธควรงดการดื่มเหล้า”
- จงแต่งโคลงกระทู้ “รักดีห้ามจ้ว รักชั่วห้ามเสา”
- จงสรุปผลการทดลองที่นักเรียนได้จากการปฏิบัติทดลอง
- จงให้เหตุผลหรืออภิปรายว่าสมมติฐานที่ตั้งขึ้นนั้นบกพร่องอย่างไร

จากการทดลองปรากฏว่า $A + 2 = B - 1$ ดังนั้นสรุปได้ว่า

- ก. A เท่ากับ B
- ข. $A + 1$ เท่ากับ B
- ค. A มากกว่า B
- ง. A น้อยกว่า B

จ. A และ B เป็นอัตราส่วนกัน

ข้อใดไม่สามารถทดลองให้เห็นได้ทั้งๆ ที่เป็นความจริงทางทฤษฎี

ก. โลกมีแรงดึงดูด

ข. ในอวกาศมีความชื้น

ค. ความร้อนเป็นพลังงาน

ง. อวกาศมีแรงต้านทาน

จ. โมเลกุลประกอบด้วยอะตอม

2.7.3.6 การวัดการประเมินค่า

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

1) การประเมินค่าโดยอาศัยข้อเท็จจริงภายใน เป็นคำถามที่ให้ประเมินสิ่งต่างๆ โดยใช้ข้อเท็จจริง รายละเอียด หลักการ หรือทฤษฎีต่างๆ เป็นเกณฑ์ในการตัดสินพิจารณา นั่นคือ บรรดาเกณฑ์ที่นำมาใช้ตัดสินหรือประเมินนั้น เป็นเรื่องราวหรือความจริงตามเนื้อหาและหลักวิชาที่ปรากฏอยู่จริงการถามจึงมักจะให้ตัดสินหรือประเมินเกี่ยวกับ

- ความถูกต้องเหมาะสมของเรื่อง
- ประสิทธิภาพของวิธีการ
- คุณค่าของผลงาน
- ความสมเหตุสมผลของเรื่อง วิธีการ ความคิด

ตัวอย่างคำถามแบบ 1)

จากเรื่องรามเกียรติ์ พิเภกเป็นคนดีหรือไม่?

ก. ดี เพราะซื่อสัตย์

ข. ดี เพราะรักความเป็นธรรม

ค. ไม่ดี เพราะจิตใจโลเล

ง. ไม่ดี เพราะไม่รักพวกพ้อง

จ. ไม่ดี เพราะทรยศต่อบ้านเมือง

การติดต่อกับฝรั่งต่างชาติในสมัยรัตนโกสินทร์ตอนต้นให้ประโยชน์ต่อประเทศไทยในด้านใด?

- ก. การค้าขาย
- ข. วัฒนธรรม
- ค. การปกครอง
- ง. การเผยแพร่ชื่อเสียง
- จ. การได้รับวิทยาการใหม่ๆ

2) การประเมินค่าโดยอาศัยเกณฑ์ภายนอก เป็นคำถามที่ให้พิจารณาตัดสินสิ่งต่างๆ เช่นเดียวกับแบบ 6.10 เพียงแต่เกณฑ์ที่ใช้พิจารณาตัดสินนั้น เป็นเกณฑ์ที่ได้มาจากสิ่งอื่นๆ นอกเหนือจากข้อเท็จจริงหรือหลักวิชา ส่วนใหญ่เป็นเกณฑ์ที่เกี่ยวกับแบบแผนทางสังคม ลัทธิการปกครอง ค่านิยม คุณธรรมต่างๆ ที่เป็นบรรทัดฐานของคนส่วนรวม คำถามประเภทนี้จึงมักให้ประเมินค่าเกี่ยวกับ

- ลักษณะโดยสรุปรวม
- การเปรียบเทียบความเหมาะสม ลักษณะเด่นและด้อย
- การตัดสินตามมาตรฐาน

ตัวอย่างคำถามแบบ 2)

การรักษาและถ่ายทอดวัฒนธรรม มีความจำเป็นหรือไม่?

- ก. จำเป็น เพราะเป็นการรักษาเอกลักษณ์ของชาติ
- ข. จำเป็น เพราะทำให้เกิดความเข้าใจอันดีต่อกัน
- ค. ไม่จำเป็น เพราะวัฒนธรรมบางชนิดล้าสมัย
- ง. ไม่จำเป็น เพราะวัฒนธรรมขัดกับการพัฒนา
- จ. ไม่จำเป็น เพราะความสำคัญของชาติอยู่ที่เศรษฐกิจ

ถ้ายึดหลักประชาธิปไตยการเลือกคู่ของนางรจนานเป็นความผิดหรือไม่?

- ก. ผิด เพราะไม่ฟังความเห็นคนอื่น
- ข. ผิด เพราะมีเสรีภาพเกินขอบเขต
- ค. ผิด เพราะแสดงให้เห็นถึงความเสมอภาค
- ง. ไม่ผิด เพราะแสดงให้เห็นถึงความเสมอภาค
- จ. ไม่ผิด เพราะทำตามเสรีภาพของตน

สรุป

การวัดผลสัมฤทธิ์ เป็นการตรวจสอบระดับความรู้ ความสามารถของผู้เรียนอันเป็นผลมาจากการสอนฝึกฝน ของผู้สอน จึงเป็นการวัดผลการเรียนที่จะตอบคำถามให้ได้ว่าเด็กเรียนมาแล้วรู้เท่าไร การวัดผลสัมฤทธิ์เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย สามารถวัดได้โดยใช้ข้อสอบภาคปฏิบัติ

และข้อสอบผลสัมฤทธิ์การวัดความเสมอภาคด้านนี้ ต้องคำนึงถึงเนื้อหา (content) และพฤติกรรม (behavior) ของผู้เรียนควบคู่กันไป โดยต้องคำนึงถึงความเที่ยงตรงของข้อสอบเป็นสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งข้อสอบที่ใช้ต้องสามารถวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ต่างๆ คือ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ได้อย่างแท้จริง

2.7.4 วัตถุประสงค์การศึกษาหลักสูตร

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

1.1 วัตถุประสงค์ทั่วไปเป็นจุดประสงค์ที่มีความหมายกว้างไม่เจาะจงเฉพาะเจาะจงตัวอย่างเช่น

ก. เพื่อให้ผู้เรียนมีความตระหนักในสิทธิและหน้าที่ของการปกครองตามระบอบประชาธิปไตย

ข. เพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในการอนุรักษ์ธรรมชาติ

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

การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนเพื่อการสร้างข้อสอบนั้นควรพิจารณาถึงปัจจัยสำคัญ 2 ประการคือ

ประการแรก เนื้อหาวิชาที่มีความสัมพันธ์กับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนหรือมีความสัมพันธ์กับคำถามของข้อสอบที่จะสร้าง โดยเนื้อหาวิชานั้น ๆ จะต้องสามารถแยกแยะออกเป็นนิยาม ข้อเท็จจริง หลักการ และการขยายความ ฯลฯ เป็นต้น

ประการที่สอง ระดับสติปัญญาของนักเรียนที่ต้องใช้เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ในการตอบคำถามของข้อกระทงที่จะสร้าง โดยพิจารณาตามแนวความคิดของบลูมและคณะที่ได้กล่าวไว้ว่า สมรรถภาพทางสมองของมนุษย์นั้นสามารถที่จะจัดลำดับขั้นของการเรียนรู้จากสิ่งที่ยากไปหาสิ่งที่ง่ายได้ดังนี้

ขั้นที่ 1 : ความรู้ การวัดระดับความรู้หรือวัดระดับ “ความจำ” นั้น เป็นการวัดความสามารถของนักเรียนในการระลึกถึงเรื่องราวหรือสิ่งที่เคยเรียนมาแล้ว

ขั้นที่ 2 : ความเข้าใจ การวัดระดับความเข้าใจนั้น จะต้องเป็นคำถามที่ได้นำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนรู้มาแล้วมาใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ตามเงื่อนไขที่กำหนดขึ้น

ขั้นที่ 3 : การนำไปใช้ การวัดระดับการนำไปใช้นั้น มีลักษณะคล้ายกันกับการวัดในระดับความเข้าใจ ตรงที่ต้องการให้นักเรียนนำเรื่องราวซึ่งเคยเรียนมาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ ๆ แต่ก็ไม่เหมือนกับระดับความเข้าใจตรงที่ว่า ความรู้หรือเรื่องราวที่เคยเรียนมานั้นจะใช้อะไรมาแก้ปัญหาได้

ขั้นที่ 4 : การวิเคราะห์ ข้อกระทงที่วัดในระดับการวิเคราะห์ ต้องการให้ นักเรียนได้แสดงความสามารถในการวิเคราะห์โดยวิธีต่อไปนี้

ก. ซึ่ให้เห็นความคลาดเคลื่อนเชิงเหตุผลในเรื่องราวต่าง ๆ

ข. ซึ่ให้เห็นความสัมพันธ์หรือจำแนกประเภทของเรื่องราวต่าง ๆ

ขั้นที่ 5 : การสังเคราะห์ ข้อสอบที่วัดในระดับการสังเคราะห์ ต้องการให้ นักเรียนสามารถเอาหน่วยความรู้ย่อย ๆ มาผสมผสานหรือมาจัดระเบียบใหม่ เพื่อให้เกิดเป็นโครงสร้างขึ้นใหม่ที่แปลกกว่าเดิม ชัดเจนกว่าเดิมและมีคุณภาพดีด้วย นักเรียนที่จะมีความรู้ในระดับนี้ จะต้องมีความสามารถในการมองเรื่องราวต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง หลายแง่หลายมุม รู้จักพลิกแพลงปรับปรุงของเดิมให้แปลกใหม่กว่า ซึ่งทั้งนี้จะต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ที่แสดงว่า มีความสามารถในการสังเคราะห์

ขั้นที่ 6 : การประเมินผล ข้อกระทงที่วัดในระดับการประเมินผล ต้องการให้นักเรียนสามารถตัดสินคุณค่าของแนวความคิด ผลผลิต และวิธีการ ฯลฯ ได้ตรงตามจุดมุ่งหมายหนึ่งโดยเฉพาะพร้อมกับสามารถแสดงเหตุผลที่ถูกต้องและเหมาะสมสำหรับการตัดสินนั้น ๆ

2. การกำหนด โครงเรื่องของเนื้อหาที่จะสอบ เนื่องจากแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ควรจะระบุเนื้อหาที่จะสอบตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงต้องมีโครงเรื่องครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่จะทำการทดสอบ เพื่อประกอบความเข้าใจในเรื่องนี้ จะขอยกตัวอย่างโครงเรื่องเกี่ยวกับหัวข้อต่างๆ ของหน่วยการเรียนรู้เรื่องการเงินและการธนาคาร ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของวิชาเศรษฐศาสตร์เช่นกัน ดังต่อไปนี้

โครงเรื่องเกี่ยวกับการเงินและการธนาคาร

ก. รูปแบบและหน้าที่ของเงิน

1. ประเภทของเงิน

2. ประโยชน์ต่าง ๆ ของเงิน

ข. การดำเนินงานของธนาคาร

1. การบริการของธนาคารพาณิชย์

2. สถาบันการเงินอื่น ๆ

3. ธนาคารกลางในการจัดการเกี่ยวกับปริมาณของเงินตราที่หมุนเวียนใน

ประเทศ

ค. บทบาทของธนาคารกลาง

1. ความจำเป็นในการปรับปรุงอุปทานของเงิน
2. ลักษณะของธนาคารกลาง
3. นโยบายควบคุมที่มีผลต่ออุปทานของเงิน

ง. การควบคุมธนาคาร โดยรัฐ (กรณีแต่ละรัฐมีการปกครองของตัวเอง เช่น สหรัฐอเมริกา)

1. คณะอนุกรรมการควบคุมธนาคารแห่งรัฐ
2. กฎหมายคุ้มครองผู้กู้เงิน

ข้อสังเกต การกำหนดโครงสร้างของเนื้อหาที่จะทดสอบ จะกำหนดไว้เฉพาะหัวข้อที่สำคัญๆ โดยปกติโครงสร้างที่นิยมกัน จะมีความยาวประมาณหนึ่งหรือสองหน้าเท่านั้น

2.7.5 การสร้างแบบทดสอบแบบปรนัย

แบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้และเป็นที่รู้จักกันดีมี 4 ประเภท คือ (ภัทรา นิกมานนท์, 2540 : 72-85)

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

1. แบบถูก-ผิด (True-False)

แบบทดสอบแบบถูก-ผิดที่แท้ก็คือแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มี 2 ตัวเลือกนั่นเองผู้ตอบมีโอกาสเลือกตอบเพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง อาจตอบว่า ใช่-ไม่ใช่, ถูก-ผิด, จริง-ไม่จริง เป็นต้น คำคำถามของแบบทดสอบประเภทนี้มักจะเขียนในรูปประโยคบอกเล่าธรรมดา หรืออาจเป็นรูปคำถาม โดยมีข้อความถูกผิดบ้างคละเคล้ากันไป ซึ่งผู้ตอบจะต้องตัดสินใจว่าข้อความนั้น ถูกต้องหรือผิดจริงหรือเท็จ ใช่หรือไม่ใช่

2. แบบทดสอบแบบเติมคำ (Completion)

แบบทดสอบแบบเติมคำเป็นแบบทดสอบประเภทให้ตอบสั้นๆ มีขอบเขตในการตอบภาค คำถามอาจอยู่ในรูปคำถามหรือในรูปประโยคบอกเล่าที่เป็นข้อความไม่สมบูรณ์ โดยเว้นช่องว่างสำหรับให้เติมคำหรือข้อความให้ได้ความถูกต้องสมบูรณ์

3. แบบทดสอบแบบจับคู่

แบบทดสอบแบบจับคู่เป็นแบบทดสอบปรนัยประเภทกำหนดคำหรือข้อความเป็น 2 แถว แล้วให้ผู้ตอบเลือกคำหรือข้อความจากแถวหนึ่งไปใส่ในคำ หรือข้อความอีกแถวหนึ่งที่มีความสัมพันธ์

หรือสอดคล้องกันแบบทดสอบประเภทนี้คล้ายกับแบบทดสอบเลือกตอบนั่นเอง แต่ตัวเลือกไม่แน่นอนตายตัว เพราะตัวเลือกจะลดลงเรื่อย ๆ เมื่อเลือกตอบไปแล้ว

4. แบบทดสอบแบบเลือกตอบ (Multiple Choices)

แบบทดสอบแบบเลือกตอบเป็นแบบทดสอบปรนัยที่นิยมใช้กันมากกว่าแบบทดสอบปรนัยแบบอื่น แบบทดสอบแบบเลือกตอบที่ดีตัวเลือกทุกตัวมีน้ำหนักพอกัน ถ้าดูเผินๆ หรือไม่มีความรู้ในข้อนั้นจริงจะเห็นว่าถูกหมด และการสอบแต่ละครั้งตัวเลือกแต่ละตัวจะมีโอกาสถูกเลือกพอๆ กัน สำหรับแบบทดสอบแบบเลือกตอบที่มีลักษณะถูกหรือผิดอย่างเด่นชัดจำให้แบบทดสอบนั้นขาดคุณค่าและขาดความเป็นปรนัยอันเป็นคุณสมบัติของข้อสอบประเภทนี้

4.1 หลักในการเขียนข้อสอบแบบประเภทเลือกตอบ

4.1.1 เขียนตัวคำถามให้อยู่ในรูปของประโยคคำถามสมบูรณ์ การถามด้วยประโยคคำถามที่สมบูรณ์ช่วยให้คำถามมีความหมายเฉพาะเจาะจงขึ้น ผู้สอบอ่านแล้วสามารถเข้าใจทันทีว่าผู้ถามต้องการให้ตอบในแง่ใด จะต้องพุ่งความคิดไปในทิศทางใด การเขียนแบบตอมนำแบบบั้งท้ายไว้คล้ายให้เดิมคำมักทำให้คำถามไม่กระชับ เกิดคำถามในการจะมีคำตอบหลายแง่มุม บางทีผู้สอบต้องกลับไปอ่านข้อความซ้ำเพราะข้อความไม่ต่อเนื่องกัน ในกรณีที่ตัวเลือกใช้คำที่ปรับกับคำถามพอดี จะเป็นการเสนอแนะคำตอบ หากจำเป็นที่จะต้องเขียนตอมนำแบบต่อความก็ควรเขียนเป็นความที่อ่านได้ความติดต่อกันกับตัวเลือก

4.1.2 เน้นเรื่องคำถามให้ชัดเจนและตรงจุด คำถามประเภทที่คลุมเครือ ทำให้ผู้สอบเกิดความลังเลในการตอบ ไม่ทราบว่าจะถามในแง่ใดกันแน่ คำถามที่มีลักษณะต่อความมีโอกาสทำให้คลุมเครือได้ง่าย การเขียนตอมนำให้เป็นคำถามจะช่วยให้ชัดเจนขึ้น

4.1.3 ใช้ภาษาให้เหมาะกับระบบผู้สอน ข้อสอบที่ดีควรให้ยากด้วยเนื้อหาของมันเอง ไม่ใช่ยากที่ภาษา ส่วนที่ใช้หรือการใช้คำพูดที่พลิกแพลง เพราะเราไม่ได้วัดความสามารถของภาษายกเว้นแต่ข้อสอบมีจุดมุ่งหมายเช่นนั้นโดยเฉพาะ การใช้ภาษายากตั้งข้อคำถามหรือตัวเลือกจะทำให้ข้อสอบยากขึ้นโดยไม่จำเป็น อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงและมีความเชื่อมั่นต่ำได้

การสร้างข้อสอบใด ๆ ผู้สร้างข้อสอบควรตระหนักเสมอว่าขณะนี้ตนเองกำลังสร้างคำถามวัดใคร ระดับชั้นไหน คำศัพท์หรือภาษาที่ใช้ตั้งคำถามนั้นผู้เรียนเรียนรู้แล้วหรือยัง การใช้ศัพท์ภาษาต่างประเทศหรือภาษาเทคนิคควรใช้ให้เหมาะสมกับวิชานั้น ๆ

4.1.4 คำถามควรสั้นและชัดเจน การเขียนคำถามแบบยาว ๆ วกไป วนมา อาจทำให้ข้อสอบขาดความเที่ยงตรงตามสภาพไป เพราะจะเป็นการทำทดสอบการอ่านหนังสือเร็วแล้วจับใจความแทนที่จะทดสอบความรู้ความเข้าใจหรือความสามารถทางวิชาการ การใช้ตัวเลือกที่มีข้อความซ้ำ ๆ กันเป็นการทำให้ข้อสอบยาวโดยไม่จำเป็น ซึ่งควรจะตัดข้อความที่ซ้ำกันนั้นออกเลยถ้าทำได้

4.1.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้คำถามปฏิเสธหรือปฏิเสธซ้อน การใช้คำถามปฏิเสธทำให้ผู้สอบต้องคิดย้อน โดยไม่จำเป็น อาจทำให้เกิดการเข้าใจผิดได้ง่าย แต่ถ้ามีความจำเป็นจะต้องใช้จริง ๆ ก็ควรขีดเส้นใต้คำที่ปฏิเสธหรือพิมพ์ด้วยตัวเอนหรือตัวหนาให้ต่างจากข้อความทั่ว ๆ ไป เพื่อให้เห็นชัดขึ้นหรือใช้ความหมายเชิงปฏิเสธแทน

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

การใช้ตัวลวงปลายเปิดด้วยเหตุผลที่ผู้ออกข้อสอบไม่สามารถหาตัวลวงหรือตัวถูกได้นั้น มักทำให้ข้อคำถามนั้นค่อยคุณภาพเพราะเป็นการแนะนำคำตอบด้วยตัวเลือกนั้น

ข้อสอบที่เหมาะสมจะใช้ตัวเลือกปลายเปิดควรเป็นคำถามที่เกี่ยวกับเรื่องราวหรือเหตุการณ์ที่ยังหาข้อสรุปไม่ได้ หรือที่ยังเป็นปัญหาโต้แย้งกันอยู่

ตัวเลือกปลายเปิดนอกจากจะใช้ได้ดีกับเรื่องราวที่ไม่มีข้อยุติแล้ว ยังเหมาะสมที่จะใช้กับวิชาประเภทคำนวณอีกด้วย ตัวเลือก “ถูกทุกข้อ” จะใช้ได้ดีกับข้อที่มีคำตอบที่เป็นไปได้หลายข้อ เช่น การคำนวณหาค่าที่ไม่ทราบค่าของสมการหลายชั้น ตัวเลือก “ไม่มีข้อถูก” สามารถใช้ลวงผู้ที่ไม่แม่นยำในการคำนวณคำตอบนั้นๆ เมื่อหาคำตอบที่ถูกต้องไม่ได้ก็จะเอนเอียงมาตอบตัวเลือก “ไม่มีข้อถูก”

ถ้าหากจำเป็นต้องใช้ตัวเลือกปลายเปิดก็ควรใช้หลาย ๆ ข้อ จะได้ไม่เป็นการแนะนำคำตอบและต้องจัดให้ตัวเลือกปลายเปิดนั้นเป็นทั้งตัวถูกและตัวผิดพอๆ กับตัวเลือกอื่น

4.1.7 ใช้คำถามให้คํูมงานสอบ ข้อสอบที่ดีไม่ควรถามด้วยความจำมากนัก แต่จะพยายามถามให้คิดลึกซึ้งลงไป และไม่ใช่ข้อความที่พลิกแพลงจนกลายเป็นข้อสอบ ที่วัดความสามารถด้านภาษาไป

ข้อสอบที่ถามไม่คํูมงานสอบจะไม่ให้ข้อมูลที่เ็นประโยชน์แก่การวัดเท่าที่ควร เช่น ข้อคำถามที่ง่ายมากจนผู้สอบทุกคนหรือเกือบทุกคนตอบถูกหมด หรือข้อที่ยากมากจนไม่มีใครตอบถูกเลย จะทำให้ไม่ทราบว่าใครเก่งกว่าใคร การถามเนื้อหาไม่จำเป็น ถือว่าเป็นการถามไม่คํูมงานสอบเช่นกัน

4.1.8 ข้อเดียวต้องมีคำตอบเดียว ในการเขียนคำถาม มีบ่อย ๆ ที่ผู้ออกข้อสอบไม่ได้พิจารณาตัวลวงให้ดี เมื่อเด็กทำข้อสอบจึงมักมีปัญหาที่มีข้อถูกมากกว่า 1 ข้ออยู่บ่อย ๆ

4.1.9 เขียนตัวถูก-ผิดให้ถูกหรือผิดตามหลักวิชา การเขียนตัวถูกและตัวลวงควรคำนึงถึงความจริงและความเป็นไปได้ตามเนื้อหานั้นๆ ด้วย การใช้ตัวลวงโดยไม่คำนึงถึงความถูกต้องตามหลักวิชาอาจเป็นการแนะนำคำตอบให้เด่นชัดขึ้น

การเขียนตัวลวงควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1. หลีกเลี่ยงการใช้ศัพท์เทคนิคที่ไม่มีในสาขาวิชานั้น
2. ตัวลวงผิดตามหลักการและข้อเท็จจริงและเนื้อหานั้น ตัวลวงที่ดีควรมีผู้เลือกตอบและผู้ que เลือกตอบควรเป็นผู้ที่ไม่แม่นยำในเนื้อหานั้นจริง อาจเข้าใจผิด หรือเกิดการผิดพลาดในการคิดโดยไม่เจตนา โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ตัวลวงควรได้มาจากวิธีคำนวณที่ผิด ๆ ที่มักเกิดขึ้นกับนักเรียนซึ่งครูอาจสังเกตได้ในขณะที่ทำการสอน การใช้ตัวเลือกจากคำตอบของนักเรียนทั้งที่เป็นตัวถูกและผิด จะทำให้ข้อสอบนั้นมีคุณภาพที่สูงกว่าข้อสอบที่ได้มาจากครูสร้างขึ้นเองทั้งค่าความเที่ยงตรง ความเชื่อมั่นและค่าอำนาจจำแนก นอกจากนี้ข้อสอบที่ใช้ตัวเลือกที่ได้จากคำตอบของนักเรียนยังยากกว่าข้อสอบที่ได้ตัวเลือกจากที่ครูสร้างขึ้นเองอีกด้วย

4.1.10 เขียนตัวเลือกให้เป็นอิสระจากกัน พยายามอย่าให้ตัวเลือกทั้งที่เป็นตัวถูกและตัวผิดก้ำก้ำกัน หรือมีความหมายสับสนเนื่องสัมพันธ์กัน หรือครอบคลุมตัวเลือกอื่น ๆ ซึ่งจะทำได้เหมือนกับมีตัวเลือกน้อยลง และมีคำตอบที่ถูกหลายข้อ

4.1.11 เรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก ข้อสอบที่มีคำตอบเป็นตัวเลือก เช่น วิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ เกี่ยวกับวัน เดือน ปี หรือจำนวนต่าง ๆ ควรจัดเรียงลำดับกัน อาจเรียงจากมากไปหาน้อยหรือน้อยไปมากก็ได้ เพื่อให้ผู้สอบหาคำตอบง่ายขึ้น ไม่เกิดการสับสน

4.1.12 พยายามใช้รูปภาพช่วย การใช้รูปภาพเป็นตัวสถานการณ์ หรือคำถาม หรือตัวเลือกจะช่วยคลายความเครียดให้ผู้สอบได้มาก โดยเฉพาะในชั้นเด็กตอนต้น การใช้รูปภาพนอกจากจะคลายความเครียดได้แล้วยังช่วยให้เด็กเข้าใจคำถามง่ายขึ้น และยังช่วยทำให้ข้อสอบน่าสนใจยิ่งขึ้น ข้อสำคัญรูปภาพที่ใช้ควรเขียนให้ชัดเจน สวยงาม น่าดู และถูกต้อง ไม่ทำให้ผู้สอบมองแล้วเข้าใจผิดได้ ในระดับสูง รูปภาพที่ใช้ในข้อสอบอาจเป็นตาราง แผนที่ หรือแผนภูมิใด ๆ ก็ได้ เป็นการพักสายตาผู้สอบด้วย

4.1.13 หลีกเลี่ยงคำถามที่เนาะคำตอบ คำถามที่ใช้ตัวเลือกที่มีเงให้เด็กสามารถตัดตัวลวงออกได้โดยไม่ต้องใช้ความคิด หรือชี้แนะให้เด็กเลือกตอบได้ง่ายขึ้น ถือว่าเป็นคำถามที่ชี้แนะคำตอบ คำถามที่มีลักษณะเนาะคำตอบมีดังนี้

- 1.) ตัวคำตอบใช้คำที่ซ้ำกับคำถาม หรือใช้คำที่เกี่ยวข้องกัน
- 2.) ออกคำถามที่ซ้ำกัน ได้แก่คำถามสิ่งเดียวกัน แต่ใช้ถ้อยคำต่างกัน

ซึ่งผู้สอบอาจค้นพบคำตอบจากข้ออื่น ๆ ในข้อสอบฉบับเดียวกันได้

3.) ตัวถูก ตัวผิด ยาวไม่สม่ำเสมอ ตัวถูกสั้นหรือยาวกว่าตัวอื่น ๆ ก็เป็นข้อสะกดใจให้ผู้ตอบสังเกตเห็นความแตกต่างได้ ผู้ออกข้อสอบควรแต่งตัวเลือกให้มีความยาวพอ ๆ กัน แต่ถ้าแต่งให้ยาวพอ ๆ กัน ไม่ได้ก็ควรเรียงตัวเลือกตามลำดับความสั้นยาว

4.) คำตอบที่ใช้คำศัพท์ หรือภาษาที่แปลกกว่าตัวอื่น ๆ การใช้ภาษาที่แปลก สะดุดตาว่าตัวเลือกอื่น ๆ จะเป็นการชี้แนะคำตอบประการหนึ่ง ดังนั้นควรใช้ภาษาประเภทเดียวกันทุกตัวเลือก

5.) คำตอบ หรือตัวลวง ถูกหรือผิดเด่นชัดเกินไป ถ้าตัวถูกกับตัวลวงแตกต่างกันมากจนสะดุดตา เด็กอาจตอบถูกได้โดยไม่ต้องใช้ความคิดมากนัก หรืออาจใช้วิธีหาคำตอบโดยตัดตัวเลือกที่เห็นว่าผิดแน่ ๆ ออกทีละตัวจนได้คำตอบ

6.) คำถามกับตัวลวงไม่รับกัน นั่นคือคำถามกับตัวลวงไม่สอดคล้องกัน นอกจากตัวถูกเท่านั้นที่มีถ้อยคำรับกัน ซึ่งมีสาเหตุจากการใช้คำถามแบบต่อความ แล้วตัดข้อความตอนท้ายเป็นตัวถูก ส่วนตัวลวงนั้นไม่ได้คำนึงถึงข้อความที่เป็นตอนนำของข้อความนั้น จึงทำให้ผู้สอบสามารถเด่คำตอบได้โดยการอ่านต่อข้อความกัน ถ้าข้อใดข้อความต่อกันได้ดีก็แสดงว่าเป็นข้อถูก

7.) ใช้คำขยายไม่ถูกต้อง 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 หรือหมุนเวียนกันอย่างเป็นระบบจะทำให้ ผู้สอบเดาได้ง่ายขึ้น วิธีเรียงตัวเลือกตามลำดับสั้นยาวของข้อความ การเรียงลำดับตัวเลือกที่เป็นตัวเลือก ก็จะเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยให้คำตอบ ไม่ซ้ำหรือการเรียงตัวเลือกอย่างเป็นระบบ

2.7.6 ลักษณะของข้อสอบที่ดี

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

1. มีความเที่ยงตรง (Validity) หมายถึงแบบทดสอบที่สามารถวัดเนื้อหาที่ต้องการวัดได้ครบถ้วนและวัดได้ตรงตามจุดมุ่งหมายของการวัด
2. เชื่อมั่นได้ (Reliability) แบบทดสอบที่เชื่อมั่นได้ หากนำมาใช้สอบวัดกับกลุ่มเดิมในเวลาใกล้เคียงกันผลจากการวัดจะเหมือนเดิมหรือใกล้เคียงกับเดิมจะเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก
3. แบบปรนัย (Objectivity) หมายถึงคำถามที่มีความชัดเจน 3 ประการคือคำถามอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และแปลความหมายของคะแนนได้ตรงกัน
4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) หมายถึงข้อสอบที่ไม่ยาก หรือง่ายเกินไป ข้อสอบที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่าเป็นข้อสอบที่ยาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบแทนได้ด้วยค่า p ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 0 ถึง 1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า

p อยู่ระหว่าง .20 ถึง .80 ซึ่งหมายถึงข้อสอบที่ไม่ยากเกินไป และไม่ง่ายเกินไป แต่มีความยากง่าย อยู่ระหว่างค่อนข้างยาก ปานกลาง และค่อนข้างง่าย

5. จำแนกได้ (Discrimination) หมายถึงข้อสอบที่สามารถแบ่งแยกผู้สอบออกเป็น คนเก่ง และคนอ่อนได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้ คนเก่งจะตอบข้อนั้นถูก ส่วนคนอ่อนจะตอบ ข้อนั้นผิด ถ้าข้อใดคนเก่งตอบผิด แต่คนอ่อนตอบถูก แสดงว่าข้อนั้นจำแนกกลับ แต่ถ้าทั้งคนเก่ง และอ่อนตอบถูก หรือผิดพอ ๆ กัน แสดงว่าข้อสอบข้อนั้นจำแนกไม่ได้ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ แทนได้ด้วยค่า r ค่า r มีค่าอยู่ระหว่าง -1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่มีค่า r บวก หมายความว่า จำแนกได้โดยคนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน ข้อที่มี r เป็นเครื่องหมายลบ แสดงว่าจำแนกกลับ เพราะคนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน ข้อที่มีค่าเป็นศูนย์ หรือค่าใกล้ศูนย์ (ค่า r อยู่ระหว่าง -.19 ถึง +.19) แสดงว่าจำแนกไม่ได้ เนื่องจากคนเก่งกับคนอ่อนตอบถูกพอ ๆ กัน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง .20 ถึง 1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือข้อสอบที่ให้ข้อมูลเกี่ยวกับการสอบได้ถูกต้อง ที่สุด เชื่อถือได้มาก โดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องแคล่ว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อย และใช้ แรงงานน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) คือ ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบ เสียเปรียบกันระหว่าง ผู้สอบด้วยกัน

8. ถามลึก (Searching) หมายถึง ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้สอบใช้ความสามารถในการ คิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ยั่วยุ (Exemplary) หมายถึง ข้อสอบที่มีลักษณะท้าทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบ และทำข้อสอบด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) หมายถึง ไม่ถามกว้างเกินไปหรือถามคลุมเครือให้ คิดได้หลายแง่ หลายมุม

2.7.7 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

นิตยรัตน์ กงนาลีก (2546) 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 แล้วหรือประเมินผลสรุปตอนปลายภาคเรียนหรือปลายปี เพื่อการสรุปและตัดสินผลการเรียนของผู้เรียนของผู้เรียนแต่ละคนว่าอยู่ในระดับใดหรืออยู่ในลำดับที่เท่าไร หรืออาจนำผลการวัดไปใช้เพื่อการสอบคัดเลือกบุคคลเข้าศึกษาต่อหรือทำงาน ซึ่งผลที่ได้จากการวัดและแปลความหมายโดยเปรียบเทียบกับกลุ่มผู้สอบด้วยกัน สำหรับแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบอิงเกณฑ์ มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับการเรียนในรายวิชานั้น ๆ หรือเพื่อตรวจสอบความรู้ความสามารถของผู้เรียนว่าเป็นผู้รอบรู้หรือไม่รอบรู้ในเนื้อหาแต่ละเรื่องนั้นๆ โดยนำผลการวัดที่ได้มาเปรียบเทียบกับเกณฑ์หรือมาตรฐานที่กำหนดไว้ เพื่อการจัดกิจกรรม การเรียนการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของผู้เรียน และการจัดการสอนซ่อมเสริม ซึ่งจะใช้การวัดผลแบบอิงเกณฑ์ในระหว่างที่มีการเรียนการสอน โดยวัดผลสัมฤทธิ์หลังจากที่จบในแต่ละจุดประสงค์ของบทเรียนในแต่ละเรื่องหรือแต่ละหน่วย โดยนำผลการวัดไปใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนเป็นสำคัญ

2. การกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน

การกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน เป็นการกำหนดกรอบว่าต้องการให้ผู้เรียนสามารถแสดงพฤติกรรมอะไรบ้าง ในสถานการณ์ใด และมีเกณฑ์ในการตัดสินอย่างไรที่ยอมรับว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ นั้น ๆ ซึ่งการกำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอนต้องแปลงคุณลักษณะที่ต้องการวัดให้เป็นพฤติกรรมที่วัดได้หรือที่เรียกว่าจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนด้านพุทธิพิสัย ก็ต้องกำหนดให้ชัดเจนลงไปว่าต้องการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ชั้นใดใน 6 ชั้น ได้แก่ ชั้นความรู้ความจำ ความเข้าใจ นำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า ครูผู้ทำหน้าที่วิเคราะห์จุดประสงค์ต้องพิจารณาและตัดสินว่าในวิชานั้น ๆ จะวัดพฤติกรรมใดบ้าง มีกี่พฤติกรรม แต่ละพฤติกรรมสามารถวัดหรือสังเกตได้โดยวิธีใด อย่างไร ดังตัวอย่างในตารางที่ 4 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่า เครื่องมือที่เหมาะสมที่สุดในการวัดด้านพุทธิพิสัย คือแบบทดสอบ ดังนั้นในการออกข้อสอบ จึงต้องวัดให้ครอบคลุมพฤติกรรมการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์นั้น ๆ ถ้าเป็นการวัดผลแบบอิงกลุ่ม เป็นการนำผลการวัดไปใช้เพื่อสรุปหรือตัดสินผลการเรียนหรือเพื่อการคัดเลือกผู้เรียนนั้น จะวัดเฉพาะจุดประสงค์ที่สำคัญเท่านั้น หรือวัดให้ครอบคลุมจุดประสงค์ทั้งรายวิชาหรือจุดหมายปลายทางของรายวิชา และระดับของพฤติกรรมที่วัดเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ชั้นที่สูงกว่าชั้นความรู้ ความเข้าใจ ส่วนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ จะวัดให้ตรงกับ

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดขึ้นในแต่ละหน่วยการสอน แต่ละบทหรือแต่ละเรื่องนั้น ๆ และระดับของพฤติกรรมที่วัดมักเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นต่ำ คือ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ และนำไปใช้

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าถ้าเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มเน้นการกำหนดจุดประสงค์ที่มีลักษณะเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และเขียนข้อสอบให้สอดคล้องและครอบคลุมกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์นั้น การเขียนข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัดเพียงอย่างเดียว ไม่สามารถบรรยายความสามารถของผู้เรียนได้ชัดเจนว่า เป็นผู้ที่มีความรอบรู้ครอบคลุมเนื้อหาหรือไม่ ดังนั้นการวัดในแต่ละจุดประสงค์จึงต้องมีการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาที่ชัดเจน จึงจะสามารถแปลความหมายของคะแนนที่ได้จากการวัดได้

3. การกำหนดเนื้อหา

นอกจากจะมีการกำหนดจุดประสงค์ของการเรียนการสอนในลักษณะของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมแล้ว ในแต่ละรายวิชาที่สอนต้องมีการกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาที่จะสอนให้ชัดเจนทั้งเนื้อหาที่เป็นประเด็นใหญ่และประเด็นย่อย การแยกแยะเนื้อหาในรายวิชานั้น ๆ ออกเป็นบท ๆ หรือหน่วยการสอนย่อย หรือเนื้อหาย่อย ๆ เป็นหมวดหมู่ แล้วเรียงลำดับการสอนว่าจะสอนเนื้อหาใดก่อนหลัง ตามความสัมพันธ์ของเนื้อหานั้น ๆ เนื้อหาประเภทเดียวกันหรือไม่สำคัญมากนักอาจนำมารวมเป็นข้อเดียวกันได้ ดังตัวอย่างที่ 2 ในส่วนของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม จะเน้นเฉพาะจุดประสงค์การเรียนรู้ที่สำคัญ ๆ ดังนั้น การกำหนดเนื้อหาที่ต้องให้สอดคล้องกับจุดประสงค์หรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้ครอบคลุมรายละเอียดของเนื้อหาที่สำคัญ ๆ ของรายวิชานั้น ๆ หรือบทนั้น ๆ หรือหน่วย นั้น ๆ สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ การนิยามหรือกำหนดขอบเขตของเนื้อหาเป็นสิ่งที่สำคัญและจำเป็นมาก ซึ่งต้องกำหนดไว้อย่างชัดเจน เนื้อหาที่มีความเฉพาะเจาะจงครอบคลุมพฤติกรรมหรือสิ่งที่กำหนดไว้ในจุดประสงค์ของการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้สร้างข้อสอบสามารถเขียนข้อสอบได้สอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและพฤติกรรมที่ต้องการวัด และเพื่อประโยชน์ในการตีความหมายของคะแนน ดังนั้นการกำหนดขอบเขตของเนื้อหาและพฤติกรรมที่จะนำไปใช้เป็นกรอบในการสร้างข้อสอบทั้งแบบอิงกลุ่มและอิงเกณฑ์จึงต้องมีความชัดเจน เพื่อประโยชน์สำหรับการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรต่อไป

4. การทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรหรือตารางวิเคราะห์เนื้อหา

ตารางวิเคราะห์หลักสูตร (Table of Specifications) มีลักษณะเป็นตาราง 2 ทาง ที่แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมกับเนื้อหาวิชา ที่ต้องการจะวัดหรือต้องการทดสอบ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

4.1 บรรจุนี้อากลงในตารางวิเคราะห์หลักสูตรในแนวนอนทางด้านซ้ายมือ ส่วนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมหรือพฤติกรรมที่ต้องการวัด นำมาบรรจุลงในตารางตามแนวตั้ง

4.2 จัดอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การจัดอันดับความสำคัญของเนื้อหา ควรพิจารณาจากปริมาณเนื้อหาและระยะเวลาหรือจำนวนคาบที่ใช้ในการสอนในแต่ละ

เรื่องหรือแต่ละบทหรือแต่ละหน่วยการสอน การกำหนดอันดับความสำคัญของพฤติกรรมที่วัดทำนองเดียวกันคือพิจารณาจากจำนวนจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมในแต่ละด้านที่ต้องการวัด

4.3 กำหนดน้ำหนักของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด การกำหนดน้ำหนักในแต่ละเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดควรพิจารณาให้สอดคล้องกับอันดับความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัดนั้น ๆ การกำหนดน้ำหนักของเนื้อหาสามารถคิดได้จากร้อยละของเวลาที่ใช้ในการสอนในแต่ละเนื้อหา ตัวอย่างดังแสดงในตารางที่ 2

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

4.4 กำหนดจำนวนข้อสอบในแต่ละเซลล์ ในการทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรครูผู้สอน อาจทำเป็นคณะหรือกลุ่ม เนื่องจาก มีผู้สอนหลายคนจึงต้องร่วมกันพิจารณาแต่ละคน วิธีการทำได้โดยให้ผู้สอนแต่ละคนกำหนดน้ำหนักความสำคัญของเนื้อหาและพฤติกรรมที่ต้องการวัด โดยให้น้ำหนักความสำคัญแต่ละช่องมีค่าเป็น 10 แล้วรวมน้ำหนักความสำคัญนั้นในช่องรวม แล้วจัดลำดับความสำคัญโดยให้เนื้อหาที่มีผลรวมสูงสุดมีความสำคัญเป็นอันดับ 1 เนื้อหาที่มีผลรวมต่ำสุดมีความสำคัญ เป็นลำดับสุดท้าย หลังจากนั้นนำตารางเดี่ยวของแต่ละคนมาทำเป็นตารางรวม

5. การกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะสำหรับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ในชั้นใดได้บ้าง เช่น ข้อสอบแบบถูกผิดเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริง แบบจับคู่เหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำ เกี่ยวกับข้อเท็จจริงและความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการแบบเติมคำเหมาะสำหรับวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์นิยามความสามารถในการแก้ปัญหาแบบเลือกตอบวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ได้ทุกระดับพฤติกรรม และแบบอัตนัยเหมาะสำหรับวัดแนวคิด การเรียบเรียงแนวคิดในเชิงสร้างสรรค์ ดังนั้นการกำหนดรูปแบบของข้อคำถาม จึงต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับพฤติกรรม การเรียนรู้ที่มุ่งวัดว่าข้อสอบแต่ละชนิด หรือข้อสอบแต่ละประเภทเหมาะสำหรับวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ชั้นใด ผู้ออกข้อสอบต้องมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปแบบของข้อสอบแต่ละประเภท รวมไปถึงข้อดีและข้อจำกัดของข้อสอบแต่ละประเภทเป็นอย่างดี

เกณฑ์ในการพิจารณาว่าจะใช้รูปแบบคำถามใด มีดังนี้

5.1 จุดประสงค์การเรียนการสอน ต้องพิจารณาว่าต้องการวัดพฤติกรรมชั้นใดหรือลักษณะใดบ้าง เช่น ความรู้ ความคิดเห็น ความคิดสร้างสรรค์หรือการแก้ปัญหา เป็นต้น

5.2 ทักษะความสามารถของผู้ออกข้อสอบมีมากน้อยเพียงใด ซึ่งควรออกข้อสอบตามรูปแบบที่ตนถนัดเพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพ

5.3 วัยของผู้เรียน ถ้าเป็นผู้เรียนชั้นเด็กเล็กไม่ควรออกข้อสอบอัตนัย

5.4 เวลาในการออกข้อสอบที่ผู้ออกข้อสอบมี มีมากพอหรือไม่

5.5 จำนวนผู้เข้าสอบ หากจำนวนมาก ข้อสอบปรนัยย่อมมีความเหมาะสมกว่า

โดยทั่วไปการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ควรเลือกข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ เนื่องจากสามารถวัดพฤติกรรมได้ทุกระดับ และรูปแบบของข้อสอบสามารถใช้กับคนจำนวนมากได้ การตรวจให้คะแนนมีความเป็นปรนัย และสามารถตรวจสอบคุณภาพได้ทั้งในแง่ของความยากง่ายและอำนาจจำแนก สำหรับรูปแบบของข้อสอบที่ใช้วัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ สามารถทำได้หลายรูปแบบ เนื่องจากส่วนใหญ่มักวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นต่ำ ดังนั้นประเด็นสำคัญของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ คือให้สอดคล้องกับระดับของพฤติกรรมที่ต้องการวัดและเนื้อหาที่กำหนด

6. การเขียนข้อสอบ

การเขียนข้อสอบสำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มและแบบอิงเกณฑ์ ต้องให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาที่ได้กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์เนื้อหา และพิจารณาถึงเทคนิคในการเขียนข้อสอบแต่ละประเภทด้วย สำหรับการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่มนั้น ประเด็นที่ควรพิจารณาอีกประเด็นหนึ่งในการเขียนข้อสอบคือ ความยากง่ายของข้อสอบ ซึ่งต้องยากง่ายปานกลาง ไม่ยากหรือง่ายเกินไป ไม่เช่นนั้นแล้วจะทำให้คะแนนการสอบของผู้เรียนไม่กระจาย ส่งผลให้ข้อสอบไม่สามารถจำแนกผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อนได้ ตามแนวคิดของการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงกลุ่ม ส่วนการวัดผลสัมฤทธิ์แบบอิงเกณฑ์ ประเด็นสำคัญไม่ได้อยู่ที่ความยากง่ายและอำนาจจำแนกของข้อสอบ สิ่งสำคัญอยู่ที่ข้อสอบที่เขียนขึ้นนั้นสอดคล้องกับระดับพฤติกรรมในจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้หรือไม่ ซึ่งถ้าหากการเรียนการสอนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพแล้ว ผู้เรียนสามารถตอบข้อสอบนั้นได้ถูกต้อง

7. การตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไข

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้ เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพทั้งรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หากพบว่าคุณภาพรายข้อดีหรือเหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับเป็นขั้นตอนต่อไป ซึ่งมีความแตกต่างกันในบางประเด็นเฉพาะสำหรับแบบทดสอบอิงเกณฑ์และอิงกลุ่ม สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น ทั้งการตรวจสอบรายข้อและการตรวจสอบทั้งฉบับจะได้กล่าวในรายละเอียดต่อไป

8. การจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ และจัดทำคู่มือการนำไปใช้

หลังจากที่แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผ่านขั้นตอนการสร้างและการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น มีการปรับปรุงแก้ไขจนเป็นที่ยอมรับได้แล้ว ต้องมีการจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์ มีการจัดทำคู่มือการนำไปใช้ ซึ่งต้องประกอบด้วยคำชี้แจงที่ชัดเจน พร้อมทั้งบรรยาย

ถึงคุณลักษณะของข้อสอบ มีการจัดเก็บอย่างเป็นระบบเพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้ หรือการนำมาสร้างเป็นเครื่องมือที่มีความเป็นมาตรฐานต่อไป

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบที่ได้กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าผู้สร้างข้อสอบต้องมีการเตรียมการวางแผนดำเนินการล่วงหน้า เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพตามหลักเกณฑ์ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

จะเห็นได้ว่า การวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย หรือการวัดความรู้ความสามารถทางสมอง วิธีการที่เหมาะสมและใช้มากที่สุดคือ การทดสอบโดยมีแบบทดสอบเป็นเครื่องมือในการวัดแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นแบบทดสอบที่เน้นพุทธิพิสัย ที่เป็นผลมาจากการเรียนการสอนหรือการเรียนรู้ตามหลักสูตร ซึ่งมีหลายชนิดขึ้นอยู่กับเกณฑ์ที่ใช้ในการแบ่ง ที่เป็นที่ยุติกันแพร่หลาย และใช้มากที่สุดคือแบบทดสอบปรนัยและแบบทดสอบอัตนัย ซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มีข้อดีและข้อจำกัดที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นการพิจารณาเลือกใช้แบบทดสอบชนิดใด ควรพิจารณาถึงจุดประสงค์หรือคุณลักษณะที่ต้องการวัด รวมทั้งข้อดีข้อจำกัดของแบบทดสอบแต่ละชนิดก่อนเลือกใช้ด้วย เพื่อให้ได้ผลการวัดที่มีประสิทธิภาพสูงสุด และไม่ว่าจะจะเป็นแบบทดสอบรูปแบบใดก็ตาม ในกระบวนการสร้างต้องสร้างให้ถูกต้องตามขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่ดีมีคุณภาพซึ่งขั้นตอนสำคัญของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ได้แก่ กำหนดจุดมุ่งหมายการทดสอบ กำหนดวัตถุประสงค์การเรียนการสอน กำหนดเนื้อหา ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม ลงมือเขียนข้อสอบ ตรวจสอบคุณภาพข้อสอบและปรับปรุงแก้ไขและจัดพิมพ์เป็นฉบับสมบูรณ์พร้อมจัดทำคู่มือการนำไปใช้

2.7.8 การตรวจสอบคุณภาพของข้อสอบ

แบบทดสอบที่ดี ต้องผ่านขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพตามเกณฑ์มาตรฐานที่ยอมรับได้ โดยมีข้อมูลยืนยันที่เชื่อถือได้เพื่อให้ได้ผลการวัดที่ถูกต้องเชื่อถือได้ หากพบว่าแบบทดสอบมีคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข ซึ่งการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบถ้าผลการตรวจสอบคุณภาพไม่ดีก็ต้องทำการปรับปรุงแก้ไข การตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบต้องตรวจสอบคุณภาพรายข้อและทั้งฉบับ โดยทำการตรวจสอบคุณภาพรายข้อ หากพบว่าคุณภาพรายข้อดี หรือเหมาะสมแล้ว จึงทำการตรวจสอบคุณภาพทั้งฉบับต่อไป สำหรับวิธีการตรวจสอบคุณภาพในแต่ละประเด็น ทั้งการตรวจสอบรายข้อ และการตรวจสอบทั้งฉบับ มีดังนี้

การพิจารณาความตรงตามเนื้อหา โดยอาศัยผู้เชี่ยวชาญทางด้านเนื้อหา 3 ท่านเป็นผู้พิจารณาความสอดคล้องของแบบทดสอบกับวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม โดยข้อใดสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ กำหนดให้คะแนนเท่ากับ +1 ถ้าไม่สอดคล้องกับวัตถุประสงค์กำหนดคะแนนเท่ากับ -1 และถ้าไม่แน่ใจให้คะแนนเท่ากับ 0 นำผลคำนวณที่ได้ไปหาความสอดคล้อง (IOC) ข้อที่มีความสอดคล้องเท่ากับ +0.5 ขึ้นไปนำไปใช้ได้ แต่ถ้าน้อยกว่า +0.5 จะตัดออกไป เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้พิจารณาลงในแบบ

ประเมินแล้ว นำค่าดังกล่าวมาวิเคราะห์โดยใช้สูตรหาความตรงตามเนื้อหา (ชาติรี เกิดธรรม. 2544 : 104)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum X}{N} \quad (2.5)$$

เมื่อ IOC = ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
 $\sum X$ = ผลรวมความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
 N = จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

เกณฑ์ของดัชนีความสอดคล้อง ระหว่างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน กับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

การหาค่าความยากง่าย เป็นการหาคุณภาพทางด้านความยากง่าย(p) ที่เหมาะ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถทำถูกร้อยละ 50 หรือ คิดเป็นสัดส่วนเท่ากับ 0.5 หรือมีค่า $P=0.5$ การทำข้อสอบให้มีค่าความยากง่ายพอเหมาะโดยที่คำถามที่จะใช้ได้จะต้องมีค่า P อยู่ระหว่าง 0.2 ถึง 0.8 การคำนวณใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ. 2538: 210)

$$\text{สูตร} \quad p = \frac{R}{N} \quad (2.6)$$

เมื่อ P = แทนระดับความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ
 R = จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ
 N = จำนวนคนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ

กำหนดเกณฑ์ความยากง่ายหรือกำหนดค่า $p = .20 - .80$ 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

การหาค่าอำนาจจำแนก ข้อคำถามใดในเครื่องมือวัดมีอำนาจจำแนกดี หมายถึง ข้อคำถามนั้นสามารถแบ่งนักเรียน หรือ กลุ่มตัวอย่างออกเป็น 2 กลุ่ม คือ กลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน หรือกลุ่มที่มีความรู้สึกคล้ายตามกับกลุ่มที่มีความรู้สึกไม่คล้ายตามได้เด่นชัด วิธีการคือ นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างแล้วตรวจให้คะแนน จากนั้นเรียงจากคะแนนมากไปคะแนนน้อยแล้ว นำมาตัดกลุ่ม

คะแนน ซึ่งนิยมแบ่งกลุ่มคะแนนสูงครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เรียน และ กลุ่มคะแนนต่ำครึ่งหนึ่งของจำนวนผู้เรียน การคำนวณใช้สูตรดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 210)

$$\text{สูตร} \quad D = \frac{R_u - R_L}{\frac{N}{2}} \quad (2.7)$$

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือ กำหนดค่า $D = .20$ ขึ้นไป

เมื่อ $D =$ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ

$R_u =$ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มเก่ง

$R_L =$ จำนวนผู้ที่ตอบถูกในข้อนั้นในกลุ่มอ่อน

$N =$ จำนวนคนในกลุ่มตัวอย่างทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือ กำหนดค่า $D = .20$ 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

การหาค่าความเชื่อมั่น ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ หมายถึง ความคงเส้นคงวาของผลการวัด การนำแบบทดสอบไปทดสอบ ไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างไม่ว่ากี่ครั้งก็ยังคงได้คะแนนเท่าเดิม การหาค่าความเชื่อมั่นโดยวิธีของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสัน แบบทดสอบจะต้องมีลักษณะที่วัดองค์ประกอบร่วมกัน และ คะแนนแต่ละข้อต้องอยู่ในลักษณะที่ทำถูกได้ 1 คะแนน ทำผิดได้ 0 คะแนนเท่านั้น สูตรที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นมีอยู่ 2 สูตร คือ สูตร KR-20 กับ KR-21(ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ 2538 : 198)

$$\text{สูตร KR-20} \quad r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\} \quad (2.8)$$

เมื่อ $r_{tt} =$ ความเชื่อมั่น

$N =$ จำนวนข้อสอบ

$P =$ สัดส่วนของผู้ที่ตอบถูกในแต่ละข้อ
(จำนวนคนถูก / จำนวนคนทั้งหมด)

$Q =$ สัดส่วนของผู้ที่ตอบผิดในแต่ละข้อ ($1 - p$)

$S_t^2 =$ ความแปรปรวนของแบบทดสอบทั้งหมด

กำหนดเกณฑ์อำนาจจำแนก หรือ กำหนดค่า $r_{tt} = .75$ และ ขอบเขตค่า r_{tt} มีดังนี้
 +1.00 แสดงว่า มีค่าความเชื่อมั่นสูงสุด คะแนนที่ได้จากแบบทดสอบนี้เชื่อถือได้
 0.00 หรือ ใกล้เคียงกับ 0.00 แสดงว่า แบบทดสอบนี้ไม่มีความเชื่อมั่น
 -1.00 แสดงว่า แบบทดสอบฉบับนี้มีค่าความเชื่อมั่นต่ำ

2.8 การวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพทางการเรียน ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในด้านความรู้ความจำ, ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคิดของ Bloom และภพ เลหาไพบูลย์ ซึ่งได้แบ่งวัตถุประสงค์ทางด้านพุทธิพิสัยออกไว้เป็น 6 ระดับคือ (Bloom, B.S. et.al. 1972 ; ภพ เลหาไพบูลย์. 2537)

1. ด้านความรู้ – ความจำ (Knowledge) หมายถึง ความสามารถที่ระลึกออกมาได้หรือจำได้นั้นเอง เช่น จำศัพท์ นิยาม สถานที่ ลำดับขั้นการทำงานใดอย่างหนึ่ง แนวโน้มการจัดกลุ่ม เกณฑ์ วิธีหลักการ สามารถขยายความจากสิ่งเหล่านี้ได้

2. ความเข้าใจ (Comprehension) หมายความว่า การมีความเข้าใจในความรู้ ที่เรียน โดยสามารถอธิบายด้วยคำพูดของตนเองได้ หรืออาจจะสามารถแปลความหมาย (Translation) หรือตีความหมาย (Interpretation) ได้ หรืออาจจะบอกผลของการกระทำได้

3. การนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถนำสิ่งที่เรียนรู้มาใช้ในประสบการณ์ชีวิตประจำวันได้

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถที่จะแบ่งสิ่งที่ต้องเรียนรู้ออกเป็น ส่วนย่อย และแสดงความสัมพันธ์ของส่วนย่อยเหล่านั้น ตัวอย่างเช่น สามารถที่จะหยิบยกข้อความจริง (Fact) ต่าง ๆ จากสมมติฐานของข้อความจริงเหล่านั้นได้ ขณะเดียวกันก็จะสามารถชี้ความสัมพันธ์ของข้อความจริงเหล่านั้นได้

5. การสังเคราะห์ (Synthesis) หมายถึง ความสามารถที่จะรวบรวมสิ่งต่าง ๆ ที่เรียนรู้หรือประสบการณ์เข้าด้วยกันเป็นสิ่งใหม่ ตัวอย่างเช่น นักเรียนสามารถจะเขียนเรียงความเรียงประสบการณ์ ที่ได้รับการไปเยี่ยมชมสถานที่เลี้ยงดูเด็กกำพร้า หรือประสบการณ์ของตนเองตอนโรงเรียนปิดเทอม หรือการเขียน Term paper เกี่ยวกับวิชาที่เรียน

6. การประเมินค่า (Evaluation) หมายถึง ความสามารถใช้ความรู้ที่เรียนมาในการตัดสินใจ วินิจฉัย คุณค่าของสิ่งที่ได้เรียนรู้ หรือประสบการณ์จากการอ่าน หรือฟัง ตัวอย่างเช่น หลังจากอ่านหนังสือเสร็จแล้วสามารถตัดสินใจได้ว่าหนังสือที่อ่านดีหรือไม่อย่างไร

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้แบบทดสอบชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือกเป็นเครื่องมือวัดประสิทธิภาพทางการเรียนทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ในด้านความรู้ความจำ, ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ ตามแนวคิดของ Bloom โดยได้สร้างแบบทดสอบวัดประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ในวิชาการสื่อสารข้อมูลและเครือข่าย เรื่องมาตรฐานการเชื่อมต่อระบบเครือข่าย ทางด้านพุทธิพิสัย ระดับคือ ด้านความรู้ – ความจำ ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังนี้

กุล อักษรนุ (2543 : 40) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่องโลจิกไดอะแกรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่องโลจิกไดอะแกรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.40/79.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

อารีย์ มีมุงกิจ (2541 : 74-75) พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อการซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2540 โรงเรียนวัฒนาอนุศาสน์ อำเภอพนัสนิคม จังหวัดชลบุรี จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจงประกอบด้วยนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง 10 คน และนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับต่ำ 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่แบบทดสอบระหว่างเรียน 6 ชุด แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ก่อนและหลังเรียนใช้ Matched-pairs Signed Rank Test ผลการวิจัยพบว่า 1) ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริม เรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหา เรื่อง การเปรียบเทียบเศษส่วน การบวกและลบเศษส่วน การคูณและการหารเศษส่วน และโจทย์ปัญหาหระคน 2) เมื่อนำบทเรียนไปใช้กับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางและต่ำ ได้ประสิทธิภาพของบทเรียนเป็น 82.33/87.67 และ 78.82/70.60 ตามลำดับโดยนักเรียนทุกคนมีคะแนนสอบระหว่างเรียนและผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และ 3) ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนทุกคนในทั้งสองกลุ่มสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01

ปฏิภาณย์ ปุ่นอุดม (2543 : 48) ได้พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา การถ่ายภาพทางการพิมพ์ 1 เรื่องการผลิตลายเส้น ในหลักสูตรระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ ของสถาบันเทคโนโลยีราชมงคล และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การผลิตลายเส้นผลการวิจัยสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 83.92/81.71 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างเรียนที่ผ่านการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าหลังเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ภาสกร ภู่อี่ยม (2545 : 110-111) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์พร้อมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ และแบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนโรงเรียนบางมดวิทยา ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย โปรแกรมคอมพิวเตอร์ธุรกิจ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.05/82.14 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.30 ซึ่งอยู่ในระดับมาก

สุรพล ดีง่า (2545 : 115) ได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ พร้อมทั้งหาความพึงพอใจของผู้เรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องระบบปฏิบัติการและซอฟต์แวร์ระบบ แบบสอบถามหาความพึงพอใจของผู้เรียน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างเป็นนักศึกษา สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏพระนคร ศรีอยุธยา จำนวน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85.71/89.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 80/80 และความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 4.22 ซึ่งอยู่ในระดับค่อนข้างมาก

กมลอร เดชประดิษฐ์ (2546 : 56-58) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสื่อส่งข้อมูล ซึ่งเป็นบทเรียนที่มีรูปแบบการนำเสนอที่ชัดเจนและมีความต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนและทำความเข้าใจได้ง่าย จึงทำให้มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้สูงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากกลุ่มทดลอง มีค่าเท่ากับ 89.75 : 83.13 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ปรากฏว่า กลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของ

กลุ่มที่เรียน โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติจากผล การศึกษาจะเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ถูกสร้างขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการเรียงลำดับเนื้อหา ที่ดีมีภาพประกอบที่สวยงาม คำอธิบายที่ชัดเจน กราฟิก และเสียงบรรยาย เมื่อนำไปให้นักศึกษาได้ เรียนจำทำให้ผู้เรียนรู้จากเนื้อหาบทเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความตั้งใจในการเรียน มากขึ้น

ธนาวุฒิ ประกอบผล (2547 : 58 - 59) ได้ทำการวิจัยโดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อพัฒนาและหา ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน วิชาสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ เรื่อง ระบบตัวเลข และโครงสร้างคอมพิวเตอร์กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยเป็นนักศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 2 ปีการศึกษา 2546 สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จำนวน 20 คน ซึ่งได้ จากการสุ่มอย่างง่ายโดยวิธีจับฉลาก โดยมีระดับความยากง่ายของข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ อยู่ระหว่าง 0.33–0.90 ค่าอำนาจจำแนกอยู่ระหว่าง 0.06 – 0.46 และค่าความเชื่อมั่น 0.83 นอกจากนี้ ได้หาประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน ได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 12.75 คะแนน และประสิทธิภาพ ของผลสัมฤทธิ์หลังเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.75 คะแนน ซึ่งเมื่อนำสถิติที่ใช้ในการทดสอบคือ t-test แบบ Dependent Samples ซึ่งเป็นสถิติที่ใช้ในการทดสอบความแตกต่างระหว่างค่าเฉลี่ยของ ข้อมูลทั้งสองกลุ่มที่ไม่เป็นอิสระต่อกันมาทดสอบ ผลปรากฏว่าคะแนนจากการใช้แบบทดสอบวัด ประสิทธิภาพของผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 แสดงให้เห็นว่า ผู้เรียนได้มีความเข้าใจเนื้อหามากขึ้นเมื่อได้ทบทวนบทเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 ผลการวิจัยพบว่าประสิทธิภาพมีค่าเท่ากับ 81.89/88.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องข้างต้น สรุปได้ว่า การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งเป็นวิธีการสอนที่ดีกว่าในหลายๆ วิธี และจัดว่าเป็นสื่อการเรียนการสอน ที่ดี เพราะสามารถทำในสิ่งที่ยากหรือในสิ่งที่สื่ออื่น ๆ ทำไม่ได้ และช่วยลดปัญหาในชั้นเรียนระหว่าง ผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนยังสามารถเรียนได้ดีและรวดเร็วกว่าการสอนปกติ คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนยังสามารถให้การเสริมแรงได้รวดเร็ว และมีระบบโดยการให้ผลย้อนกลับทันทีในรูปของ คำอธิบาย สี สัน ภาพ และเสียง และช่วยในการประเมินผลความก้าวหน้าของผู้เรียนโดยอัตโนมัติ ซึ่งช่วยให้การเรียนมีประสิทธิภาพสูงขึ้นและทำให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ซึ่งรายละเอียดต่างๆ ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิจัยดังนี้

- 3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.3 การดำเนินการทดลอง
- 3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 45 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2549 ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) โดยวิธีการจับสลากแบ่งนักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน รวม 40 คน กลุ่มแรกกำหนดให้เป็นกลุ่มควบคุม กลุ่มที่สองกำหนดให้เป็นกลุ่มทดลอง

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.1 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยได้แก่

3.2.1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอป

3.2.1.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอป จำนวน 20 ข้อ และ แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน จำนวน 18 ข้อ

3.2.1.3 แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

3.2.2 การสร้างและพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.2.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นเครื่องมือที่นำเสนอเนื้อหาให้แก่แก่นักเรียน เพื่อการเรียนการสอนที่มีประสิทธิภาพได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การวางแผน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาหลักการของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อเป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้พิจารณาดังนี้

เทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยค้นพบประเด็นที่สำคัญต่อการออกแบบ ได้แก่ การดึงดูดความสนใจของผู้เรียน ผู้วิจัยได้มีการใช้กราฟิก ตกแต่งภาพ และเทคนิคอื่นๆ เข้ามาช่วย ได้ใช้เสียงดนตรีบรรเลงประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในบางส่วน และมีการเลือกสีของตัวอักษรและฉากหลังที่ชัดเจน ดูสบายตา

จุดประสงค์การเรียนรู้ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้คำนึงถึงรายละเอียดต่างๆ คือภาษาที่อ่านแล้วเข้าใจง่าย ใช้คำสั้นๆ กระชับ และได้กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 17 ข้อ ในการแสดงไว้ในหน้าแรกของบทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

เนื้อหาในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้คำนึงถึงรายละเอียดต่างๆ คือตัวอักษรต้องมีขนาดเหมาะสม รวมถึงรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถอ่านได้ง่าย มีการใช้ภาพประกอบเนื้อหาบทเรียน และมีคำชี้แจงต่างๆ บอกไว้อย่างละเอียด เพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจในการศึกษาบทเรียนง่ายขึ้น

ในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีการประเมินผลการสร้างชิ้นงานตามแบบฝึกเพื่อหาผลสัมฤทธิ์ทางด้านทักษะปฏิบัติการใช้งานโปรแกรมโปรเจคทอป โดยจะมีการให้คะแนนตามเกณฑ์การให้คะแนนที่ตั้งไว้ และ จะมีแบบทดสอบความรู้ท้ายบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งแบบทดสอบแบบตัวเลือก เพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนที่เรียนแบบปกติ ส่วนการออกแบบได้คำนึงถึงรายละเอียดต่างๆ คือ แบบทดสอบที่ต้องวัดตรงกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง คำถาม คำตอบ การให้ข้อมูลย้อนกลับ และมีคำชี้แจงบอกวิธีการทำแบบทดสอบอย่างชัดเจน

จากหลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำมาเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้บทเรียนที่สร้างขึ้นมีความเหมาะสมและสามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 ศึกษาเนื้อหาและวิเคราะห์หลักสูตรช่วงชั้นที่ 3 สารการเรียนรู้ การงานและพื้นฐานอาชีพ วิชาคอมพิวเตอร์ เรื่องการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป พบว่ามีเนื้อหาที่เหมาะสมในการนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากเป็นเนื้อหาที่นักเรียนใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาระดับสูงต่อไป

1.3 กำหนดผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง วิชาคอมพิวเตอร์ เรื่องการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ซึ่งมีจำนวน 17 ข้อดังนี้

1. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อสร้างวัตถุทรงตันได้
2. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม
3. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อตัดมุมที่มีลักษณะมนกลมทั้งสองข้าง
4. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยมได้
5. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุทรงตันได้
6. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อทำรูปโครงร่างให้มีมิติได้
7. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างภาพขณะรูปแก้วได้
8. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างรูปทรงเกลียวได้
9. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างช่องและเจาะรูได้
10. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้
11. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อตัดมุมวัตถุได้
12. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อการประกอบชิ้นงาน
13. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างชิ้นงานลักษณะบานพับได้
14. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างรูปอิฐบล็อกได้
15. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมเพื่อออกแบบลูกกอล์ฟได้
16. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่ายได้

17. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือในโปรแกรมสร้างเกลดอนพร้อม
ที่จับแบบเจาะได้

ขั้นตอนที่ 2 การออกแบบบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

2.1 ดำเนินการออกแบบบทเรียนให้สอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง
เช่น การแสดงเนื้อหาบทเรียน การแสดงสารบัญญเมนู การแสดงผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เป็นต้น

2.2 กรอบเนื้อหาบทเรียน ผู้วิจัยได้ทำการออกแบบโดยคำนึงถึงผู้เรียน
เป็นสำคัญ จึงออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้ผู้เรียนสามารถใช้งานได้ง่าย มีการใช้งาน
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในลักษณะของหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ (E-Book) เพื่อการศึกษาบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่ยุ่งยากและซับซ้อนเกินไป สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

วิธีการศึกษาเนื้อหาบทเรียน ผู้เรียนสามารถเข้าศึกษาเนื้อหาบทเรียนได้โดยการใช้งาน
เช่นเดียวกับหนังสืออิเล็กทรอนิกส์

ขั้นตอนที่ 3 การสร้างบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

3.1 นำบทเรียนที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
โดยผู้วิจัยได้นำกรอบเนื้อหาบทเรียนที่เขียนไว้แล้วมาบรรจุในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่ง
เนื้อหาบทเรียนเป็น 17 หน่วย ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

การดำเนินการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้วิจัยได้สร้าง
บทเรียนโดยคำนึงถึงความเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในการเรียนการสอนวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง
การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่
3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา

เมื่อผู้วิจัยได้จัดทำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็ได้มีการนำบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
ว่ามีความเหมาะสมหรือไม่เหมาะสม ควรเพิ่มหรือตัดส่วนใดออก

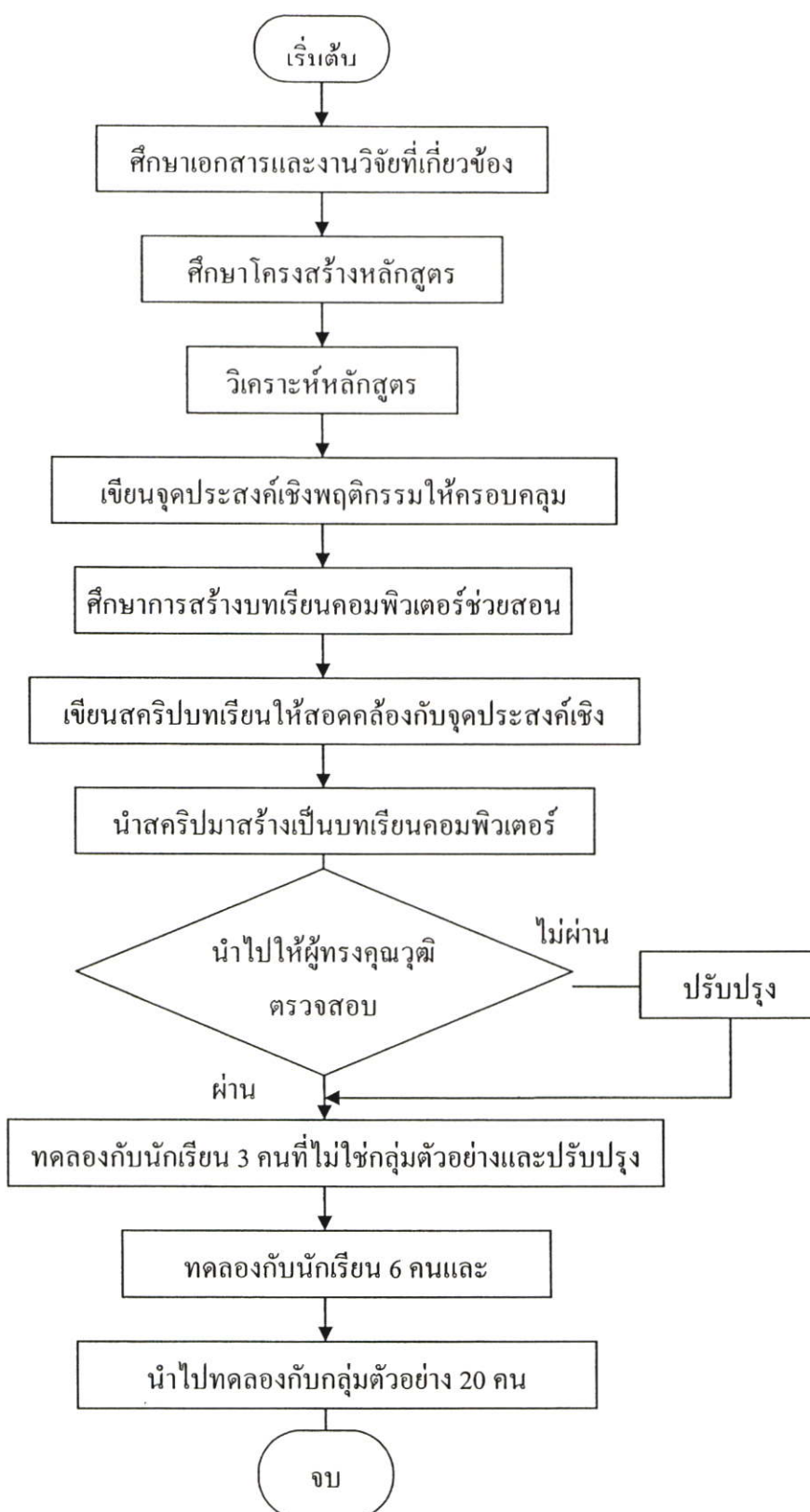
ขั้นตอนที่ 4 การประเมินและแก้ไขบทเรียน โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

4.1 ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นไปให้อาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ตรวจสอบความถูก
ต้องและความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยมีผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาและด้านเทคนิค
การผลิตสื่อ จำนวน 6 ท่าน เป็นผู้ตรวจสอบ ดังรายชื่อต่อไปนี้

1. นายนิคม สุวรรณทา ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปากช่อง
(คุรุสามัคคี1)

2. นายสมุทร ตันดิธรรมพงษ์ หัวหน้ากลุ่มนิเทศและติดตาม
สำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 1

- ปากช่อง (ครูสามัคคี1)
3. นางละเมียด เบ็ญจวิไลกุล รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้าน
 4. นางพิกุล แสงหิรัญ ครูชำนาญการพิเศษ
 5. นางนงลักษณ์ กลิ่นสุคนธ์ ครูชำนาญการพิเศษ
 6. นายประทีป สโคอยู่ หัวหน้าศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและ
คอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(ครูสามัคคี1)



ภาพที่ 3.1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัสดุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

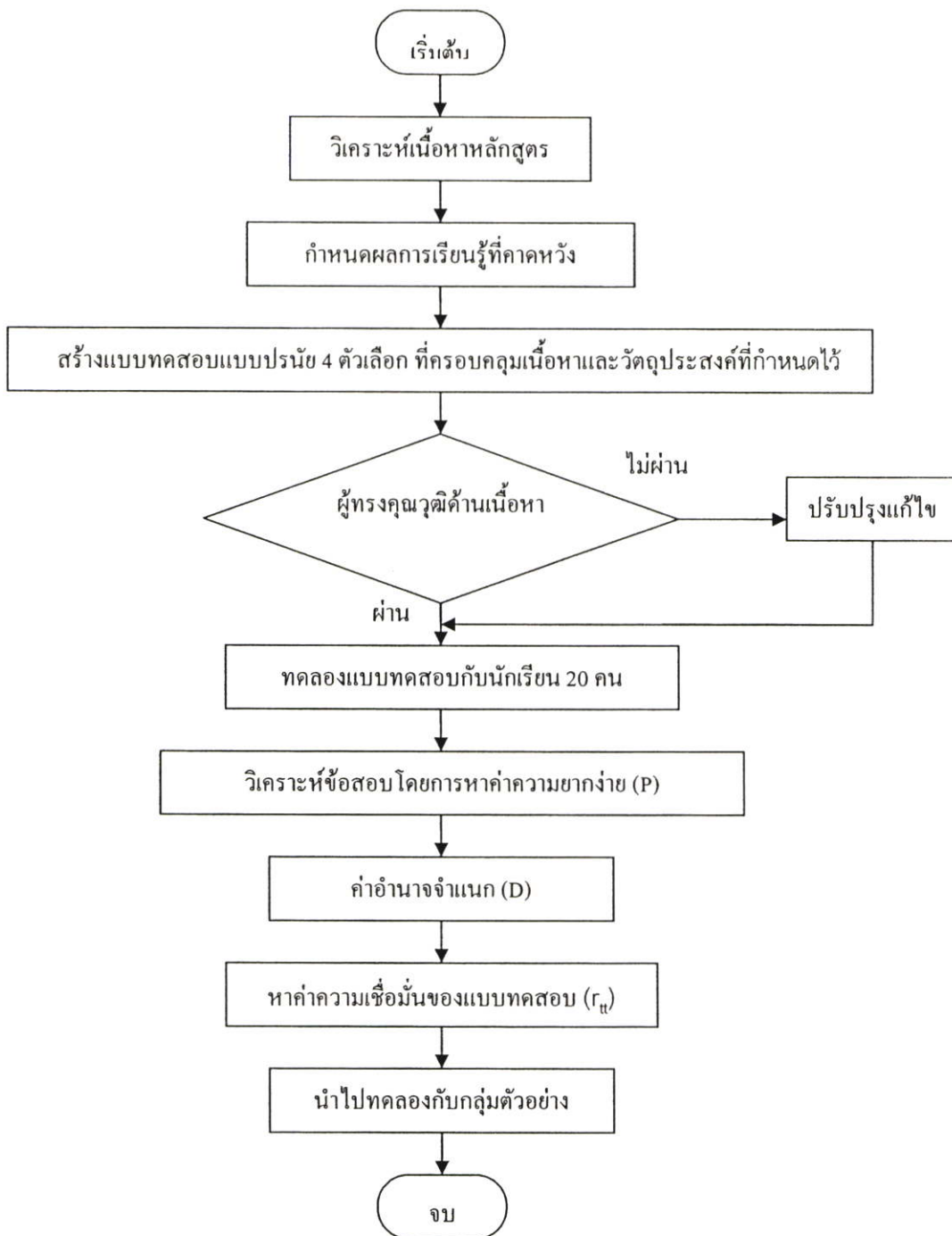
3.2.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบ่งการวัดผลเป็น 2 แบบ คือ การประเมินผลการปฏิบัติงาน โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างขึ้นจากผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในบทเรียน จำนวน 18 ข้อ และการทดสอบโดยใช้แบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ โดยการสร้างแบบทดสอบนี้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายทุกข้อและทุกเนื้อหาของบทเรียน มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาหลักการและวิธีการสร้างแบบทดสอบ การเขียนแบบทดสอบ ให้มีคุณภาพ
2. วิเคราะห์เนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และสร้างตารางวิเคราะห์เนื้อหา กับจุดประสงค์
3. สร้างแบบทดสอบ 4 ตัวเลือกโดยให้สอดคล้องกับเนื้อหาและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ในวิชาที่เรียน จำนวน 40 ข้อ โดย 20 ข้อแรกนำไปใช้ทดสอบระหว่างเรียน อีก 20 ข้อที่เหลือนำไปใช้ทดสอบหลังเรียน และแบบประเมินผลการปฏิบัติงานสร้างขึ้นโดยกำหนดตามแบบฝึกปฏิบัติของแต่ละแบบฝึก รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกไว้เกินจำแนกตามเนื้อหาของบทเรียนดังแสดงในภาคผนวก ง. (ภาคผนวก ง : 97)
4. นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้ทรงคุณวุฒิจำนวน 3 ท่านตรวจสอบและพิจารณาว่าเหมาะสมหรือไม่โดยใช้สูตร IOC (Index of Object Congruency) หรือดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ถ้ามีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ถือว่าเป็นข้อสอบที่ใช้ได้ กรณีที่ข้อสอบบางข้อมีค่าต่ำกว่า 0.50 จะทำการปรับเปลี่ยนตามข้อคิดเห็นและข้อเสนอแนะของผู้ทรงคุณวุฒิ และผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบทั้งหมด 100 ข้อได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่มีค่าสูงกว่า 0.50 จำนวน 74 ข้อ(มีค่า IOC ระหว่าง 0.67 – 1.00)

ซึ่งค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ที่ประเมินโดยผู้ทรงคุณวุฒิ จะมีเกณฑ์การประเมินดังต่อไปนี้

- +1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้



ภาพที่ 3.2 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ของบทเรียน

เพื่อตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบที่สร้างเสร็จ โดยนำแบบทดสอบไปทดสอบกับนักเรียนชุมนุมคอมพิวเตอร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) ที่เคยเรียนวิชานี้แล้วจำนวน 20 คน โดยทำการวิเคราะห์ดังนี้

5. หาค่าความยากง่าย (Difficulty) การเลือกแบบทดสอบมาใช้ ควรเป็นแบบ ทดสอบที่มีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วงระหว่าง 0.20 – 0.80 ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) มีค่าความยากง่ายอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ได้ค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.25 – 0.80 ดังแสดงในภาคผนวก จ. (ภาคผนวก จ : 104)

6. หาค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) คือค่าที่สามารถจำแนกบุคคลออกเป็นกลุ่มเก่ง กลุ่มอ่อนออกจากกันได้ มีค่าอำนาจจำแนกอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด คือ ได้ค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.20-0.90 ได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์จำนวนทั้งหมด 53 ข้อ

7. ค่าความเชื่อมั่น (Reliability) คือ สามารถวัดได้สม่ำเสมอคงเส้นคงวา ไม่เปลี่ยนแปลงไปเปลี่ยนมาไม่ว่าจะกี่หน เมื่อไร ที่ไหน (ในกรณีสิ่งที่วัดคงที่) โดยวิเคราะห์ด้วยวิธีของ Kuder Richardson (KR-20) ได้ค่าความเชื่อมั่น เท่ากับ 0.80

3.2.3 แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สิ่งที่จะทำให้บทเรียนมีคุณภาพที่ดีนั้นจำเป็นจะต้องมีการประเมินบทเรียน ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยแบ่งเป็นแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้านเนื้อหา และแบบประเมินทางด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยแบ่งขั้นตอนการสร้างดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดประสงค์และหัวข้อของแบบประเมิน

2. สร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และแบบประเมินสำหรับผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อแบบมาตราส่วน ประมาณค่า Rating Scale โดยแบ่งเป็น 5 ระดับ และกำหนดเป็นค่าคะแนนดังนี้

5 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพดีมาก
4 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพดี
3 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพปานกลาง
2 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพพอใช้
1 คะแนน	หมายถึง	คุณภาพควรปรับปรุง

3. นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

4. แก้ไขและปรับปรุงตามคำแนะนำ

5. นำไปให้ผู้ทรงคุณวุฒิประเมิน หลังจากทำการศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ตามรายการที่ระบุไว้ เพื่อเปรียบเทียบเป็นคะแนนอิงเกณฑ์ โดยการคำนวณหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) ที่ได้สามารถนำมาแปลผลในการหาประสิทธิภาพ

ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในครั้งนี้กำหนดเกณฑ์ในการประเมินต้องได้รับความคิดเห็นจากผู้ทรงคุณวุฒิในเกณฑ์ดังต่อไปนี้

โดยการหาค่าเฉลี่ย (\bar{X}) โดยกำหนดเกณฑ์ดังนี้ (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 4.50 – 5.00 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดีมาก

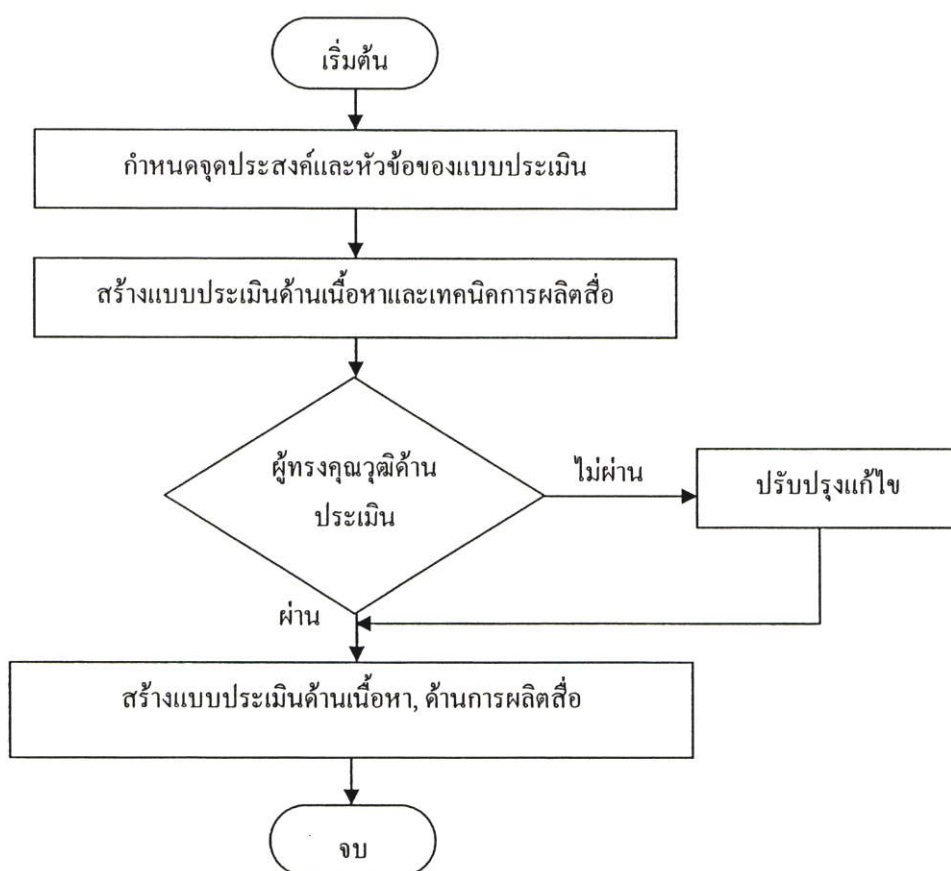
คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 3.50 – 4.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับดี

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 2.50 – 3.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับปานกลาง

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.50 – 2.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับพอใช้

คะแนนเฉลี่ยระหว่าง 1.00 – 1.49 หมายถึง คุณภาพของสื่ออยู่ในระดับควรปรับปรุง

ดังนั้น เกณฑ์คะแนนเฉลี่ยที่ยอมรับของแบบประเมินควรอยู่ระหว่าง 3.50 - 5.00



ภาพที่ 3.3 ขั้นตอนการสร้างแบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

นำแบบประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ได้ปรับปรุงแล้วให้ผู้ทรงคุณวุฒิทำการประเมิน แสดงดังตารางที่ 3.1 และตารางที่ 3.2 ดังนี้

ตารางที่ 3.1 แสดงค่าเฉลี่ยแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
1. ดึงดูดความสนใจ	4.78	0.29	ดีมาก
2. บอกวัตถุประสงค์	4.67	0.38	ดีมาก
3. ทบทวนความรู้เดิม	4.17	0.29	ดี
4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่	4.74	0.27	ดีมาก
5. การชี้แนวทางการเรียนรู้	4.67	0.29	ดีมาก
6. กระตุ้นการตอบสนอง	4.56	0.38	ดีมาก
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ	5.00	0.00	ดีมาก
8. มีการทดสอบความรู้	4.53	0.23	ดีมาก
9. การจำแนกและการนำไปใช้	4.83	0.29	ดีมาก
รวม	4.66	2.42	ดีมาก

แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเนื้อหา ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอป ด้านเนื้อหาได้ค่าเฉลี่ย 4.66 อยู่ในระดับดีมาก

ตารางที่ 3.2 แสดงค่าเฉลี่ยแบบประเมินความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อ	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
1. เกณฑ์การประเมินด้านตัวอักษร	4.93	0.12	ดีมาก
2. เกณฑ์การประเมินด้านภาพ	4.67	0.29	ดีมาก
3. เกณฑ์การประเมินภาพด้านภาพเคลื่อนไหว	4.78	0.38	ดีมาก
4. เกณฑ์การประเมินด้านสี	4.83	0.29	ดีมาก
5. เกณฑ์การประเมินด้านเมนูตัวเลือก	4.89	0.19	ดีมาก
6. เกณฑ์การประเมินด้าน สัญลักษณ์ รูป และปุ่ม	4.89	0.19	ดีมาก
7. เกณฑ์การประเมินด้านการเชื่อมโยง	4.87	0.23	ดีมาก
8. การจัดวางเนื้อหา	5.00	0.00	ดีมาก
9. เวลา	5.00	0.00	ดีมาก
รวม	4.87	1.69	ดีมาก

แบบประเมินความคิดเห็น ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ค่าเฉลี่ยในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ได้ค่าเฉลี่ย 4.87 อยู่ในระดับดีมาก

3.3 การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตัวเอง ใช้เวลา 20 คาบ โดยดำเนินการทดลอง ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1)

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนและผลทดสอบหลังเรียนไปวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนการวิเคราะห์ข้อมูลตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

3.4.1 สถิติการวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.4.1.1 การหาความตรงตามเนื้อหา (ซาตรี เกิดธรรม. 2544 : 101)

$$\text{สูตร} \quad IOC = \frac{\sum X}{N}$$

เมื่อ IOC คือ ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์
(Index of item – Objective congruence)

$\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ

N คือ จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

3.4.2 สถิติสำหรับวิเคราะห์แบบทดสอบ

3.4.2.1 ค่าความยากง่าย (Difficulty) (รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2540)

$$\text{สูตร} \quad P = \frac{R}{N}$$

เมื่อ P คือ ความยากง่ายของคำถามแต่ละข้อ

R คือ จำนวนผู้ตอบถูกในแต่ละข้อ

N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมด

3.4.2.2 ค่าอำนาจจำแนก (Discrimination) (ลัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 :

211)

$$\text{สูตร} \quad D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$$

- เมื่อ D คือ อำนาจในการจำแนก
 R_U คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มเก่ง
 R_L คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบถูกในกลุ่มอ่อน
 N คือ จำนวนคนที่ทำข้อสอบทั้งหมดทั้งกลุ่มเก่ง และกลุ่มอ่อน

3.4.2.3 การหาค่าความเชื่อมั่น สูตร KR 20 ของ Kuder Richardson (ลัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 198)

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

- เมื่อ r_{tt} คือ ความเชื่อมั่น
 n คือ จำนวนข้อสอบ
 p คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบถูกในแต่ละข้อ (จำนวนคนทำถูก / จำนวนคนทั้งหมด)
 q คือ สัดส่วนที่คนตอบข้อสอบผิดในแต่ละข้อ (1-p)
 s_t^2 คือ ความแปรปรวนของคะแนนทั้งฉบับ

3.4.3 สถิติพื้นฐานที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

3.4.3.1 การหาค่าเฉลี่ย (ลัว่น สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73)

$$\text{สูตร} \quad \bar{X} = \frac{\sum X}{N}$$

- เมื่อ \bar{X} คือ ค่าเฉลี่ย
 $\sum X$ คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
 N คือ จำนวนข้อมูล

3.4.3.2 การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ล้วน สายศ และอังคณา สายศ.

2538 : 79)

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

เมื่อ S.D. = ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

 $\sum x$ = ข้อมูลแต่ละจำนวน x^2 = ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

N = จำนวนคะแนนทั้งหมด

3.4.4 สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (ชัยงค์ พรหมวงศ์

และคณะ. 2520 : 136)

$$\text{สูตร} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} X 100$$

$$\text{สูตร} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} X 100$$

เมื่อ E_1 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนคิดเป็นร้อยละ E_2 คือ คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ตอบถูกจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนคิดเป็นร้อยละ $X \sum$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน $F \sum$ คือ คะแนนรวมที่ตอบถูกของผู้เรียนทุกคนที่ทำแบบทดสอบหลังเรียน

A คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน

B คือ คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N คือ จำนวนผู้เรียน

3.4.5 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน t-test (Independent sample) (ล้วน สายยศ และ
 อังคณา สายยศ. 2538 : 101)

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

เมื่อ $df = n_1 + n_2 - 2$ $\alpha = .05$

\bar{X}_1 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มทดลอง

\bar{X}_2 = ค่าเฉลี่ยของกลุ่มควบคุม

S_1^2 = ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มทดลอง

S_2^2 = ขนาดความแปรปรวนของกลุ่มควบคุม

n_1 = ขนาดของกลุ่มทดลอง

n_2 = ขนาดของกลุ่มควบคุม

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยผู้วิจัยขอเสนอผลการวิจัยตามหัวข้อ ดังนี้

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของ กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป กับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

4.1 ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอปครั้งนี้ได้ดำเนินการเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

4.1.1 การทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง

การทดลองขั้นทดสอบแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ทดลองกับผู้เรียนจำนวน 3 คน โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอปที่สร้างเสร็จแล้วไปทดลองกับผู้เรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน (เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 1 คน) เพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป ผู้วิจัยพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจในเนื้อหาบทเรียนน้อยเกินไป จึงปรับปรุงรูปแบบการนำเสนอจากเดิมที่ใช้รูปแบบปกติเป็นรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ และเพิ่มเติมเสียงพากย์ประกอบเพื่อความเข้าใจมากขึ้น ก่อนการนำไปทดลองครั้งต่อไป

4.1.2 การทดลองกลุ่มย่อย

การทดลองกลุ่มย่อย ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างโดยการทดลองกับผู้เรียนจำนวน 6 คน (เก่ง ปานกลางและอ่อน อย่างละ 2 คน) เพื่อทดสอบหาข้อบกพร่องของการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป การทดลองครั้งนี้ผลการทดลองพบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจในบทเรียนมากขึ้น ในส่วนที่เป็นการนำเสนอ จากการสัมภาษณ์ผู้เรียนทั้ง 6 คน

ได้ผลสรุปว่า ผู้เรียนชอบการนำเสนอในรูปแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพราะเนื่องจากผู้เรียนมีประสบการณ์ในการใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์มาก่อน จึงสามารถเข้าใจรูปแบบการนำเสนอในลักษณะคล้ายกันได้ดี ผู้วิจัยจึงได้บันทึกผลการสัมภาษณ์ และนำไปปรับปรุงแก้ไขในบทเรียนให้ดีขึ้นก่อนนำไปทดลองจริงกับผู้เรียนที่กำหนด

4.1.3 การทดลองเชิงปฏิบัติการ

การทดลองขั้นทดสอบเชิงปฏิบัติการ ทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 20 คน โดยเรียนควบคู่ไปกับนักเรียนที่เรียนในรูปแบบปรกติจำนวน 20 คน ซึ่งแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้น แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นแบบประเมินระหว่างบทเรียน จำนวน 20 ข้อ และหลังเรียน จำนวน 20 ข้อ รวม 40 ข้อ จากผลการทดลอง ผู้วิจัยได้สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน พบว่า ผู้เรียนให้ความสนใจกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นอย่างดี ซึ่งผลการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป แสดงได้ดังตาราง 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงผลคะแนนจากการประเมินทั้งระหว่างเรียนและหลังเรียน เพื่อทดสอบหาประสิทธิภาพของบทเรียนที่สร้างขึ้น

ทดสอบเชิงปฏิบัติการ	คะแนนรวม	ค่าเฉลี่ย	ร้อยละ
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1)	343	17.15	85.75
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน (E_2)	321	16.05	80.25

จากตารางที่ 4.1 พบว่า ผลการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนพบว่า ค่าสถิติจากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) เท่ากับ 85.75 และค่าสถิติจากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) เท่ากับ 80.25 ซึ่งได้ประสิทธิภาพผ่านเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80:80

4.2 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน

วิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป กับ กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ โดยคะแนนที่ได้มีสองส่วนคือ คะแนนจากแบบทดสอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 คะแนน และ คะแนนภาคปฏิบัติ 50 คะแนน รวมเป็น 70 คะแนน จึงทำให้มีรายละเอียดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน ดังแสดงในตาราง 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยเปรียบเทียบจากคะแนน จากแบบทดสอบของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มผู้เรียน ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

กลุ่มตัวอย่าง	N	\bar{X}	S.D.	t-test
กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20	58.14	2.47	3.19
กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ	20	53.15	6.51	

*มีนัยสำคัญที่ระดับ 0.05 ($\alpha = 0.05$, $df = 38$, $t = 1.686$)

จากตารางที่ 4.2 พบว่า ดังนั้นค่า t ที่คำนวณได้ค่าเท่ากับ 3.19 และเมื่อเปรียบเทียบกับค่าวิกฤต ที่ t ที่ความเชื่อมั่น 0.05 และ degree of freedom เท่ากับ 38 ได้ค่าเท่ากับ 1.686 ซึ่งค่า t ที่คำนวณ มากกว่าค่า t ตาราง (1.686) จึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป แตกต่าง กับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

และเมื่อพิจารณา คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป เท่ากับ 58.14 คะแนน คะแนนเฉลี่ยของผู้เรียน ที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ เท่ากับ 53.15 คะแนน ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยทั้งสองกลุ่ม พบว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุ สามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

จึงสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกตอป สูงกว่า กลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอน แบบปกติ ซึ่งสอดคล้องกับสมมติฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ และเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอป กับนักเรียนที่เรียนตามปกติ ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา โดยผู้วิจัยได้เลือกกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คนซึ่งได้มาโดยวิธีการสุ่มกลุ่มตัวอย่างอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยวิธีการจับฉลาก

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ได้ใช้เครื่องมือที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 2 ส่วน คือ 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอป ประกอบด้วย เนื้อหาแบ่งออกเป็น 17 บท ได้ผ่านการพิจารณาจากอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม และผ่านการตรวจสอบคุณภาพจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ มีลักษณะเป็นแบบประเมินค่า 5 ระดับ ตรวจสอบโดยผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน ได้ค่าเฉลี่ยทางด้านเนื้อหา 4.66 และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 4.87 ค่าเฉลี่ยรวมทั้งสองด้านเท่ากับ 4.77 อยู่ในระดับดีมากผ่านเกณฑ์ที่กำหนด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในแต่ละบทมีการประเมิน 2 รูปแบบ คือ การประเมินตามแบบประเมินการปฏิบัติงาน และการถามตอบ โดยใช้แบบทดสอบชุดเดียวกับแบบทดสอบหลังเรียน เพื่อหาผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน และการประเมินหลังเรียน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ การประเมินชิ้นงาน และ แบบทดสอบหลังเรียน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ที่ครอบคลุมเนื้อหาตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง รวม 20 ข้อ ตรวจสอบโดยการทดสอบกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา จำนวน 20 คนที่เคยเรียนคอมพิวเตอร์การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปในชุมชนคอมพิวเตอร์มาแล้ว ได้ค่าความยากง่าย (P) ระหว่าง 0.25-0.80 และผ่านการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วง 0.20 – 0.90 และค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) เท่ากับ 0.80 และ 3) แบบประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปโดยแบ่งแบบประเมินออกเป็น 2 ส่วน คือ 1 ด้านเนื้อหา 2 ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ โดยให้ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ 3 ท่านบันทึกผลคะแนน และนำมาหาค่าเฉลี่ย จากการประเมินซึ่งผลของแบบประเมินความคิดเห็น ด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก และผลของแบบประเมินความคิดเห็น ด้านเทคนิคการผลิตสื่ออยู่ในระดับดีมาก แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปอยู่ในระดับดีมาก

สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 20 คน เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ก่อนการศึกษาบทเรียนผู้วิจัยอธิบายการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนการศึกษาบทเรียน โดยระหว่างเรียนผู้เรียนต้องทำชิ้นงานให้ได้ตามแบบฝึกในแต่ละบท และรับการประเมินโดยการให้คะแนนตามแบบประเมินปฏิบัติการ พร้อมทั้งตอบคำถามเพื่อเก็บคะแนนแบบฝึกละ 1- 2 ข้อ เมื่อศึกษาจนจบครบทุกบทแล้วผู้เรียนต้องสร้างชิ้นงานขึ้นมา 1 ชิ้นเพื่อใช้เก็บคะแนน และทำแบบทดสอบหลังเรียน หลังจากผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ผู้วิจัยนำผลที่ได้มาทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป และหาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยเปรียบเทียบระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับผู้เรียนด้วยวิธีการปกติ

สถิติที่ใช้ในการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป คือค่าความตรงตามเนื้อหา (IOC) ค่าความยากง่าย (P) ค่าอำนาจจำแนก (D) ค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ค่าประสิทธิภาพของบทเรียน ($E_1:E_2$) ค่าเฉลี่ย \bar{X} ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองด้วยค่า t-test แบบ Independent

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปสรุปผลวิจัยไว้ดังนี้

1. ผลการหาประสิทธิภาพ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปมีผลดังนี้ ประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน เท่ากับ 85.75 และประสิทธิภาพของบทเรียนจากแบบทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 80.25 ซึ่งผ่านเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80:80

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป แตกต่างกับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05

5.2 อภิปรายผล

จากผลการวิจัยที่สรุปไว้ข้างต้น สามารถอภิปรายได้ดังนี้

5.2.1 ด้านประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ท็อป พบว่า

คุณภาพสื่อด้านเนื้อหา การประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 4.66 จัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากเนื้อหามีความสอดคล้องกับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง การจัดแบ่งเนื้อหาในการนำเสนอแต่ละหน้าเหมาะสม เนื้อหาครบถ้วนสมบูรณ์ จัดเรียงลำดับ และรูปแบบการนำเสนอได้ง่ายต่อความเข้าใจของผู้เรียน มีแบบฝึกปฏิบัติเพื่อทดสอบความเข้าใจและทักษะของผู้เรียน

คุณภาพสื่อด้านเทคนิคการผลิตสื่อ การประเมินเฉลี่ยอยู่ที่ระดับ 4.87 ซึ่งจัดอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เนื่องจากผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนโดยยึดหลักทฤษฎีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ โดยนำแนวคิดของ Robert Gagne' ที่ว่าด้วยสื่อ มีบทบาทในทุกขั้นตอนของสถานการณ์ หรือ กระบวนการในการสอน สื่อต้องเป็นสิ่งเร้าที่ดึงดูดความตั้งใจของผู้เรียน ได้กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมา การให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอน

ผลสรุปของการประเมินคุณภาพบทเรียนด้านเนื้อหา และด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จากผู้ทรงคุณวุฒิ 6 ท่าน มีค่าเฉลี่ยรวมอยู่ที่ระดับ 4.67 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กุล อักษรณู (2543 : 40) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติ และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่อง โลจิกไดอะแกรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรดิจิทัล 1 เรื่อง โลจิกไดอะแกรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.40/79.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน ด้านประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) ได้ค่าเท่ากับ 85.75 และค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ได้ค่าเท่ากับ 80.25 จากค่าที่ได้ ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) มีค่าสูงกว่าค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ค่อนข้างมาก เกิดจากการลื่นในเนื้อหาบางส่วน เนื่องจาก ระยะเวลาในการทดสอบเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2) ทั้งช่วงเวลานานกว่า การหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) จากทฤษฎีความจำของมนุษย์ (อุบลรัตน์ เริงสถิติ. 2531) มีหลายสาเหตุที่ทำให้มนุษย์เกิดการลื่น คืออาจเกิดจากสภาพวะของความจำที่ทำหน้าที่ไม่สมบูรณ์ การทำงานของสมองมีการเสื่อมถอย และถ้าปราศจากการทบทวนก็จะทำให้เกิดการลื่นเลื่อนได้ ซึ่งผู้เรียนบางคนไม่ชอบทบทวนบทเรียน และเหตุผลสุดท้ายของการลื่น คือ ช่วง

ระยะเวลาานาน เมื่อผู้เรียนเรียนผ่านไปแล้วหลายสัปดาห์ จึงทำการทดสอบ จึงทำให้เกิดการลืมเลือนได้ ถ้าผู้เรียนไม่ทบทวนบทเรียนมาก่อน

จากผลการทดลอง $E_1 : E_2$ มีค่าเท่ากับ 85.75 : 80.25 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด คือ 80 : 80 และสอดคล้องกับงานวิจัยของ กมลอร เดชประดิษฐ์ (2546 : 56-58) ที่ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องสื่อส่งข้อมูล พบว่างานวิจัยที่สร้างมีประสิทธิภาพ 89.75 : 83.13 ซึ่งสูงกว่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ 80 : 80 และเป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

5.2.2 ด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน จากการวิจัยครั้งนี้เป็นการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกทอป แดกต่างกับกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.05 ซึ่งผู้วิจัยได้สร้าง บทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยยึดหลักขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Robert Gagne' ซึ่งมีรายละเอียดในการพัฒนาบทเรียนดังนี้ สื่อมีบทบาทในทุกขั้นตอนของสถานการณ์ หรือ กระบวนการในการสอน สื่อต้องเป็นสิ่งเร้าที่ดึงดูดความตั้งใจของผู้เรียน ได้กระตุ้นให้ระลึกถึงสิ่งที่ได้เรียนมา การให้คำแนะนำช่วยเหลือในการเรียน และการให้ข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งประกอบด้วย 9 ขั้นตอนดังนี้ ดึงดูดความสนใจ (Gain Attention) เป็นการกระตุ้นความสนใจจากผู้เรียนโดยการใชรููปแบบการนำเสนอแบบหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบอกวัตถุประสงค์ (Define Objective) เพื่อเป็นการให้ผู้เรียนทราบเป้าหมายโดยรวมในสิ่งต่างๆ ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior - Knowledge) กระตุ้นให้ระลึกถึงความรู้เก่า เพื่อเตรียมการเชื่อมโยงความรู้เก่าเข้ากับความรู้ใหม่ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้มีการนำเสนอเนื้อหาเรื่องภาพสามมิติเพื่อนำทางความรู้เดิมก่อนเข้าสู่เรื่องการสร้างวัตถุสามมิติ การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present Information) เพื่อช่วยให้การรับรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ในบทเรียนนี้นำเสนอเนื้อหาของการสร้างภาพสามมิติโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้งานง่าย ทำให้ผู้เรียนรู้สึกไม่ยากเกินไปที่จะศึกษา ซึ่งแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning) เพื่อให้ผู้เรียนพยายามคิดวิเคราะห์ เพื่อหาคำตอบ หรือ ค้นพบแนวคิด หรือเนื้อหาใหม่นั้นด้วยตนเอง กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit Response) กระตุ้นให้เกิดการตอบสนองจากผู้เรียน ในการเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ผู้วิจัยได้สร้างรูปแบบการนำเสนอให้สามารถโต้ตอบกับผู้เรียน โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุมการใช้งานบทเรียนได้อย่างอิสระให้ผลป้อนกลับ (Provide Feedback) เป็นการเสริมแรงอย่างหนึ่งซึ่งทำให้เกิดการเรียนรู้ในตัวผู้เรียน ทดสอบความรู้ (Assess Performance) เป็นการประเมินว่าผู้เรียนนั้นได้เกิดการเรียนรู้ตามที่ได้ตั้งเป้าหมายหรือไม่อย่างไร ในท้ายบทเรียนแต่ละบทจะมีรูปสำเร็จสำหรับชิ้นงานในบทนั้นๆ เพื่อให้ให้นักเรียนเปรียบเทียบกับชิ้นงานของนักเรียนเอง แล้วทำแบบประเมินตนเองเพื่อเก็บคะแนน การทำให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้ และถ่ายโอนการเรียนรู้ (Promote Retention and Transfer) เป็นสิ่งที่ช่วยให้ผู้เรียนมีความคงทนในการจำข้อมูล

ความรู้ใดความรู้หนึ่งนั้น ผู้วิจัยคิดว่าขั้นตอนในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอนของ Robert Gagne' ดังกล่าวสามารถใช้เป็นสื่อการสอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามกระบวนการออกแบบของ Robert Gagne' อาจเป็นปัจจัยที่ทำให้ผู้เรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ สำหรับผลการวิจัยนี้ได้สอดคล้องกับงานวิจัยของหลายท่าน เช่น กุล อักษรนุ (2543 : 40) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรถอด 1 เรื่อง โลจิกโคแอดแกรม ซึ่งผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาทฤษฎีวงจรถอด 1 เรื่อง โลจิกโคแอดแกรม มีประสิทธิภาพเท่ากับ 78.40/79.54 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามปกติมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และกมลอร เดชประดิษฐ์ (2546 : 56-58) ได้ทำการวิจัยเรื่องบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สื่อส่งข้อมูล ซึ่งเป็นบทเรียนที่มีรูปแบบการนำเสนอที่ชัดเจนและมีความต่อเนื่องอย่างเป็นระบบ ผู้เรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาจากบทเรียนและทำความเข้าใจได้ง่าย จึงทำให้มีผลคะแนนจากการทำแบบทดสอบได้สูงประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากกลุ่มทดลองมีค่าเท่ากับ 89.75 : 83.13 โดยสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ โดยมีการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มตัวอย่างที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติปรากฏว่า กลุ่มนักศึกษาที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกับกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่เรียนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จากผลการศึกษาจะเห็นว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ถูกร่างขึ้นอย่างเป็นระบบ มีการเรียงลำดับเนื้อหาที่ดีมีภาพประกอบที่สวยงาม คำอธิบายที่ชัดเจน กราฟิก และเสียงบรรยาย เมื่อนำไปให้นักศึกษาได้เรียนจะทำให้ผู้เรียนรู้จากเนื้อหาบทเรียน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสนใจและเกิดความตั้งใจในการเรียนมากขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ควรใช้สีสันทันในการออกแบบเพื่อดึงดูดความสนใจมากกว่านี้
2. ผู้ที่จะเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป ถ้าเป็นผู้ที่มีประสบการณ์การใช้งานหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ มาก่อนจะสามารถเรียน และ ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

3. ในการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป จำเป็นจะต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงพอสมควร อันเนื่องมาจากการนำเสนอในรูปแบบ ตอบสนองกับผู้ใช้ฉับพลัน (Interactivities)

5.3.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการศึกษาวิจัยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับรายวิชาอื่นๆ ต่อไป
2. ควรมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับปัญหา และ ผลกระทบระหว่างการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและการสอนแบบปรกติ
3. ควรปรับปรุงเนื้อหาและเทคนิคการนำเสนอให้ทันสมัยขึ้น เช่น การแสดงผลหรือการสาธิตแบบสามมิติ เพื่อให้สามารถดึงความสนใจของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กฤษมันต์ วัฒนามรงค์. 2539. เทคโนโลยีสื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กมลอร เดชประดิษฐ์. 2546. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง สื่อส่งข้อมูล.” วิทยานิพนธ์ ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคนิคศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- ขนิษฐา ชานนท์. 2532. การออกแบบการสอน. เอกสารประกอบวิชา หน511 การออกแบบและพัฒนา ระบบการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และคณะ. 2520. ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทักษิณา สนวนานนท์. 2533. คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) คอมพิวเตอร์วิจัย.3(32) : 56-67.
- ทักษิณา สนวนานนท์. 2539. พจนานุกรมศัพท์คอมพิวเตอร์ พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ห.จ.ก.วี.ที.ซี. คอมมูนิเคชั่น.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531. คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมกรรมการเรียนการสอน ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์15 (มิถุนายน-กรกฎาคม2531) : 24-28.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2532. รายงานการวิจัยเพื่อการพัฒนา รูปแบบการเรียนโดยใช้สื่อประสมระบบ คอมพิวเตอร์ ส.ค.พ.ท.คอมพิวเตอร์.16(มกราคม-กุมภาพันธ์2532) : 24-29
- นิภา เข้มวจิ. 2546. หนึ่งอำเภอ หนึ่งโรงเรียนในฝัน. กรุงเทพฯ : กลุ่มพัฒนาระบบสารสนเทศ ศูนย์สารสนเทศ สป. ศธ.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2540. วิจัยวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- บุปผชาติ ทัพนิกรณ์. 2546. เทคโนโลยีสารสนเทศทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาพื้นฐาน การศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ถนอมพร เลาหจรัสแสง. 2545. หลักการออกแบบและการสร้างเว็บเพื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : อรุณการพิมพ์.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2540. การประเมินผลการเรียน. ภาควิชาทดสอบและวิจัย คณะครุศาสตร์ สถาบันราชภัฏจันทรเกษม. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ทิพย์วิสุทธิ์ การพิมพ์.

- ผดุง อารยะวิญญู. 2527. **ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา** กรุงเทพฯ : เอช-เอน การพิมพ์.
- เย็น ภู่วรรณ . 2545. **ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน** (online) . Available:
www.thaicai.com
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. **การวัดผลและการสร้างแบบสอบผลสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รวีวรรณ ชินะตระกูล. 2542. **การทำวิจัยทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ที พี พีริ้น.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ . 2538. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพฯ.
ศูวิริยสาส์น.
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2539. : **การใช้คอมพิวเตอร์ในโรงเรียน. ผู้เส้นทางใหม่ : คอมพิวเตอร์
กับการศึกษา**. กรุงเทพฯ : เอกสารทางวิชาการคณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สุมาลี จันทร์ชลอ. 2538. **การวัดและประเมินผล**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ. โรงพิมพ์
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สินีนาด ตติงผล . 2542. **การวิเคราะห์เกี่ยวกับองค์ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในประเทศไทย
ตั้งแต่ปี พ.ศ.2528-2540**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- เสาวณีย์ สิกขาบัณฑิต. 2537. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
พระนครเหนือ.
- วาสนา ศรีอักษรลาภ. 2535. **การวิเคราะห์ลักษณะของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอน**. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพฯ.
- วสันต์ อดิศัพท์. 2530. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. วารสารศึกษาศาสตร์. 3(8) : 17-26.
- อังฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย. 2543. **สถิติและวิจัยการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อังฉรา สืบสินธุ์สกุลไชย. 2547. **ตารางวิเคราะห์หลักสูตรสำหรับการวิจัย**. เอกสารอัดสำเนา.
- อำนวยการ เฉลยชัยศรี. 2542. **นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์พีลิกส์
เซ็นเตอร์.
- Bloom, B.S. et. al. 1972. **Taxonomy of Educational Objectives Book 1 : Cognitive Domain**.
17th ed. New York : Longman.
- Gagne' R. M. and Briggs, L.J. 1979. **Principle of Instructional Design**. 2nd ed. New York :
Holt, Rinehart and Winstion, Inc.
- Liu,T.L. 1975. "The Efectioness of a Computer-Assisted Program Designed to Teach
Verbal Descriptive Skill Upon an Anral Semsation of Music." Dissertation
Abstacinternational 36 (September. 1975 : 1363-1).
- Park.R.M. 1981. **Computer-Assisted Instruction(CAI)**. Encyclopedia of Computer Science.

ภาคผนวก

ภาคผนวก
หนังสือราชการ



ประกาศบัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง ผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์

บัณฑิตวิทยาลัย โดยความเห็นชอบของคณะกรรมการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม ขอประกาศรายชื่อหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์อุตสาหกรรม มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางไกลและเทคนิคศึกษา ได้รับอนุมัติให้ดำเนินการดังนี้

นายณานุดม อินทสุวระณ รหัสประจำตัว 48063728 ให้ทำวิทยานิพนธ์เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเดสทอป (COMPUTER-ASSISTED INSTRUCTION ON THREE DIMENSION OBJECT DEVELOPING BY PRO-DESKTOP PROGRAM)" โดยมี ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.อรุณพร ฤทธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

ซึ่งได้รับอนุมัติเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2549

ทั้งนี้ให้นักศึกษาค้นคว้าและเขียนวิทยานิพนธ์ โดยปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ให้เสร็จสิ้น ภายในเวลาที่กำหนดในระเบียบของบัณฑิตวิทยาลัย

ประกาศ ณ วันที่ 30 สิงหาคม พ.ศ. 2549

(รศ.ดร.อิทธิพล แจ่มจัด)

รองคณบดี ปฏิบัติราชการแทน
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย



ที่ ศษ 0524.04 0287

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

๒๔ มกราคม 2551

เรื่อง ขอลงความอนุเคราะห์ให้นักศึกษาทดสอบและเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านป่าช่อง (คุรุสามัคคี 1)

สิ่งที่ส่งมาด้วย ประกาศผลการพิจารณาหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์ จำนวน 1 ฉบับ

ด้วย นายณานุ ตม อทินทสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางไกลและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การ
สร้างวัดคุณสมบัติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ออปโตมี้ ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา
วิทยานิพนธ์ รศ.อรอรพร อุดธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย กุฬพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม
และได้รับอนุมัติหัวข้อและเค้าโครงวิทยานิพนธ์แล้วเมื่อวันที่ 23 สิงหาคม 2549 คณะครุศาสตร์
อุตสาหกรรม จึงขอความอนุเคราะห์จากท่านโปรดอนุญาตให้ นายณานุ ตม อทินทสุวรรณ ทดลองใช้
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และเก็บรวบรวมข้อมูลเพื่อการ
วิจัยภายในสถานศึกษาท่านได้

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาอนุญาตและขอขอบคุณในความอนุเคราะห์ของท่านมา ณ โอกาสนี้
ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเนธสุนทร)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325



ที่ ศบ 0524.04/ ๒๕๕๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ถนนลาดพร้าว แขวงลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

๑๖ มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายนิคม สุวรรณทา

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายณานุศม์ อินทสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
มหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการค้าและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้าง
วัสดุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเตสทอป” โดยมี ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์
รศ.อรุณพร กุทธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย กุพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีเนื้อหา
ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
นายณานุศม์ อินทสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่าง
ยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ศรีเมธสุนทร)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ ๑1๑๑

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉัตรทอง กรุงเทพมหานคร เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

16 มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นายสมุท สันติธรรมพงศ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายฉานนุศม์ อินทสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีการศึกษาทางไกลและการศึกษาและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป” โดยมี ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.อรรรอดพร กุทธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย กุฬพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีเนื้อหาถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของนายฉานนุศม์ อินทสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325



ที่ ศธ 0524.04/๑๖๑๐

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนลาดกองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

๒๕ มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

เรียน นางพิกุล แสงหิรัญ

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเนื้อหาเพื่อการวิจัย

ด้วย นายฉานนุตร์ อินทสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวะและเทคโนโลยีศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอม
 เกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้าง
 วัสดุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป” โดยมี ศส.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยา
 นิพนธ์ รศ.อรรรตพร อุตชิเกิด และ ดร.ศุภงชัย ภูพัฒน์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่อง
 ดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีเนื้อหา
 ถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ
 นายฉานนุตร์ อินทสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็น
 อย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จระเสกข์ ตรีเมธสุนทร)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02-326-4325



ที่ ศธ 0524.04/ ๖๖.๖๖

คณะกรรมการอุดมศึกษา

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร 10520

๑๕ มกราคม 2551

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

เรียน นางนงลักษณ์ กลิ่นสุคนธ์

สิ่งที่ส่งมาด้วย แบบประเมินด้านเทคนิคการผลิตสื่อเพื่อการวิจัย

ด้วย นายมานุญ อินทสุวรรณ นักศึกษาระดับปริญญาโท หลักสูตรครุศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง "บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุดิบโดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์" โดยมี ผศ.ดร.ศิริรัตน์ เพ็ชรแสงศรี เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.อรุณพร อุทธิเกิด และ ดร.ผดุงชัย กุ้พันธ์ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ร่วม

คณะกรรมการอุดมศึกษา พิจารณาแล้วเห็นว่าท่านเป็นผู้มีความรู้ความสามารถเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวเป็นอย่างดี จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจและประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์นี้ว่ามีความถูกต้องและเหมาะสมมากน้อยเพียงใด ซึ่งผลการตรวจและประเมินของท่านจะช่วยให้งานวิจัยของ นายมานุญ อินทสุวรรณ มีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณาและหวังว่าจะได้รับความอนุเคราะห์จากท่านด้วยดีและขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่งมา ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอแสดงความนับถือ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์จรูญ จีระเศกข์ ศรีเมธสุนทร)

ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายบัณฑิตศึกษา

ปฏิบัติราชการแทนคณบดี

หน่วยบัณฑิตศึกษา

โทร. 02-737-3000 ต่อ 3692

โทรสาร. 02- 326-4325

ภาคผนวก ข

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิ

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา

1. นายนิคม สุวรรณทา
ตำแหน่ง : ผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1)
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) 189,191 ถ.คุรุสามัคคี ต.ปากช่อง
อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130 โทรศัพท์. 0-4431-1821 โทรสาร. 0-4431-1821
2. นายสมุทรร สันติธรรมพงศ์
ตำแหน่ง : หัวหน้ากลุ่มนิเทศและติดตาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 1
สถานที่ทำงาน : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมาเขต 1 ถ. เพชรมาตุลา – จักรราช
ต. หัวทะเล อ. เมืองนครราชสีมา จ. นครราชสีมา 30000
3. นางพิกุล แสงหิรัญ
ตำแหน่ง : ครู ชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) 189,191 ถ. คุรุสามัคคี ต.ปากช่อง
อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130 โทรศัพท์. 0-4431-1821 โทรสาร. 0-4431-1821

รายนามผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

1. นางละเมียด เบ็ญจวิไลกุล
ตำแหน่ง : รองผู้อำนวยการโรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1)
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) 189,191 ถ. คุรุสามัคคี ต. ปากช่อง
อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130 โทรศัพท์. 0-4431-1821 โทรสาร. 0-4431-1821
2. นางนงลักษณ์ กลิ่นสุคนธ์
ตำแหน่ง : ครู ชำนาญการพิเศษ
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) 189,191 ถ. คุรุสามัคคี ต. ปากช่อง
อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130 โทรศัพท์. 0-4431-1821 โทรสาร.0-4431-1821
3. นายประทีป สโคอยู่
หัวหน้าศูนย์ข้อมูลสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1)
สถานที่ทำงาน : โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) 189,191 ถ. คุรุสามัคคี ต. ปากช่อง
อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา 30130 โทรศัพท์. 0-4431-1821 โทรสาร. 0-4431-1821

ภาคผนวก ก
แบบประเมินคุณภาพสื่อการสอน

แบบประเมินคุณภาพภาพสื่อการสอน (ด้านเนื้อหา)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัสดุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป
นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ. ปากช่อง
จ. นครราชสีมา

ตารางที่ ค.1 แสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเนื้อหา

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
1. ดึงดูดความสนใจ							
- บทเรียนมีลักษณะจูงใจน่าสนใจในการเรียน	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
- การวางรูปแบบของหน้าจอ	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- การออกแบบข้อความได้สวยงามและเข้าใจ	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของกราฟิก	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเสียงและจังหวะ	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
- ระยะเวลาในการนำเสนอ	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.78	0.29	ดีมาก
2. บอกวัตถุประสงค์							
- ลักษณะตรงตามเนื้อหาวิชา	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ข้อความถูกต้องตามเนื้อหาและหลักเกณฑ์	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- ภาษาที่ใช้กะทัดรัดและเข้าใจง่าย	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.67	0.38	ดีมาก
3. ทบทวนความรู้เดิม							
- มีลักษณะสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของ บทเรียน	5	4	4	13	4.33	0.58	ดี
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนศึกษาได้	4	4	4	12	4	0.00	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.17	0.29	ดี
4. การนำเสนอเนื้อหาใหม่							
- ความถูกต้องของเนื้อหาและหลักเกณฑ์	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
- ความยาวของเนื้อหาและบทเรียนเหมาะกับระดับของผู้เรียน	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ผู้เรียนสามารถควบคุมทิศทางและความช้า/เร็วในการเรียน	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมในการนำเข้าสู่เนื้อหา	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมในรูปแบบหรือวิธีการนำเสนอ	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- เทคนิคการนำเสนอทำให้เห็นความต่อเนื่องของเนื้อหา	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ใช้ภาษาที่สั้น กระชับ ถูกต้อง และเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	4	4	12	4	0.00	ดี
- ความเหมาะสมในการใช้ภาพและเสียง	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
- ความเหมาะสมของภาพในด้านการสื่อความหมาย	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ความสอดคล้องระหว่างปริมาณภาพกับปริมาณเนื้อหา	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสี ขนาด และรูปร่างของตัวอักษร	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- คุณภาพของภาพ กราฟิก เสียง และภาพเคลื่อนไหวประกอบบทเรียน	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.74	0.27	ดีมาก
5. การชี้แนวทางการเรียนรู้							
- บอกวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ก่อนเข้าบทเรียน	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- เครื่องหมายหรือสัญลักษณ์ในการชี้แนวทาง	4	4	5	13	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.67	0.29	ดีมาก
6. กระตุ้นการตอบสนอง							
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในบทเรียนตลอดการเรียน	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก

ตารางที่ ค.1 (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
- ความหลากหลายและความเหมาะสมรูปแบบของการมีปฏิสัมพันธ์	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- การกระตุ้นตอบสนองความต้องการของผู้เรียน	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.56	0.38	ดีมาก
7. ให้ข้อมูลย้อนกลับ							
- ความเหมาะสมและความถูกต้องตามหลักการให้ผลย้อนกลับ	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					5.00	0.00	ดีมาก
8. มีการทดสอบความรู้							
- มีการประเมินแบบฝึกหัดเป็นระยะๆ เพื่อประเมินความเข้าใจของผู้เรียนพร้อมทั้งให้คำชี้แนะที่เหมาะสม	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- มีจำนวนคำถามครอบคลุมเนื้อหาและวัตถุประสงค์	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- เปิดโอกาสให้ผู้เรียนทดสอบก่อนหรือหลังเรียนเพื่อวัดระดับความรู้	4	4	4	12	4	0.00	ดี
- มีเทคนิคการออกข้อสอบหรือแบบฝึกหัดที่ถูกต้องตามหลักการวัดและประเมินผล	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- ผู้เรียนสามารถทราบระดับความสามารถของตนเอง	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
ค่าเฉลี่ย					4.53	0.23	ดีมาก
9. การจำแนกและการนำไปใช้							
- ลักษณะแหล่งข้อมูลที่มีประโยชน์	5	5	5	15	5	0.00	ดีมาก
- การสรุปประเด็นที่ชัดเจน	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.83	0.29	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยรวม					4.66	2.42	ดีมาก

จากตารางที่ ค. 1 แสดงผลการประเมินหาประสิทธิภาพสื่อการสอนด้านเนื้อหา พบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.66 แสดงว่าอยู่ในระดับดีมาก

แบบประเมินสื่อการสอน (ด้านเทคนิคการผลิตสื่อ)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป
นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ. ปากช่อง
จ.นครราชสีมา

ตารางที่ ค.2 แสดงคะแนนการวิเคราะห์แบบประเมินสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
1. เกณฑ์การประเมินด้านการใช้ตัวอักษร							
- ความเหมาะสมของรูปแบบการนำเสนอ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมด้านการสื่อความหมาย	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของแบบอักษร	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสีอักษร	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของขนาดตัวอักษร	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.93	0.12	ดีมาก
2. เกณฑ์การประเมินด้านภาพ							
- ภาพสื่อความหมายชัดเจน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของสัดส่วนภาพบนหน้าจอ	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- ขนาดของภาพ และ ความเร็วในการแสดงภาพ	4	5	4	13	4.33	0.58	ดี
- ชนิดของไฟล์ภาพ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.67	0.29	ดีมาก
3. เกณฑ์การประเมินภาพด้านภาพเคลื่อนไหว							
- ความเร็วในการแสดงผลภาพ	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมของขนาดและตำแหน่งภาพบนจอ	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ชนิดของไฟล์	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.78	0.38	ดีมาก
4. เกณฑ์การประเมินด้านสี							
- สีมีความดึงดูดความสนใจ	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- คู่สีที่เลือกใช้มีความเหมาะสม	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความละเอียดของสี	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- การให้ความเด่นส่วนที่ต้องการเน้นด้วยสี	4	5	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.83	0.29	ดีมาก

ตารางที่ ค.2 (ต่อ)

หัวข้อที่ประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ						
	1	2	3	รวม	ค่าเฉลี่ย	S.D	ความหมาย
5. เกณฑ์การประเมินด้านเมนูตัวเลือก							
- การแบ่งข้อมูลครบตามเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ทำความเข้าใจง่ายไม่ซับซ้อน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของตำแหน่งการจัดวางเมนู	5	5	4	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.89	0.19	ดีมาก
6. เกณฑ์การประเมินด้าน สัญลักษณ์ รูป และ ปุ่ม							
- การสื่อความหมาย	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ขนาด	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- การจัดวางตำแหน่ง	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.89	0.19	ดีมาก
7. เกณฑ์การประเมินด้านการเชื่อมโยง							
- ความถูกต้องของการเชื่อมโยง	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- มีการเชื่อมโยงไปสู่เนื้อหาที่สัมพันธ์กัน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- การเชื่อมโยงไปในแต่ละหน้า	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- รูปแบบการเชื่อมโยง	5	4	5	14	4.67	0.58	ดีมาก
- ความเหมาะสมของจำนวนการเชื่อมโยง	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					4.87	0.23	ดีมาก
8. การจัดวางเนื้อหา							
- ความเหมาะสมของรูปแบบการจัดวางเนื้อหาในแต่ละหน้า	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					5.00	0.00	ดีมาก
9. เวลา							
- ความเหมาะสมของเวลาในการนำเสนอบทเรียน	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
- ความเหมาะสมของเวลากับเนื้อหา	5	5	5	15	5.00	0.00	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย					5.00	0.00	ดีมาก
ระดับค่าเฉลี่ยรวม					4.87	1.69	ดีมาก

จากตารางที่ ค.2 แสดงผลการประเมินหาประสิทธิภาพสื่อการสอนด้านเทคนิคการผลิตสื่อพบว่าคะแนนเฉลี่ยของผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหาเท่ากับ 4.87 แสดงว่าอยู่ในระดับดีมาก

ภาคผนวก ง
การวิเคราะห์หลักสูตร

การวิเคราะห์หลักสูตร

การวิเคราะห์หลักสูตรเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา มีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. ศึกษาหลักสูตร คำอธิบายรายวิชา และจัดทำตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อกำหนดกรอบโครงสร้างของเนื้อหาที่จะสอบวัด

2. กำหนดวัตถุประสงค์การสอนและผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อกำหนดเป้าหมายของการจัดการเรียนการสอน และการประเมินผลได้อย่างถูกต้อง ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของบทเรียนมีดังต่อไปนี้

1. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อสร้างวัตถุทรงตันได้
2. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม
3. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อตัดมุมที่มีลักษณะมนกลมทั้งสองข้าง
4. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยมได้
5. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุทรงตันได้
6. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อทำรูปโครงร่างให้มีมิติได้
7. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างภาชนะรูปแก้วได้
8. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างรูปทรงเกลียวได้
9. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างช่องอและเจาะรูได้
10. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้
11. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อตัดมุมวัตถุได้
12. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อการประกบชิ้นงาน
13. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างชิ้นงานลักษณะบานพับได้
14. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างรูปอ็อบล็อกได้
15. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือเพื่อออกแบบลูกกุญแจได้
16. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างรูปทรงเก็รอย่างง่ายได้
17. ผู้เรียนสามารถใช้เครื่องมือสร้างเกลลอนพร้อมที่จับแบบเจาะได้

3. การกำหนดลำดับความสำคัญของระดับการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา ซึ่งแบ่งออกได้เป็น 6 ระดับ คือ การวัดระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ ระดับการวิเคราะห์ ระดับการสังเคราะห์ และระดับการประเมินผล โดยให้นำหน้าหนักความสำคัญตามเกณฑ์ต่อไปนี้ (ภัทรา นิคมานนท์. 2540 : 108)

น้ำหนักคะแนน 0 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเน้น
 น้ำหนักคะแนน 1-2 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญน้อย
 น้ำหนักคะแนน 3-4 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญ

ค่อนข้างน้อย

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

ค่อนข้างมาก

น้ำหนักคะแนน 9-10 หมายถึง เนื้อหาและพฤติกรรมนั้นมีน้ำหนักความสำคัญมาก
 แสดงการให้น้ำหนักคะแนน โดยมีรายละเอียดดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ง.1 แสดงน้ำหนักความสำคัญและความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับเนื้อหา เรื่อง
 การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกทอป

ระดับการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ของ Bloom	ความรู้ ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
1. การสร้างวัตถุทรงตัน	2	0	5	0	0	0	7	3
2. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม	2	0	5	0	0	0	7	3
3. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม ทั้งสองข้าง	1	0	3	0	0	0	4	6
4. การตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยม	0	1	4	0	0	0	5	5
5. การปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุ ทรงตัน	0	0	6	0	0	0	6	4
6. การทำให้รูปโครงร่างให้มีมิติ	1	0	3	0	0	0	4	6
7. การสร้างภาชนะรูปแก้ว	0	0	8	1	0	0	9	1
8. การสร้างรูปทรงเกลียว	2	0	5	1	0	0	8	2
9. การสร้างช่องอและเจาะรู	0	1	3	0	0	0	4	6
10. การสร้างชิ้นส่วนของ เครื่องจักร	0	0	7	2	0	0	9	1
11. การตัดมุมวัตถุ	0	0	3	0	0	0	3	7
12. การประกอบชิ้นงาน	1	1	7	0	0	0	9	1

ตารางที่ ง.1 (ต่อ)

ระดับการวัดพฤติกรรม การเรียนรู้ของ Bloom	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
13. การสร้างชิ้นงานลักษณะ บ้านพับ	0	0	3	0	0	0	3	7
14. การสร้างรูปอิฐบล็อก	0	0	6	1	0	0	7	3
15. การออกแบบลูกกอล์ฟ	1	0	2	0	0	0	3	7
16. การสร้างรูปทรงเกียร์ อย่างง่าย	2	0	6	0	0	0	8	2
17. การสร้างเกลลอนพร้อมที่ จับแบบเจาะ	1	0	3	0	0	0	4	6
รวม	13	3	79	5	0	0	100	
ลำดับความสำคัญของ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	2	4	1	3	0	0		

จากตารางที่ ง.1 แสดงการให้น้ำหนักความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาวิชากับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง เพื่อนำไปวิเคราะห์หาจำนวนแบบทดสอบให้มีความสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ได้ให้น้ำหนักไว้การวิเคราะห์จำนวนแบบทดสอบ ทำได้โดยการคำนวณตามตัวอย่างดังต่อไปนี้ (หน่วยน้ำหนักในแต่ละช่อง / จำนวนหน่วยน้ำหนักรวม) x จำนวนข้อสอบที่ต้องการ = จำนวนข้อสอบ ผลที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขทศนิยม ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ ง.2

ตารางที่ ง.2 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับเนื้อหา เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปโดยแปลงจาก 100 คะแนน เป็น 20 คะแนน (เป็นทศนิยม)

ระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ของ Bloom	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
1. การสร้างวัตถุทรงตัน	0.40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3
2. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม	0.40	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.40	3
3. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม ทั้งสองข้าง	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.80	6
4. การตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยม	0.00	0.20	0.80	0.00	0.00	0.00	1.00	5
5. การปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุ ทรงตัน	0.00	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.20	4
6. การทำให้รูปโครงร่างให้มีมิติ	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.80	6
7. การสร้างภาชนะรูปแก้ว	0.00	0.00	1.60	0.20	0.00	0.00	1.80	1
8. การสร้างรูปทรงเกลียว	0.40	0.00	1.00	0.20	0.00	0.00	1.60	2
9. การสร้างช่องอและเจาะรู	0.00	0.20	0.60	0.00	0.00	0.00	0.80	6
10. การสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักร	0.00	0.00	1.40	0.40	0.00	0.00	1.80	1
11. การตัดมุมวัตถุ	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.60	7
12. การประกบชิ้นงาน	0.20	0.20	1.40	0.00	0.00	0.00	1.80	1
13. การสร้างชิ้นงานลักษณะ บานพับ	0.00	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.60	7
14. การสร้างรูปอิฐบล็อก	0.00	0.00	1.20	0.20	0.00	0.00	1.40	3
15. การออกแบบลูกกุญแจ	0.20	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.60	7
16. การสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่าย	0.40	0.00	1.20	0.00	0.00	0.00	1.60	2
17. การสร้างเกลลอนพร้อมที่จับ แบบเจาะ	0.20	0.00	0.60	0.00	0.00	0.00	0.80	6
รวม	2.60	0.60	15.80	1.00	0.00	0.00	20	
ลำดับความสำคัญของวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรม	2	4	1	3	0	0		

จากตารางที่ ง.2 แสดงผลจากการแปลงน้ำหนักคะแนนเพื่อหาจำนวนแบบทดสอบ โดยแปลงจากคะแนนน้ำหนัก 100 คะแนน เป็น 20 คะแนน ได้ค่าที่แสดงเป็นทศนิยม

ตารางที่ 3.3 แสดงสัดส่วนความสัมพันธ์ระหว่างผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง กับเนื้อหาเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติ โดยใช้โปรแกรมโปรเจกต์ทอปโดยแสดงจากคะแนน น้ำหนัก 100 คะแนน เป็น 20 คะแนน (แสดงเป็นจำนวนเต็ม)

ระดับการวัดพฤติกรรมการเรียนรู้ ของ Bloom	ความรู้ความจำ	ความเข้าใจ	นำไปใช้	วิเคราะห์	สังเคราะห์	ประเมินผล	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
1. การสร้างวัตถุทรงตัน	1	0	1	0	0	0	2	2
2. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม	1	0	1	0	0	0	2	2
3. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม ทั้งสองข้าง	0	0	1	0	0	0	1	1
4. การตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยม	0	0	1	0	0	0	1	1
5. การปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุ ทรงตัน	0	0	1	0	0	0	1	1
6. การทำให้รูปโครงร่างให้มีมิติ	0	0	1	0	0	0	1	1
7. การสร้างภาชนะรูปแก้ว	0	0	2	0	0	0	2	2
8. การสร้างรูปทรงเกลียว	0	0	1	0	0	0	1	1
9. การสร้างช่องและเจาะรู	0	0	1	0	0	0	1	1
10. การสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักร	0	0	1	0	0	0	1	1
11. การตัดมุมวัตถุ	0	0	1	0	0	0	1	1
12. การประกบชิ้นงาน	0	0	1	0	0	0	1	1
13. การสร้างชิ้นงานลักษณะ บานพับ	0	0	1	0	0	0	1	1
14. การสร้างรูปอิฐบล็อก	0	0	1	0	0	0	1	1
15. การออกแบบลูกกุญแจ	0	0	0	0	0	0	0	0
16. การสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่าย	1	0	1	0	0	0	2	2
17. การสร้างเกลลอนพร้อมที่จับ แบบเจาะ	0	0	1	0	0	0	1	1
รวม	3	0	17	0	0	0	20	
ลำดับความสำคัญของ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม	2	0	1	0	0	0		

จากตารางที่ ง.3 พบว่า ความสำคัญของผลการเรียนรู้ที่คาดหวังกับเนื้อหาเรื่อง การสร้างวัตถุประสงค์สามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป พบว่าการวัดระดับการนำไปใช้ มีความสำคัญมากที่สุด อันดับที่สำคัญรองลงมา คือ ความรู้-ความจำ

จำนวนแบบทดสอบที่ต้องการนำมาใช้ในบทเรียน มีทั้งสิ้น 20 ข้อ โดยแบ่งแบบทดสอบที่วัดระดับการนำไปใช้ จำนวน 17 ข้อ และ วัดความรู้-ความจำ จำนวน 3 ข้อ

ตารางที่ ง.4 แสดงแบบประเมินผลการทำงาน โดยตั้งเกณฑ์การประเมินตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

เกณฑ์การประเมิน : ให้นักเรียนสร้างชิ้นงานตามแบบฝึกหัดในบทเรียนแต่ละบทเรียน เมื่อเสร็จแล้วให้ประเมินตนเองลงในตารางประเมินผลการปฏิบัติการ และนำส่งครูผู้สอน เพื่อประเมินการให้คะแนน โดยในแต่ละช่อง มีค่า 2 คะแนน รวม 10 คะแนน

รายการประเมิน	ผู้ประเมิน	
	นักเรียน (✓)	ครูผู้สอน (✓)
1. ใช้งานเครื่องมือและโปรแกรมอย่างถูกต้อง		
2. การทำงานสำเร็จตามเป้าหมาย		
3. การทำงานตามวิธีการและขั้นตอน		
4. ความถูกต้องสมบูรณ์ของชิ้นงาน		
5. ความรับผิดชอบและความตรงต่อเวลา		
รวม		
การตอบคำถามจากบททดสอบ	ผลการตอบ	
	ผ่าน (✓)	ไม่ผ่าน (✓)
1. ข้อที่ 1		
1. ข้อที่ 2		

ภาคผนวก จ

การหาคุณภาพแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ตารางที่ จ.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ระหว่างเนื้อหา กับ
ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
1	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
5	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
7	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
10	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
11	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
12	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
13	+1	+1	0	2	1	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
15	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
16	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
18	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
21	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
22	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
23	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
24	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
25	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
26	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
27	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
28	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
29	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
30	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
31	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
32	+1	+1	+1	1	1	สอดคล้อง
33	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
34	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
35	+1	0	+0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
36	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
37	+1	+1	+1	1	1	สอดคล้อง
38	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
39	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
40	0	+1	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
41	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
42	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
43	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
44	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
45	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
46	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
47	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
48	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
49	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
50	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
51	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
52	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง
53	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
54	+1	+1	0	2	0.67	สอดคล้อง
55	+1	+1	+1	1	1	สอดคล้อง
56	+1	+1	+1	1	1	สอดคล้อง
57	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
58	0	+1	0	3	0.33	ไม่สอดคล้อง
59	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
60	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
61	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
62	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
63	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
64	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
65	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
66	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
67	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
68	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
69	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
70	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
71	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
72	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
73	+1	0	0	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
74	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
75	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
76	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
77	0	+1	0	3	0.33	ไม่สอดคล้อง
78	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
79	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
80	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
81	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
82	0	0	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
83	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
84	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
85	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
86	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
87	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
88	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง

ตารางที่ จ.1 (ต่อ)

ข้อที่	คะแนนของผู้ทรงคุณวุฒิคนที่			$\sum X$	IOC	ความหมาย
	1	2	3			
89	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
90	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
91	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
92	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
93	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
94	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
95	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
96	+1	0	+1	2	0.67	สอดคล้อง
97	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
98	+1	+1	+1	3	1	สอดคล้อง
99	+1	-1	+1	1	0.33	ไม่สอดคล้อง
100	0	+1	+1	2	0.67	สอดคล้อง

จากตารางที่ จ.1 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแต่ละข้อระหว่างเนื้อหา กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้ทรงคุณวุฒิทางด้านเนื้อหา จากจำนวนแบบทดสอบทั้งหมด 100 ข้อได้แบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์ที่มีค่าตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 74 ข้อ

ตารางที่ จ.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และอำนาจจำแนก (D)

ข้อที่	ตอบถูก กลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูก กลุ่มอ่อน R_L	รวมคน ตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ค่าความยากง่าย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ค่าอำนาจ จำแนก	การนำไปใช้
1	4	3	7	0.35	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
2	7	4	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
3	5	1	6	0.30	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
4	6	5	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
5	5	3	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
6	9	3	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
7	7	6	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
8	6	4	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
9	8	1	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.70	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
10	7	6	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
11	9	1	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.80	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
12	8	8	16	0.80	ง่ายเกินไป	0.00	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
13	7	2	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
14	10	2	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.80	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
15	7	1	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
16	7	6	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
17	8	2	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
18	4	1	5	0.25	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
19	9	4	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
20	6	2	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
21	8	7	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
22	7	6	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
23	9	6	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
24	5	2	7	0.35	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
25	6	5	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
26	8	2	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
27	9	4	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
28	5	4	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
29	6	2	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก กลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูก กลุ่มอ่อน R_L	รวมคน ตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ค่าความยากง่าย	$D = \frac{R_U - R_L}{\frac{N}{2}}$	ค่าอำนาจ จำแนก	การนำไปใช้
30	8	2	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
31	8	1	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.70	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
32	9	3	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
33	10	5	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
34	11	8	19	0.95	ง่ายเกินไป	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ไม่ได้
35	8	6	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
36	7	5	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
37	9	7	16	0.80	ง่ายเกินไป	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
38	11	2	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.90	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
39	7	1	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
40	5	5	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.00	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
41	6	4	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
42	8	6	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
43	9	8	17	0.85	ง่ายเกินไป	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
44	5	3	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
45	7	3	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
46	8	7	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
47	9	4	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
48	3	0	3	0.15	ยากเกินไป	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ไม่ได้
49	5	5	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.00	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
50	8	7	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
51	9	5	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
52	9	2	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.70	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
53	8	1	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.70	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
54	7	4	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
55	9	6	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
56	11	6	17	0.85	ง่ายเกินไป	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
57	6	4	10	0.50	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
58	8	4	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
59	7	5	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
60	9	3	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้

ตารางที่ จ.2 (ต่อ)

ข้อที่	ตอบถูก กลุ่มเก่ง R_U	ตอบถูก กลุ่มอ่อน R_L	รวมคน ตอบถูก R	$P = \frac{R}{N}$	ค่าความยากง่าย	$D = \frac{R_U - R_L}{2}$	ค่าอำนาจ จำแนก	การนำไปใช้
61	7	4	11	0.55	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
62	9	8	17	0.85	ง่ายเกินไป	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
63	8	6	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
64	8	4	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.40	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
65	11	3	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.80	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
66	8	7	15	0.75	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
67	9	8	17	0.85	ง่ายเกินไป	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
68	4	1	5	0.25	ความยากง่ายปานกลาง	0.30	จำแนกดีพอควร	นำไปใช้ได้
69	7	1	8	0.40	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
70	10	4	14	0.70	ความยากง่ายปานกลาง	0.60	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
71	7	2	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.50	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้
72	7	6	13	0.65	ความยากง่ายปานกลาง	0.10	จำแนกได้น้อย	นำไปใช้ไม่ได้
73	7	5	12	0.60	ความยากง่ายปานกลาง	0.20	จำแนกพอใช้	นำไปใช้ได้
74	8	1	9	0.45	ความยากง่ายปานกลาง	0.70	จำแนกดีมาก	นำไปใช้ได้

จากตารางที่ จ.2 แสดงผลการวิเคราะห์ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบที่ผ่านเกณฑ์การวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) มาแล้ว จำนวน 74 ข้อ โดยนำไปทดสอบกับผู้เรียนที่เคยเรียนเนื้อหาวิชานี้มาแล้ว จำนวน 20 คน ได้แบบทดสอบที่ผ่านการวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย (P) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.25 – 0.80 และผ่านการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก (D) อยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.20 – 0.90 ได้แบบทดสอบผ่านเกณฑ์ จำนวน 53 ข้อ ซึ่งจะนำมาเป็นแบบทดสอบหลังเรียนจำนวน 20 ข้อ จากนั้นนำแบบทดสอบจำนวน 53 ข้อ ไปวิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่น (r_{tt}) ของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่นแสดงผลในส่วนท้ายของตารางที่ จ.4

ตารางที่ จ.3 แสดงคะแนนที่ใช้ในการคำนวณหาค่าความแปรปรวน (เต็ม 53 คะแนน)

คนที่ (N)	คะแนนที่ได้ (X)	X ²
1	22	484
2	43	1849
3	42	1764
4	37	1369
5	29	841
6	30	900
7	29	841
8	29	841
9	48	2304
10	34	1156
11	31	961
12	36	1296
13	34	1156
14	49	2401
15	27	729
16	41	1681
17	38	1444
18	36	1296
19	21	441
20	39	1521
รวม	$\sum X = 695$	$\sum X^2 = 25275$

การหาค่าความแปรปรวน

$$\text{สูตร} \quad S_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$\text{แทนค่า} \quad S_t^2 = \frac{20(25275) - 695^2}{20(20-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{505500 - 483025}{20(20-1)}$$

$$S_t^2 = \frac{22475}{380}$$

$$S_t^2 = 59.14$$

ดังนั้น ได้ค่าความแปรปรวน 59.14

ตารางที่ จ.4 แสดงการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ (r_{tt}) ของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
ทางการเรียนจากแบบทดสอบที่ผ่านการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง

ข้อที่	p = สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q = สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
1	0.35	0.65	0.23
2	0.55	0.45	0.25
3	0.30	0.70	0.21
4	0.55	0.45	0.25
5	0.40	0.60	0.24
6	0.60	0.40	0.24
7	0.65	0.35	0.23
8	0.50	0.50	0.25
9	0.45	0.55	0.25
10	0.65	0.35	0.23
11	0.50	0.50	0.25
12	0.80	0.20	0.16
13	0.35	0.65	0.23
14	0.60	0.40	0.24
15	0.40	0.60	0.24
16	0.55	0.45	0.25
17	0.50	0.50	0.25
18	0.25	0.75	0.19
19	0.80	0.20	0.16
20	0.40	0.60	0.24
21	0.45	0.55	0.25
22	0.50	0.50	0.25
23	0.75	0.25	0.19
24	0.35	0.65	0.23
25	0.50	0.50	0.25
26	0.50	0.50	0.25
27	0.65	0.35	0.23
28	0.35	0.65	0.23
29	0.40	0.60	0.24

ตารางที่ จ.4 (ต่อ)

ข้อที่	p = สัดส่วนของผู้ตอบถูก	q = สัดส่วนของผู้ตอบผิด	p.q
30	0.50	0.50	0.25
31	0.45	0.55	0.25
32	0.60	0.40	0.24
33	0.75	0.25	0.19
34	0.90	0.10	0.09
35	0.70	0.30	0.21
36	0.60	0.40	0.24
37	0.80	0.20	0.16
38	0.25	0.75	0.19
39	0.40	0.60	0.24
40	0.50	0.50	0.25
41	0.50	0.50	0.25
42	0.70	0.30	0.21
43	0.50	0.50	0.25
44	0.30	0.70	0.21
45	0.50	0.50	0.25
46	0.55	0.45	0.25
47	0.65	0.35	0.23
48	0.10	0.90	0.09
49	0.30	0.70	0.21
50	0.45	0.55	0.25
51	0.70	0.30	0.21
52	0.55	0.45	0.25
53	0.45	0.55	0.25
รวม			12.18

การคำนวณหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้สูตร KR 20

$$\text{สูตร} \quad r_u = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

$$\text{แทนค่า} \quad r_u = \frac{53}{53-1} \left\{ 1 - \frac{12.18}{59.14} \right\}$$

$$r_u = 1.02\{0.79\}$$

$$r_u = 0.80$$

ดังนั้นได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบมีค่าเท่ากับ 0.80 อยู่ในขอบเขตที่ยอมรับคือ 0.73
ขึ้นไป

ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติ

ตารางที่ จ.1 แสดงคะแนนที่ได้จากการประเมินระหว่างเรียนตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง และแบบทดสอบหลังเรียนเพื่อหาประสิทธิภาพ ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา แบบขั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

คนที่	คะแนนทดสอบระหว่างเรียน	คะแนนทดสอบหลังเรียน
1	17	15
2	16	16
3	15	15
4	17	17
5	18	16
6	18	15
7	16	16
8	16	15
9	16	15
10	17	14
11	16	15
12	18	16
13	16	16
14	16	15
15	19	17
16	19	18
17	17	15
18	18	18
19	19	19
20	19	18
รวมคะแนน	343	321
เฉลี่ยรวม	17.15	16.05
รวมคะแนนเป็นร้อยละ	85.75	80.25

การหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา $E_1 : E_2$ (ชัยงค์ พรหมวงศ์. 2521 : 136) ชั้นทดลองเชิงปฏิบัติการ

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

$$E_1 = \frac{343}{20} \times 100 = 85.75$$

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

$$E_2 = \frac{321}{20} \times 100 = 80.25$$

จากตารางที่ จ.1 แสดงคะแนนหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอปสำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (คุรุสามัคคี 1) อ.ปากช่อง จ. นครราชสีมา พบว่าค่าที่คำนวณได้จากแบบทดสอบระหว่างเรียน (E_1) และ ค่าที่คำนวณได้จากแบบทดสอบหลังเรียน (E_2) มีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 17.15 : 16.05 คิดเป็นร้อยละมีค่าเท่ากับ 85.75 : 80.25 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นนั้นมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

ตารางที่ ๑.2 แสดงคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มทดลองที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรม โปรเจคทอปสำหรับนักเรียน ช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง (ครูสามัคคี 1) อ. ปากช่อง จ. นครราชสีมา และกลุ่มควบคุมที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ จำนวน 70 คะแนน

คนที่	คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มทดลอง) X_1		คะแนนสอบหลังเรียน (กลุ่มควบคุม) X_2	
	X_1	X_1^2	X_2	X_2^2
1	61	3721	43	1849
2	57	3249	50	2500
3	58	3364	45	2025
4	57	3236	54	2916
5	55	3051	55	3025
6	60	3600	43	1849
7	53	2840	53	2809
8	57	3249	56	3136
9	60	3600	54	2916
10	56	3136	46	2116
11	62	3844	60	3600
12	54	2884	58	3364
13	60	3600	53	2809
14	54	2954	58	3364
15	59	3460	58	3364
16	60	3621	52	2704
17	57	3249	64	4096
18	59	3453	64	4096
19	63	3976	54	2916
20	60	3657	43	1849
รวม	1163	67745	1063	57303

การหาค่าเฉลี่ย (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538 : 73-79)

$$\bar{X}_1 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{\sum X}{N}$$

$$\bar{X}_1 = \frac{1163}{20}$$

$$\bar{X}_2 = \frac{1063}{20}$$

$$= 58.14$$

$$= 53.15$$

ได้คะแนนเฉลี่ยของคะแนนรวม

$$(\text{กลุ่มทดลอง} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน}) = 58.14$$

$$(\text{กลุ่มควบคุม} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ}) = 53.15$$

การหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

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

แทนค่า

$$S.D. = \sqrt{\frac{(20 \times 67745) - (1163)^2}{20(20-1)}}$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{(20 \times 57303) - (1063)^2}{20(20-1)}}$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{2331}{380}}$$

$$S.D. = \sqrt{\frac{16091}{380}}$$

$$S.D. = 2.47$$

$$S.D. = 6.51$$

ได้ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนรวม

$$(\text{กลุ่มทดลอง} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน}) = 2.47$$

$$(\text{กลุ่มควบคุม} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ}) = 6.51$$

การหาค่าความแปรปรวน

$$\text{สูตร} \quad S_i^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

$$\text{แทนค่า} \quad S_1^2 = \frac{20(67745) - (1163)^2}{20(20-1)} \quad S_2^2 = \frac{20(57303) - (1063)^2}{20(20-1)}$$

$$S_1^2 = \frac{2331}{380} \quad S_2^2 = \frac{16091}{380}$$

$$S_1^2 = 6.13 \quad S_2^2 = 42.34$$

ได้ค่าความแปรปรวนของคะแนนรวม

$$(\text{กลุ่มทดลอง} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน}) = 6.13$$

$$(\text{กลุ่มควบคุม} / \text{กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ}) = 42.34$$

สมมติฐานการวิจัย

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป สูงกว่ากลุ่มผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

การตั้งสมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

โดยที่ μ_1 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป

μ_2 คือ กลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

H0 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป เท่ากับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

H1 คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคทอป สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มผู้เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ

การกำหนดระดับนัยสำคัญ

ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05 หมายความว่า การทดสอบครั้งนี้มีระดับความเชื่อมั่นอยู่ที่ 95%

คำนวณหาค่า t – test Independent (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 : 101)

การคำนวณหาค่า t กลุ่มทดลองเป็นกลุ่มตัวอย่างขนาดเล็ก ($N \leq 20$) และไม่ทราบค่าความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม โดยตั้งข้อตกลงว่าให้ค่าความแปรปรวนมีค่าเท่ากัน ดังนั้นจึงเลือกใช้สูตร t – test Independent (ล้วน สายยศและอังคณา สายยศ. 2538 :101)

สมมติฐาน

$$H_0 : \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

ให้ ระดับนัยสำคัญ (α) = 0.05

$$df = n_1 + n_2 - 2 = 20 + 20 - 2 = 38$$

สูตร

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

$$t = \frac{58.14 - 53.15}{\sqrt{\frac{(20 - 1)6.13 + (20 - 1)42.34}{20 + 20 - 2} \left(\frac{1}{20} + \frac{1}{20} \right)}}$$

$$t = \frac{4.99}{\sqrt{\frac{116.47 + 804.46}{38} \left(\frac{1}{10} \right)}}$$

$$t = \frac{4.99}{\sqrt{2.42}} = \frac{4.99}{1.56} = 3.19$$

หาค่า t จากตารางดังนี้




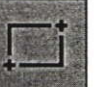


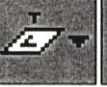
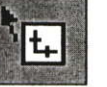



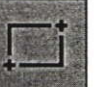


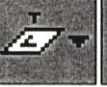
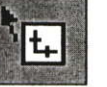



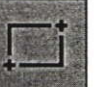


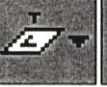
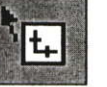



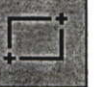
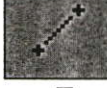






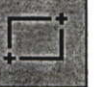
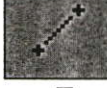






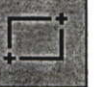
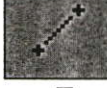



โดยที่	α	=	0.05
	df	=	$n_1 + n_2 - 2 = 30 + 30 - 2 = 38$
	$t_{0.05,38}$	=	1.686

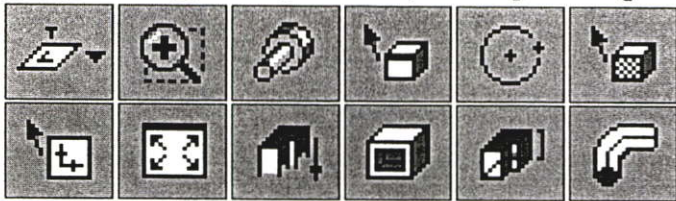
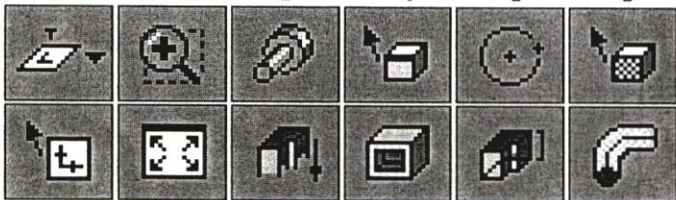
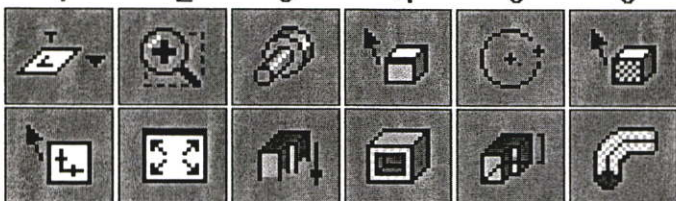
นำค่า t จำนวนไปเทียบค่า t ตารางพบว่าค่า t จำนวน ที่ $df = 38$ เท่ากับ 3.19 มีค่ามากกว่าค่า t จากตาราง (1.686) ดังนั้นจึงปฏิเสธ H_0 และยอมรับ H_1 แสดงว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยของทั้งสองกลุ่มพบว่า ค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของกลุ่มผู้เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป มีค่าเท่ากับ 58.14 ซึ่งมากกว่าค่าเฉลี่ยคะแนนสอบของกลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ ที่มีค่าเท่ากับ 53.15 จึงสรุปได้ว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป สูงกว่า กลุ่มที่เรียนด้วยวิธีการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 เป็นไปตามสมมติฐานที่ตั้งไว้

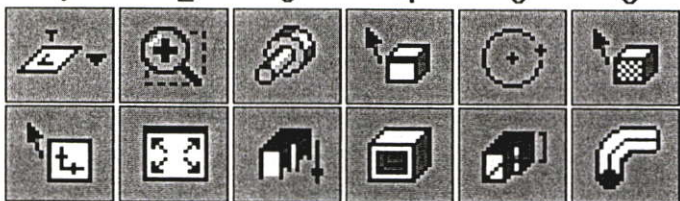
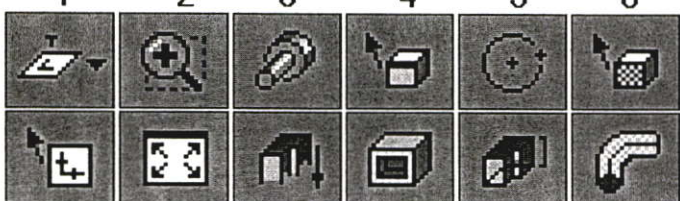






ภาคผนวก ช
แบบทดสอบ


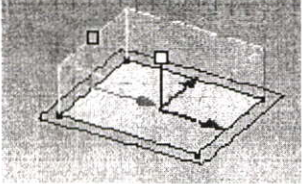
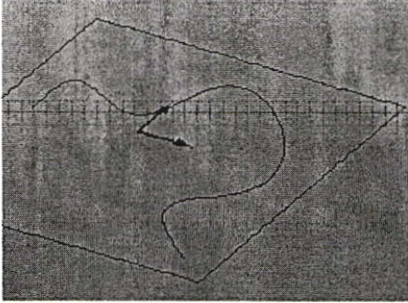




แบบทดสอบท้ายบทเรียน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจกซ์ทอป

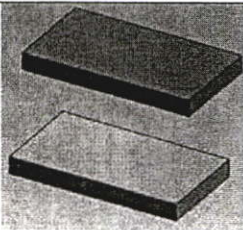
คำแนะนำ : แบบทดสอบมีทั้งหมด 20 ข้อ ให้เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด																
1	<p>ข้อใดเป็นจุดเด่นของโปรแกรม Pro/Desktop</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ใช้ออกแบบวัตถุรูปทรง 3 มิติ 2. ใช้ออกแบบวัตถุรูปทรง 2 มิติ 3. ใช้ออกแบบภาพเคลื่อนไหว 4. ใช้ออกแบบเครื่องจักร 	1	ความรู้ ความจำ																
2	<table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>หากต้องการวาดรูป 3 เหลี่ยมต้องใช้แถบเครื่องมือข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 5 2. หมายเลข 6 3. หมายเลข 7 4. หมายเลข 8 	1	2	3	4					5	6	7	8					2	การนำไปใช้
1	2	3	4																
																			
5	6	7	8																
																			
3	<table style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">1</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">2</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">3</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">4</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">5</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">6</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">7</td> <td style="border: 1px solid black; width: 25px; height: 25px;">8</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <p>แถบเครื่องมือหมายเลข 1 หมายถึง การทำงานในข้อใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมุนวัตถุ 2. ประกอบชิ้นงาน 3. สร้างเพลลา 4. สร้างงานออกแบบใหม่ 	1	2	3	4					5	6	7	8					4	การนำไปใช้
1	2	3	4																
																			
5	6	7	8																
																			

ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด
4	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 123456 </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 789101112 </div> <p>แถบเครื่องมือชนิดใดใช้เลือกมุมของวัตถุ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 4 2. หมายเลข 6 3. หมายเลข 7 4. หมายเลข 10 	3	การนำไปใช้
5	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 123456 </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 789101112 </div> <p>แถบเครื่องมือหมายเลขใดใช้ในการขีดวัตถุ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 3 2. หมายเลข 8 3. หมายเลข 11 4. หมายเลข 12 	3	การนำไปใช้
6	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 123456 </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 789101112 </div> <p>หากต้องการเปลี่ยนมุมมองของวัตถุให้พอดีกับจอภาพควรเลือกแถบเครื่องมือชนิดใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 1 2. หมายเลข 2 3. หมายเลข 7 4. หมายเลข 8 	4	การนำไปใช้

ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด
7	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 123456 </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 789101112 </div> <p>ในการสร้างรูปทรงกระบอกตัน แถบเครื่องมือใดที่ใช้เป็นลำดับสุดท้าย</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 12 2. หมายเลข 11 3. หมายเลข 10 4. หมายเลข 8 	2	การนำไปใช้
8	<div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 123456 </div>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; text-align: center;"> 789101112 </div> <p>แถบเครื่องมือชนิดใดใช้เลือกด้านของวัตถุ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หมายเลข 6 2. หมายเลข 7 3. หมายเลข 8 4. หมายเลข 10 	1	การนำไปใช้
9	<p>เครื่องมือใดใช้วางวัตถุให้อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.  2.  3.  4.  	1	การนำไปใช้
10	<p>เครื่องมือ  ทำหน้าที่ใด</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำเหลี่ยมให้มน 2. ตัดเหลี่ยมใหม่ 3. การสร้างความหนาของงานโดยการยึด 4. ทำขอบเหลี่ยม 	3	การนำไปใช้
11	<p>เครื่องมือ  ทำหน้าที่ใด</p>	1	การนำไปใช้

ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด
	1. การสร้างเนื้องานแบบหมุนรอบแกน 2. การสร้างเนื้องานตามแนวเส้นนำทาง 3. ทำชุดผิวตามผนังงาน 4. การสร้างความหนางานโดยการยึด		
12	เครื่องมือ  ทำหน้าที่ใด 1. ทำชุดผิวตามผนังงาน 2. ทำขอบเหลี่ยม 3. ปรับปรุงการแสดงผลหลังจากแก้ไข 4. เลือกขนาดควบคุม	3	การนำไปใช้
13	 จุดสี่เหลี่ยมตรงกลางรูปทำหน้าที่อะไร 1. ปรับขนาดรูปตามแนวนอน 2. ปรับขนาดรูปตามแนวตั้ง 3. หมุนรูป 4. ปรับความหนาของรูป	4	การนำไปใช้
14	 จะใช้เครื่องมือในข้อใด เพื่อลากให้เกิดเส้นดังกล่าว 1.  2.  3.  4. 	2	การนำไปใช้

ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด
15	ข้อใดเป็นขั้นตอนที่ 2 ของการสร้างรูปทรงเกลียว? <ol style="list-style-type: none"> 1. วาดรูปวงกลม 2. วาดรูปสี่เหลี่ยม เท่ากับเกลียวที่ต้องการสร้าง 3. จากเมนู Workplane เลือก New Sketch คลิก OK 4. จากเมนู Feature เลือก Sweep Profile เลือก Along Helix 	4	การนำไปใช้
16	ข้อใดคือการจัดตำแหน่งด้านให้ตรงกัน ? <ol style="list-style-type: none"> 1. Select Face 2. Select Edges 3. Assembly + Mate 4. Assembly + Align 	4	การนำไปใช้
17	 <p>ข้อใดเป็นขั้นตอนสำคัญของการประกอบชิ้นงาน 2 ชิ้น ?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เคลื่อนย้ายชิ้นงาน 2. ล็อคชิ้นงานแรก 3. จัดตำแหน่ง 4. ทากาว 	3	การนำไปใช้
18	การหมุน หรือ พลิกรูปภาพ ต้องใช้เมาส์แบบใด? <ol style="list-style-type: none"> 1. กดปุ่มซ้าย และ แป้น Shift 2. กดปุ่มขวา และ แป้น Ctrl 3. กดปุ่มกลาง และ แป้น Shift 4. กดปุ่มกลางค้าง 	3	การนำไปใช้
19	ข้อใดเป็นขั้นตอนแรกของการสร้างรูปทรงเกลียว ? <ol style="list-style-type: none"> 1. วาดรูปวงกลม 2. วาดรูปสี่เหลี่ยม เท่ากับเกลียวที่ต้องการสร้าง 3. จากเมนู Workplane เลือก New Sketch คลิก OK 4. จากเมนู Feature เลือก Sweep Profile เลือก Along Helix 	1	การนำไปใช้

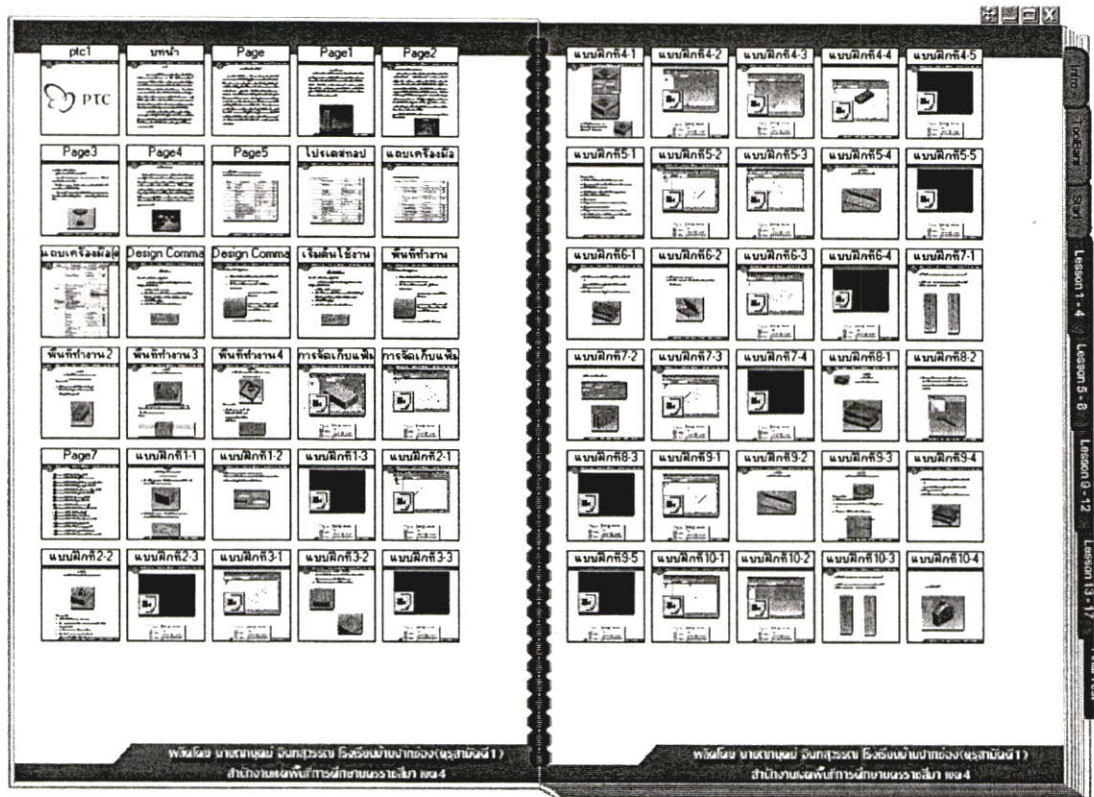
ข้อที่	แบบทดสอบ	คำตอบ	ลักษณะการวัด
20	<p>ข้อใดเป็นลำดับขั้นตอนแรกของการประกอบชิ้นงาน?</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Assembly + Fix Components Workplane 2. Assembly + Add Component + คลิกเลือกชิ้นงานแรก 3. เคลื่อนย้าย ชิ้นงาน 4. Select Workplane + คลิก Frontal + Assembly + Add Component + คลิกเลือกชิ้นงานต่อไป 	2	การนำไปใช้

ภาคผนวก ข

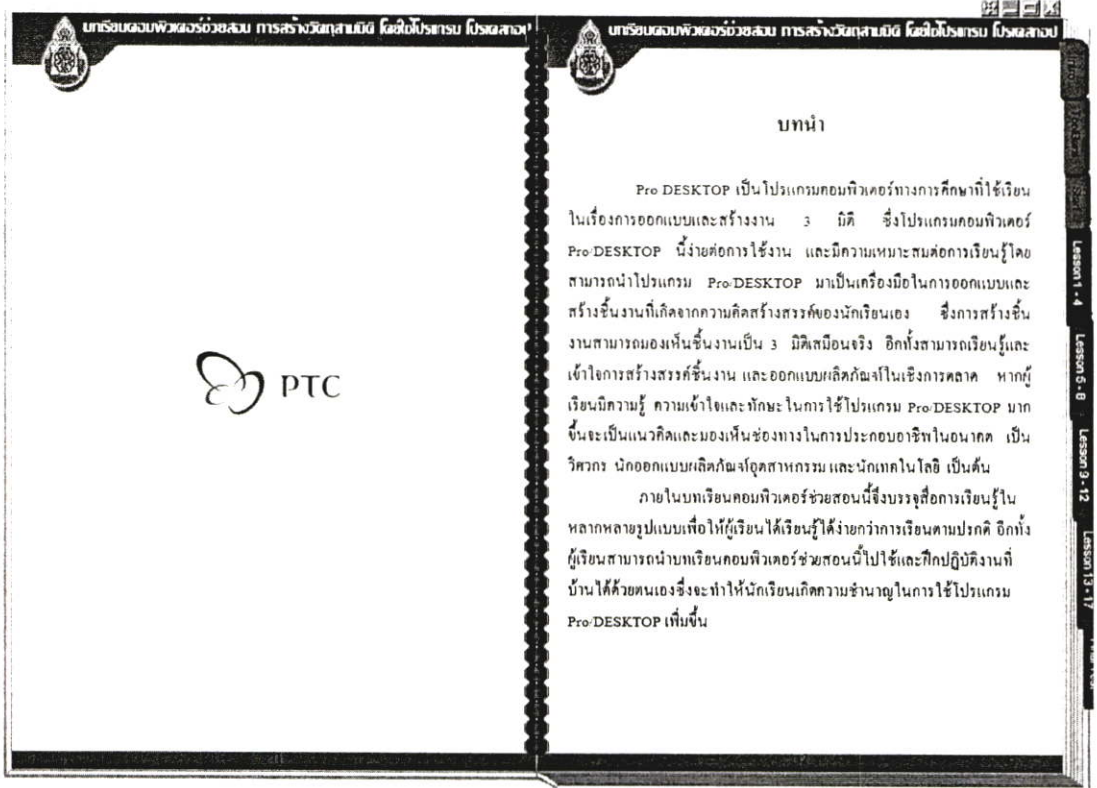
ภาพแสดงหน้าจอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน



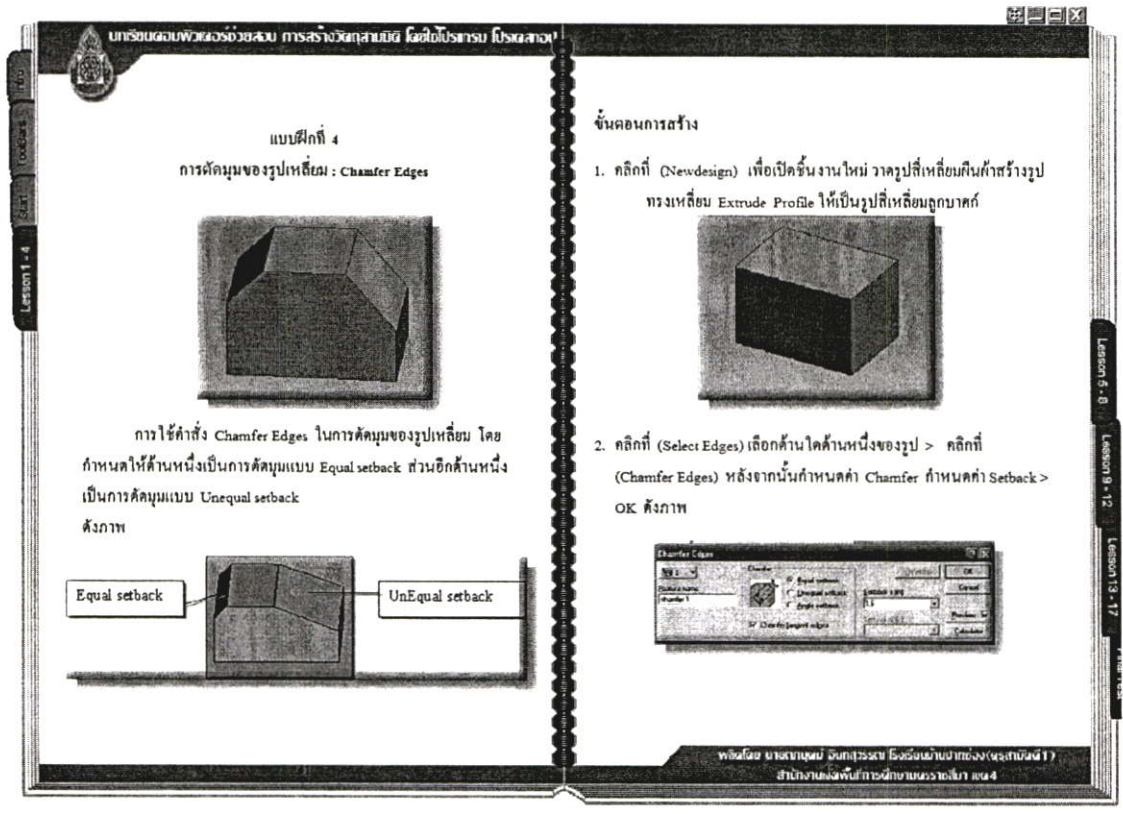
ภาพที่ ข.1 แสดงหน้าจอเมื่อเข้าสู่บทเรียน



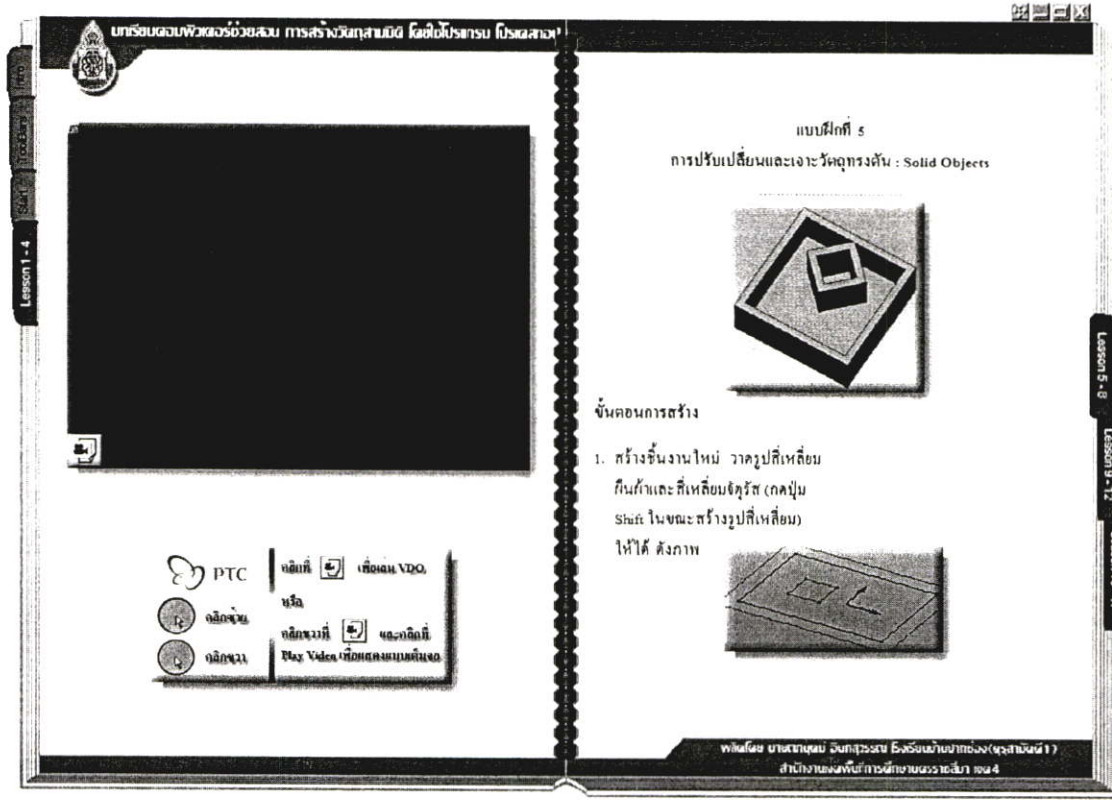
ภาพที่ ข.2 แสดงหน้าจอสารบัญในบทเรียน



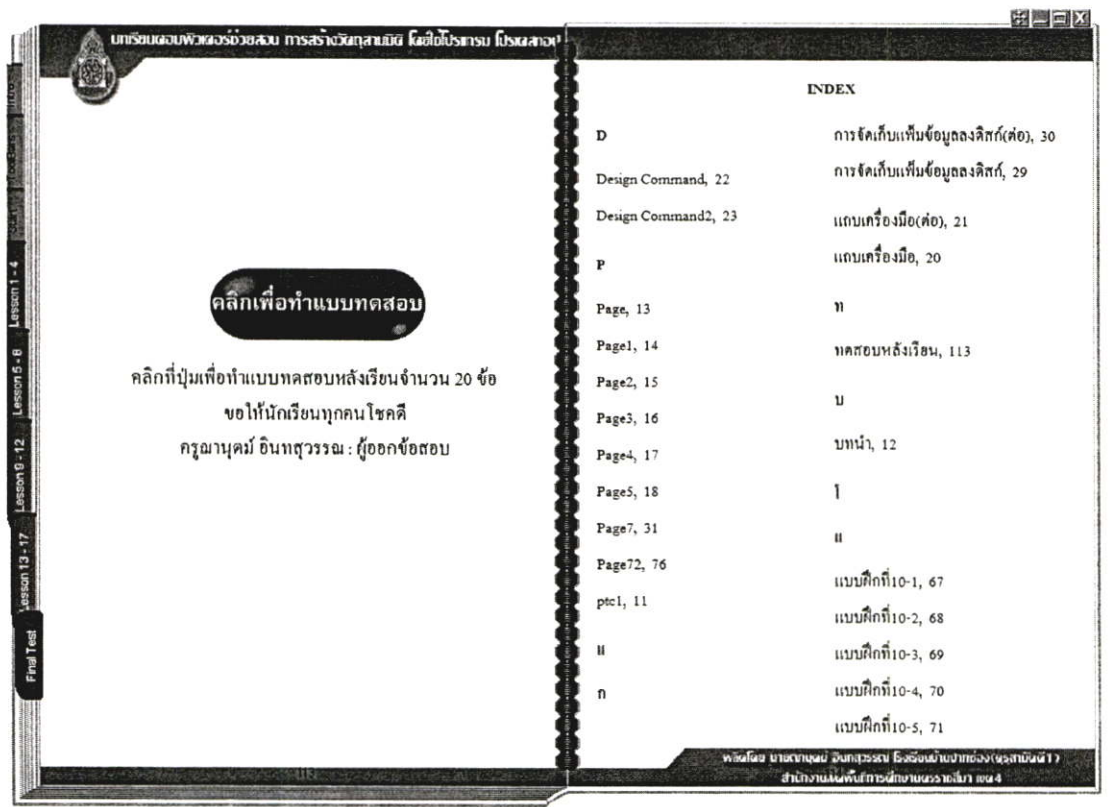
ภาพที่ ข.3 แสดงหน้าจอบทนำ



ภาพที่ ข.4 แสดงหน้าจอแบบฝึกภายในบทเรียน



ภาพที่ ข.5 แสดงหน้าจอส่วนของ VDO สาขิตการทำงาน



ภาพที่ ข.6 แสดงหน้าจอการคลิกเพื่อทำแบบทดสอบหลังเรียน



แบบทดสอบหลังเรียน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเตสทอป

กรุณาใส่ชื่อผู้ทำแบบทดสอบ **ศุภานุวัฒน์ อินทสุวรรณ**

แบบทดสอบนี้เป็นการเก็บคะแนนหลังเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเตสทอป นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา สร้างแบบทดสอบโดย ศุภานุวัฒน์ อินทสุวรรณ
ศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

พัฒนชัย บณชานุมย์ ศึกษานิเทศก์ 6-จังหวัดนครราชสีมา(คุรุสามัคคี)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

ภาพที่ ข.7 แสดงหน้าจอกรอกชื่อผู้ทำแบบทดสอบ



1. ข้อใดเป็นจุดเด่นของโปรแกรม Pro/Desktop

- 1. ใช้ออกแบบวัตถุรูปทรง 3 มิติ
- 2. ใช้ออกแบบวัตถุรูปทรง 2 มิติ
- 3. ใช้ออกแบบภาพเคลื่อนไหว
- 4. ใช้ออกแบบเครื่องจักร

แบบทดสอบนี้เป็นการเก็บคะแนนหลังเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเตสทอป นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา สร้างแบบทดสอบโดย ศุภานุวัฒน์ อินทสุวรรณ
ศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

พัฒนชัย บณชานุมย์ ศึกษานิเทศก์ 6-จังหวัดนครราชสีมา(คุรุสามัคคี)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

ภาพที่ ข.8 แสดงหน้าจอการทำแบบทดสอบ



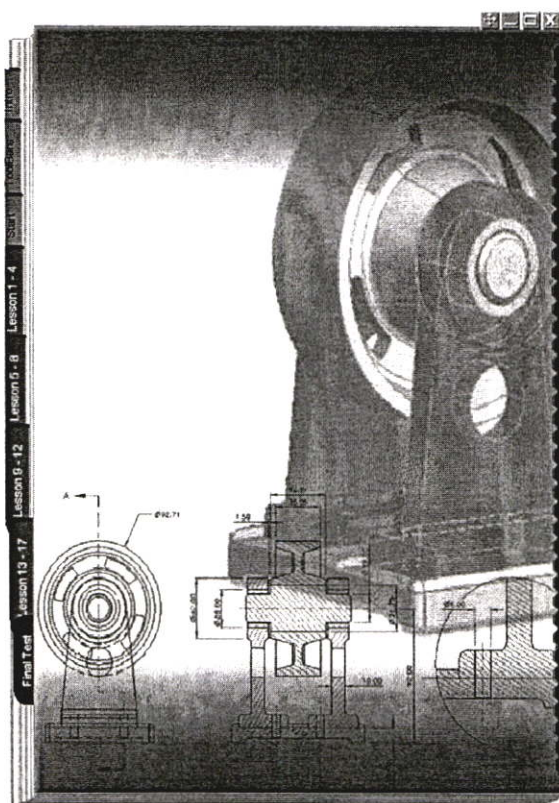
คุณ ภูานุตม์ อินทสุวรรณ ทำได้ 19 คะแนน

แบบทดสอบนี้เป็นกาเก็บคะแนนหลังเรียนวิชาคอมพิวเตอร์ เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคเตอร์
นักเรียนช่วงชั้นที่ 3 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) อ.ปากช่อง จ.นครราชสีมา
สร้างแบบทดสอบโดย คุณภูานุตม์ อินทสุวรรณ

ศูนย์ข้อมูลเทคโนโลยีสารสนเทศและคอมพิวเตอร์ โรงเรียนบ้านปากช่อง(คุรุสามัคคี1) สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

พินิจชัย นานาชาณชัย ศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย(คุรุสามัคคี1)
สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษานครราชสีมา เขต 4

ภาพที่ ข.9 แสดงหน้าจอสรุปคะแนนของการทำแบบทดสอบ



ภาพที่ ข.10 แสดงหน้าจอปกหลังของบทเรียน

ภาคผนวก ฅ

เนื้อหาบทเรียน

เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจสทอป

เนื้อหาบทเรียน


เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคตอป

การวิจัยครั้งนี้ เนื้อหาที่ใช้ในการประกอบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การสร้างวัตถุสามมิติโดยใช้โปรแกรมโปรเจคตอป ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 17 หน่วย ดังนี้


1. การสร้างวัตถุทรงตัน
2. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม
3. การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลมทั้งสองข้าง
4. การตัดมุมของรูปทรงเหลี่ยม
5. การปรับเปลี่ยนและเจาะวัตถุทรงตัน
6. การทำรูปโครงร่างให้มีมิติ
7. การสร้างภาชนะรูปแก้ว
8. การสร้างรูปทรงเกลียว
9. การสร้างช่องอและเจาะรู
10. การสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักร
11. การตัดมุมวัตถุ
12. การประกอบชิ้นงาน
13. การสร้างชิ้นงานลักษณะบานพับ
14. การสร้างรูปอิฐบล็อก
15. การออกแบบลูกกุญแจ
16. การสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่าย
17. การสร้างเกลลอนพร้อมที่จับแบบเจาะ

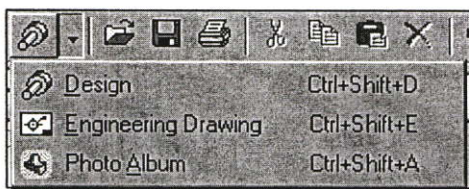
เริ่มต้นใช้งาน

คำแนะนำ การใช้เครื่องหมายสัญลักษณ์


การใช้ เครื่องหมายสัญลักษณ์ จะเขียน สัญลักษณ์ (Icon) พร้อม ชื่อสัญลักษณ์ กำกับไว้ เช่น  Icon นี้ ชื่อ New Design เขียนกำกับไว้ ในกรณีบางรูปไม่ชัดเจน หรือรูปขาวดำมีลักษณะเดียวกัน จะได้ใช้ Icon ได้ถูกต้อง

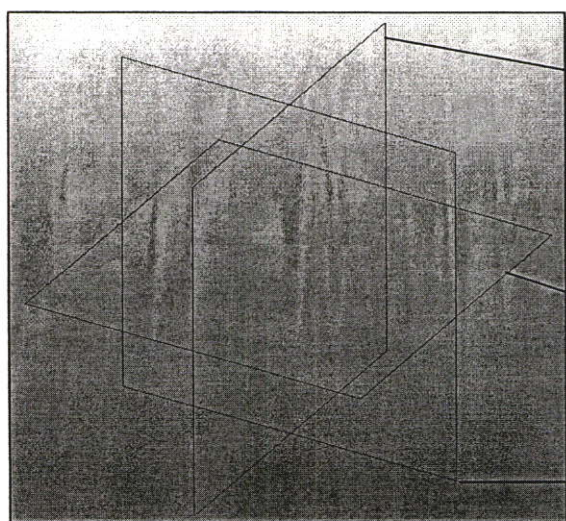
การเปิดชิ้นงานใหม่ : New Design

1. คลิกเมาส์ที่  (New Design) เป็นชื่อเรียก ของ Icon เขียนกำกับเพื่อว่า รูปไม่ชัด หรือ รูปขาวดำมีลักษณะเดียวกัน) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่
2. ปรับหน้าต่างให้ใหญ่ที่สุด
3. ตรงส่วนนี้สามารถเลือกการทำงานหรือแก้ไขในงาน



พื้นที่ทำงาน : Workplanes

4. นักเรียนจะต้องมีความรู้เบื้องต้นในเรื่องของ สิ่งประดิษฐ์หรืองาน ที่อยู่ใน Workplanes และ New Sketches
5. คลิก  เพื่อแสดงให้เห็น Workplanes ทั้ง 3 ด้านที่อยู่ใน Pro/DESKTOP.

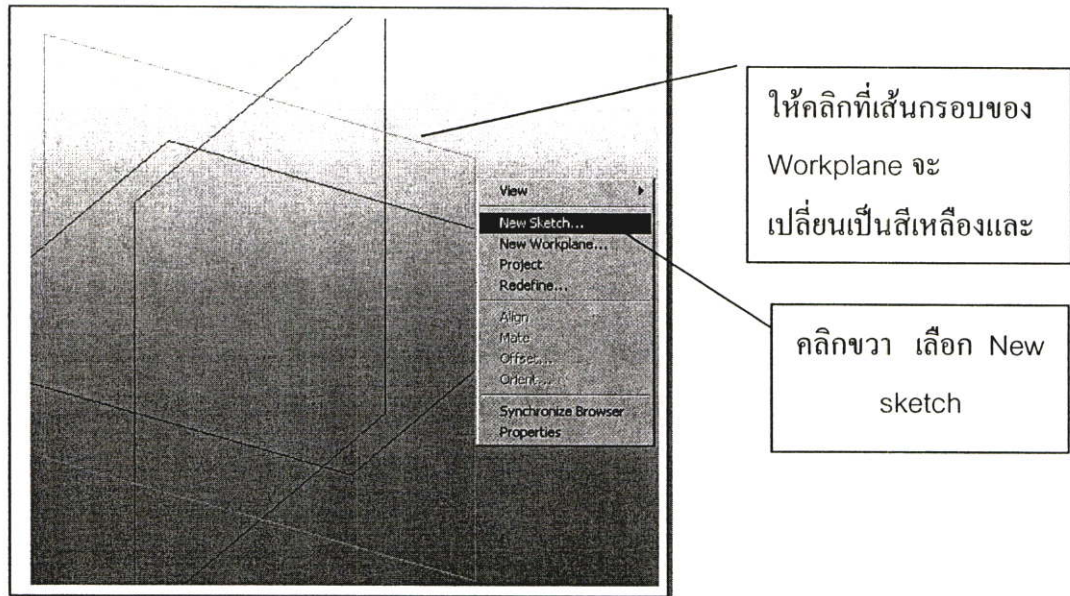


Lateral Workplane จะแสดงให้เห็น ด้านข้างของงาน

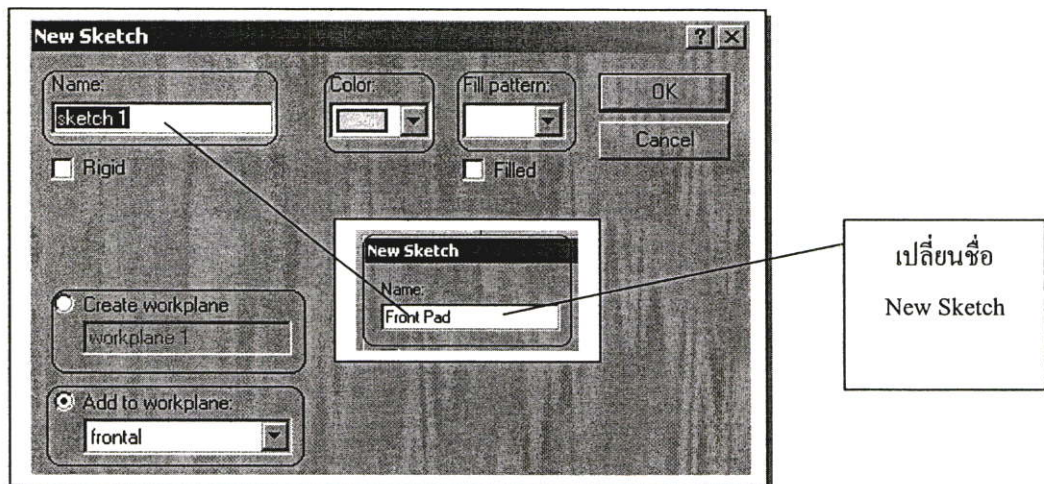
Base Workplane จะมีกรอบ โครงร่าง ที่ เรียกว่า Initial ซึ่งกำหนดให้เป็นค่า เริ่มต้นแสดงให้เห็นด้านบนของงาน

Frontal Workplane จะแสดงให้เห็น ด้านหน้าของงาน

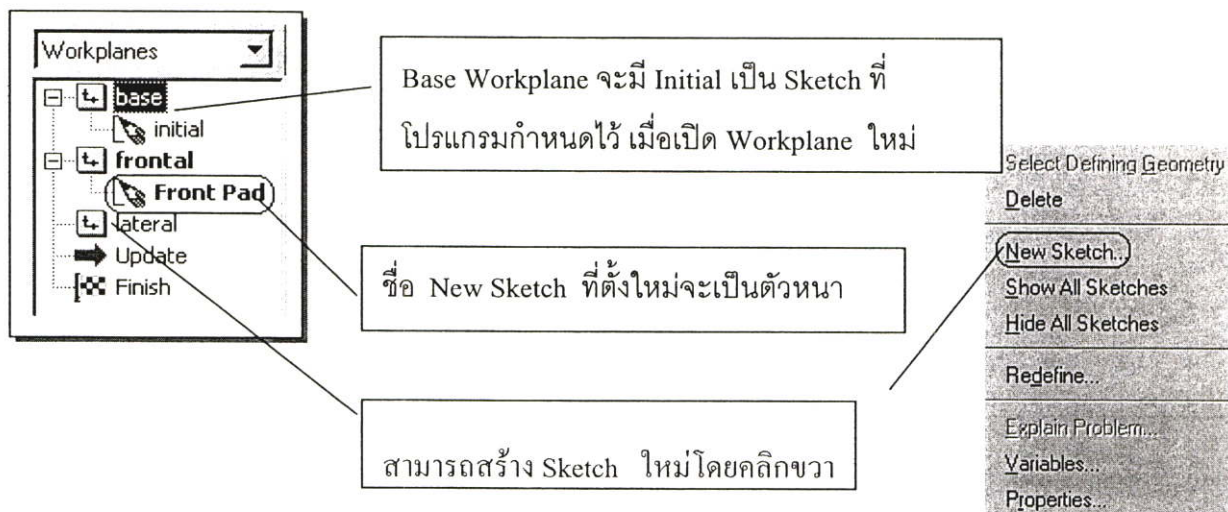
6. ในทุก ๆ Base Workplane จะมี New Sketch อยู่ การเลือกทำงานใน Workplane อื่น ให้คลิกที่เส้นกรอบของ Workplane โดยเส้นกรอบจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองและสีแดง > คลิกขวา ที่เมนูเลือก New Sketch หรือไปที่ Workplane > New Sketch



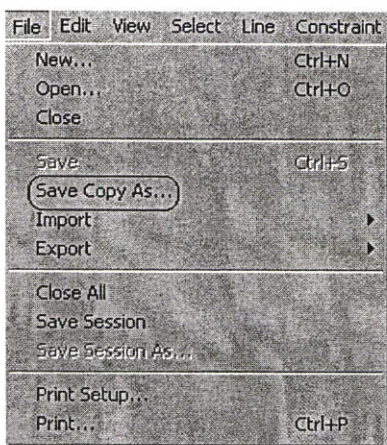
7. เปลี่ยนชื่อ New Sketch ให้มีความหมายสอดคล้องการทำงานที่ทำ



8. OK



การจัดเก็บเพิ่มข้อมูลลงดิสก์



การจัดเก็บเพิ่มข้อมูลในดิสก์อื่น เช่น แผ่นดิสก์ สามารถทำได้เหมือนปกติ ทุกเพิ่มข้อมูลที่ทำใน Pro/DESKTOP ใน Assembly design เป็นที่งานประกอบด้วย ชิ้นงานหลายชิ้นงาน เมื่อจัดเก็บเพิ่มหลัก จะจัดเก็บเฉพาะส่วนที่เชื่อมโยงกับไฟล์ย่อย ทำให้ไฟล์ที่จัดเก็บเล็ก คล้ายกับ e-mail

การแก้ไขและปรับเปลี่ยน Features

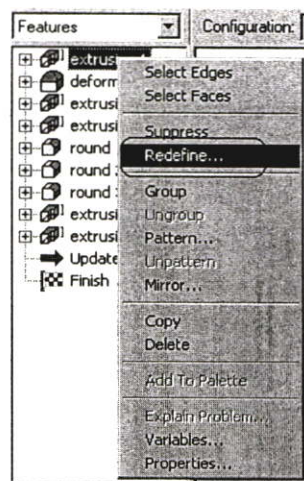
1. Features สามารถแก้ไขและเปลี่ยนข้อผิดพลาดจากการกำหนดค่าที่ผิดได้ โดย
 - ที่เมนู Browser เลือก Features

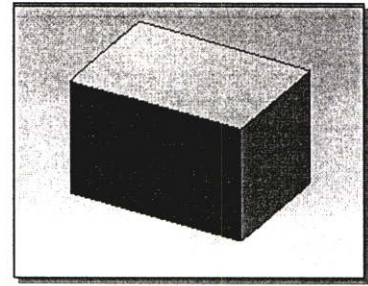
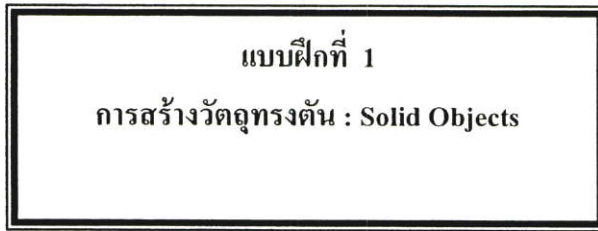


- คลิกขวาที่ Feature > เลือก Redefine จากเมนู

2. แก้ไขแล้ว > OK

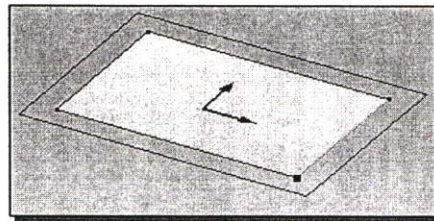
3. คลิก  (Update Icon) ทุกครั้งที่มีการแก้ไข



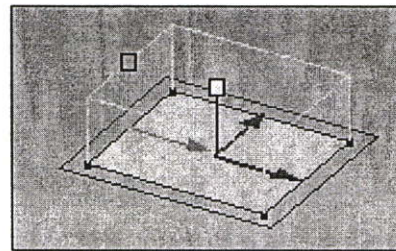


ขั้นตอนการสร้าง

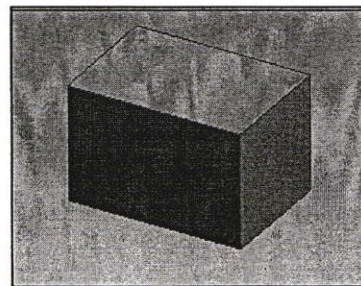
1. คลิกเมาส์ที่  (New Design) เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ วาดรูปสี่เหลี่ยม หรือรูปต่าง ๆ ที่มีเส้นรอบรูป (Close Shape)



2. คลิกที่เครื่องมือ  (Extrude) จะเกิดจุดสี่เหลี่ยมตรงกลางรูป drag mouse ให้ขีดขึ้นเพื่อกำหนดความหนาของ object

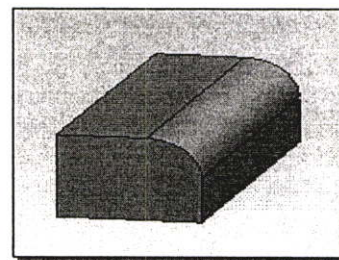


3. คลิก O.K จะได้รูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์






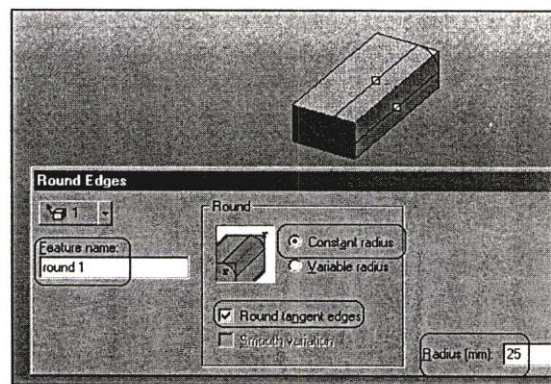
หมายเหตุ ถ้าวาดโดยใช้เส้นต่างๆ ต้องลากเส้นให้จุดเริ่มต้น และจุดจบเป็นจุดเดียวกัน (close shape) ซึ่งถ้าถูกต้องจะมีสีเขียวเต็มพื้นที่ (Fill)

แบบฝึกที่ 2
การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม : Round Edges



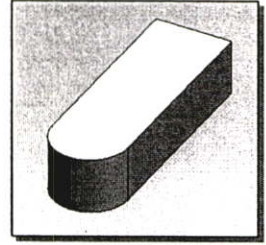
ขั้นตอนการสร้าง

1. คลิกที่  (New design) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสร้างรูปทรงเหลี่ยม Extrude Profile ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์
2. คลิกที่  Select Edges เลือกด้านใดด้านหนึ่งของรูป > คลิกที่  (Round Edges) หลังจากนั้นกำหนดค่า Round แบบ Constant radius กำหนดค่า Radius
3. คลิก OK.





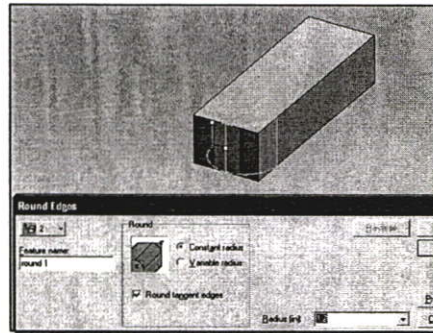
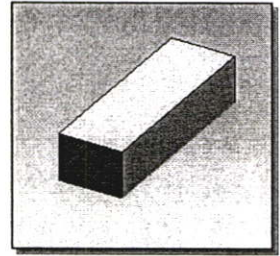
แบบฝึกที่ 3

การตัดมุมที่มีลักษณะมนกลมทั้งสองข้าง : Round Edges

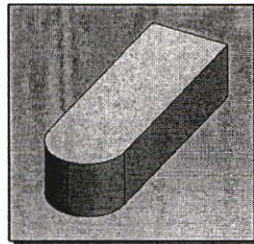


ขั้นตอนการสร้าง

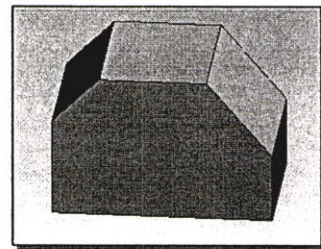
1. คลิกที่  (Newdesign) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ สร้างรูปทรงเหลี่ยม แล้ว Extrude Profile  ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ หลังจากนั้นเลือกด้านที่ต้องการตัดมุม 2 ด้าน กดปุ่ม Shift ขณะใช้คำสั่ง Select edges เพื่อเลือกด้าน (สังเกตว่าเส้นมีสีแดง)
2. ใช้คำสั่ง Feature แบบ Round Edges หลังจากนั้นกำหนดค่า Round แบบ Constant radius กำหนดค่า Radius > OK ดังภาพ



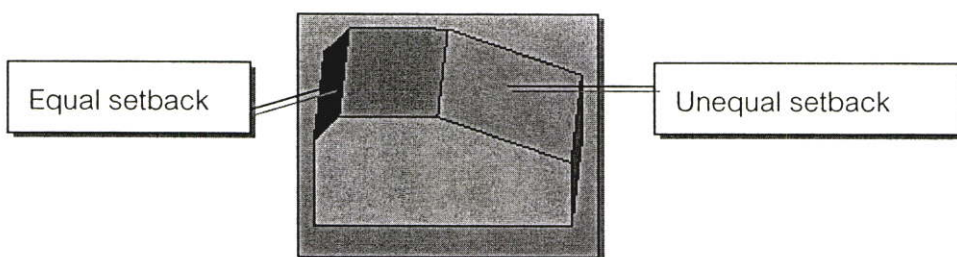
จะได้รูปทรงตามต้องการ




แบบฝึกที่ 4
การตัดมุมของรูปเหลี่ยม : Chamfer Edges

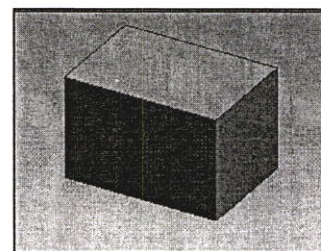




การใช้คำสั่ง Chamfer Edges ในการตัดมุมของรูปเหลี่ยม โดยกำหนดให้ด้านหนึ่งเป็นการตัดมุมแบบ Equal setback ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็นการตัดมุมแบบ Unequal setback ดังภาพ

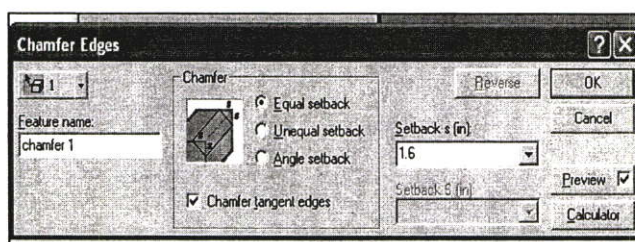


ขั้นตอนการสร้าง

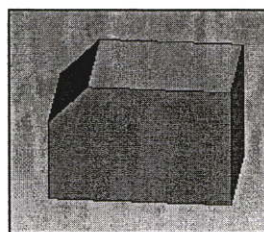
- คลิกที่  (New design) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสร้างรูปทรงเหลี่ยม Extrude Profile ให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์



- คลิกที่  (Select Edges) เลือกด้านใดด้านหนึ่งของรูป > คลิกที่  (Chamfer Edges) หลังจากนั้นกำหนดค่า Chamfer กำหนดค่า Setback > OK ดังภาพ

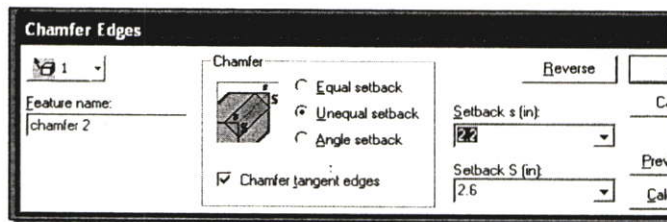


- ด้านที่เลือกจะได้รับการตัดมุม ดังภาพ

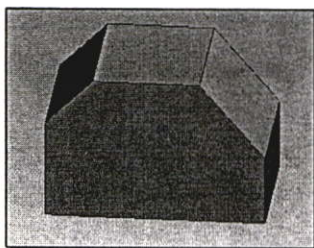


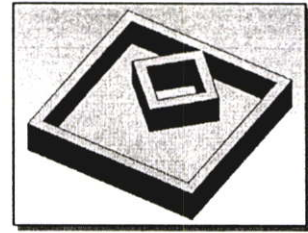
4. ทำเช่นเดียวกันนี้กับด้านอีกด้านหนึ่ง แต่กำหนดค่า Chamfer แบบ Unequal setback > OK

ดั่งภาพ




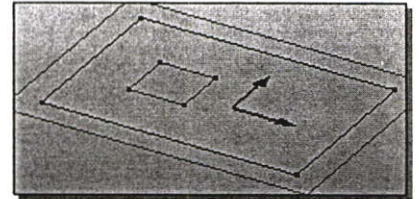
5. ด้านที่ถูกเลือกจะได้รับการตัดมุมเช่นเดียวกัน ดั่งภาพ



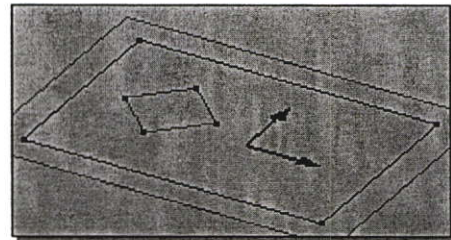
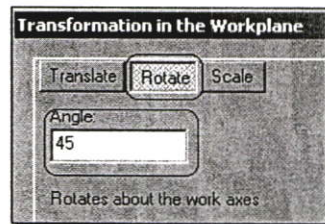


ขั้นตอนการสร้าง

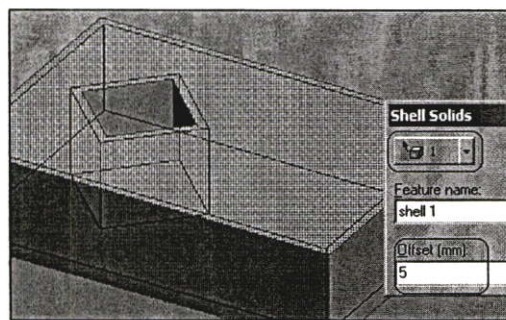
1. คลิกที่  เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ วาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าและสี่เหลี่ยมจัตุรัส (กดปุ่ม Shift ในขณะที่สร้างรูปสี่เหลี่ยม) ให้ได้ดังภาพ




2. เลือกเส้นรอบรูปของสี่เหลี่ยมจัตุรัส (จะเป็นเส้นสีแดงทั้งสี่ด้าน) หลังจากนั้นคลิกขวบนสี่เหลี่ยมจัตุรัส เลือกคำสั่ง Transform เลือกคำสั่งย่อย Rotate กำหนดมุม เพื่อหมุนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส (ในที่นี้กำหนดมุม 45 องศา) เลือก OK รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสจะหมุนตามมุมที่กำหนด ดังภาพ

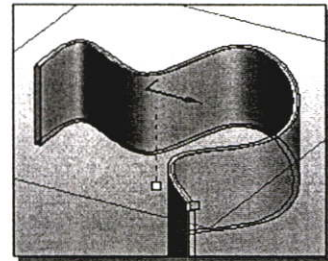
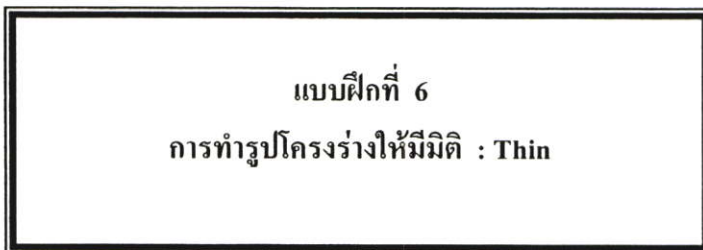
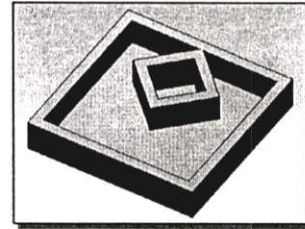
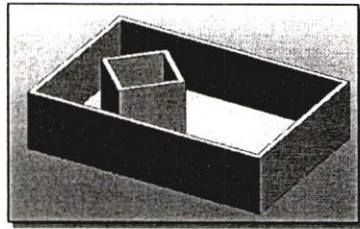


3. กดปุ่ม Shift เลือกรูปสี่เหลี่ยมและรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ใช้คำสั่ง Extrude Profile กำหนดความหนา เลือกแบบ Below Workplane เลือก OK





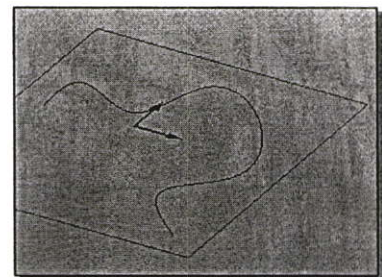
4. ใช้คำสั่ง Select Faces แล้วเลือกด้านที่ต้องการให้โปร่งใส (ในที่นี้เลือกด้านบน ด้านที่ถูกเลือกจะปรากฏสีต่างจากด้านอื่น) หลังจากนั้นเลือกคำสั่ง Feature > Shell solids  แล้วกำหนดความหนาของรูป เลือก OK


5. ภาพที่สร้างเสร็จแล้ว จะปรากฏ ดังนี้

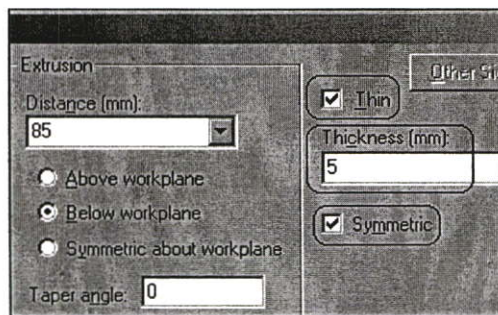


ขั้นตอนการสร้าง

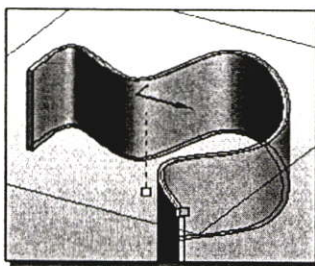
1. คลิกที่  เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ ลากเส้นโดยใช้เครื่องมือ ลากเส้นโค้งอิสระ  (Spline) ดังภาพ
2. คลิกเส้นที่สร้างขึ้นให้ active (ปรากฏเป็นเส้นสีแดง)



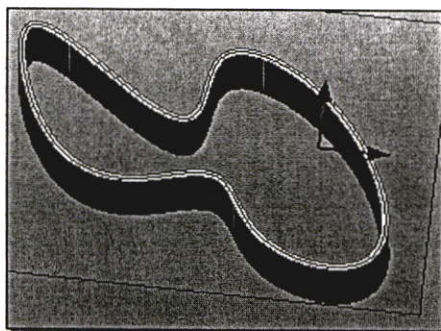
3. คลิกที่  เพื่อเรียกใช้คำสั่ง Extrude จะเกิดจุดสี่เหลี่ยมตรงกลางรูป drag mouse ให้ยืกลง เพื่อกำหนดค่า Distance และความหนา (Thin) ตามต้องการ ต่อมาเลือก Below Workplane กำหนดมุมใน taper angle ตามความต้องการ แล้ว เลือก Symmetric (ดังภาพ) เสร็จแล้วเลือก OK



จะปรากฏภาพดังนี้



นอกจากนี้อาจสร้าง profiles ที่มีรูปแบบอิสระอื่นๆ อีก โดยใช้คำสั่ง “Spline และ Thin” ดังภาพ




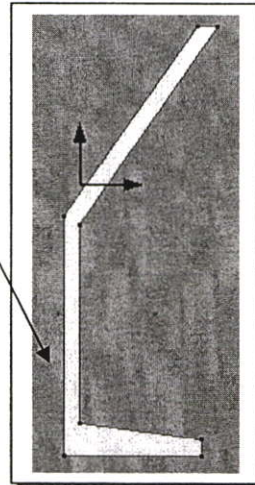
แบบฝึกที่ 7


การสร้างภาชนะรูปแก้ว : Revolve Profile



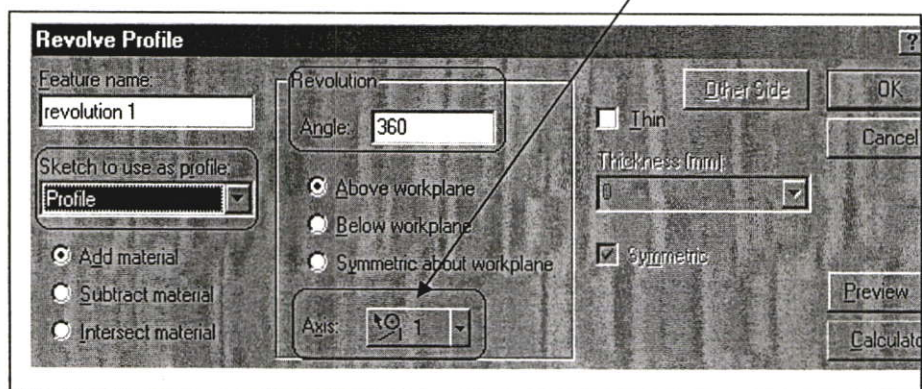
ขั้นตอนการสร้าง



1. คลิกที่  (New Design) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่
2. เลือก work plane ชนิด frontal หรือ lateral
3. เลือก work plane เลือก New Sketch
4. ใช้เครื่องมือเขียนเส้นตรง(Straight) วาดรูปโครงสร้างแก้ว ตามรูป เมื่อเส้นโครงร่างบรรจบกัน จะเกิดพื้นที่เป็นสีในพื้นที่ที่สร้างขึ้น
5. คลิกที่เส้นตรง ตรงศรชี้ เพื่อเป็นแกนสำหรับหมุน

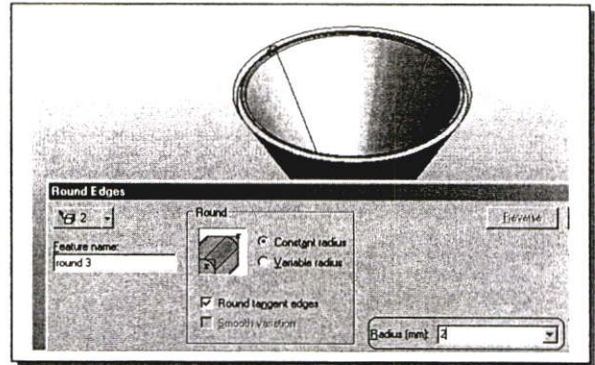


6. เมนู Feature > Revolve Profile 

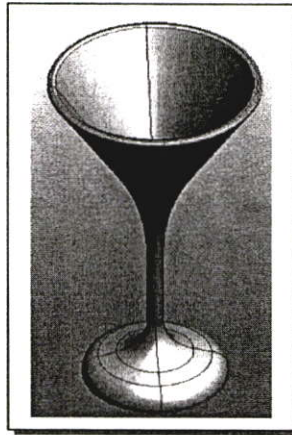
ที่ Axis เลือก line จากเมนูนี้
จากนั้นคลิก OK



7. ทำการลบมุมแก้ว ดำเนินการดังนี้
8. ใช้เครื่องมือ Select Edges  คลิกบริเวณขอบแก้วเพื่อทำการลบมุม (เลือกตำแหน่งลบมุม)
9. เลือกเครื่องมือลบมุม (Round Edges)  กำหนดลบมุม 2 mm คลิก OK

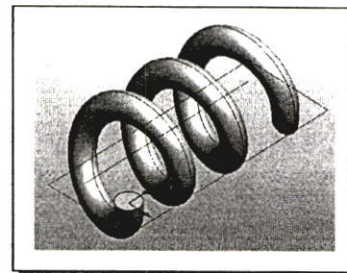


จะได้ดังรูป




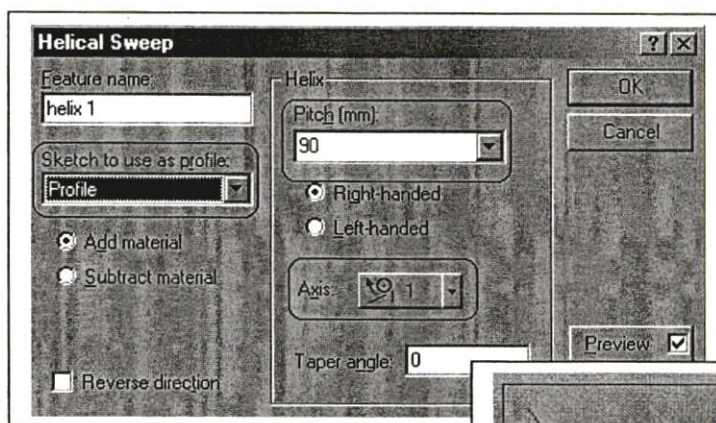
แบบฝึกที่ 8

การสร้างรูปทรงเกลียว (สปริง): Along Helix

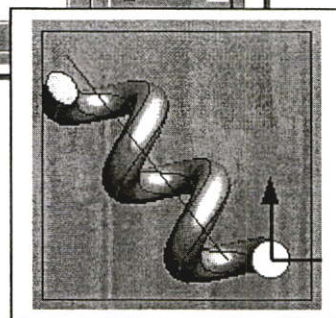


ขั้นตอนการสร้างชิ้นงาน

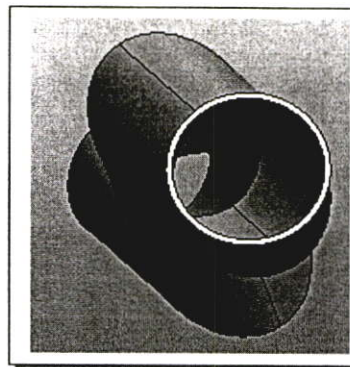
1. คลิกที่  เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ (New Design)
3. สร้างวงกลมตรงจุดเริ่มต้น โดยกดปุ่ม Shift (ได้วงกลมจริง ๆ)
4. สร้างเส้นตรงจากด้านกว้างของรูปสี่เหลี่ยมที่สร้างขึ้นจากด้านหนึ่งสู่ด้านหนึ่ง โดยกดปุ่ม Shift ค้างไว้ เพื่อให้ได้เส้นตรงจริง ๆ
5. คลิกเมาส์ขวาตรงเส้นที่สร้างขึ้น เลือก Toggle Construction เส้นจะเป็นเส้นประ
6. จากเมนู Feature > Sweep Profile > Along Helix
7. ใส่ระยะห่างระหว่างเกลียวที่ต้องการในช่อง Pitch(mm) OK (ข้อสังเกต ระยะห่างระหว่างเกลียวที่สร้างจะต้องมีขนาดยาวพอที่จะหมุนวนแกนกลางจากด้านหนึ่งสู่ด้านหนึ่ง หากมีระยะแคบเกินไป จะสร้างไม่ได้ เพราะเกลียวจะขบกัน ปรับให้ระยะห่างของเกลียวให้กว้างขึ้น)



8. เมื่อได้รูปเกลียวตามต้องการแล้ว สามารถปรับขนาดจำนวนรอบ โดยการเลื่อนปุ่มสี







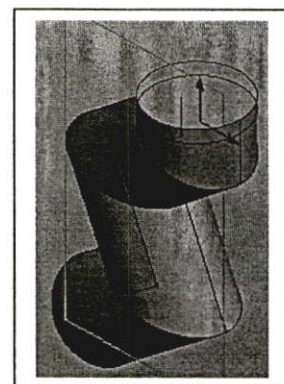
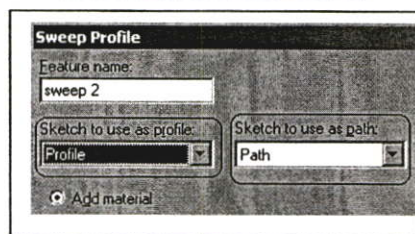
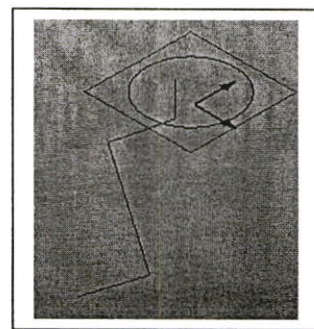
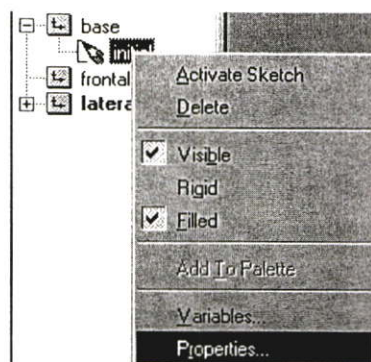
แบบฝึกที่ 9
การสร้างข้ออและเจาะรู



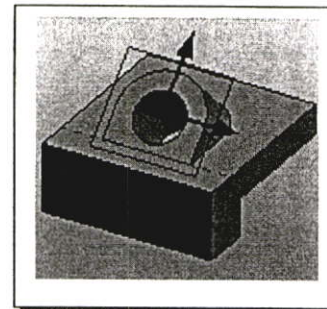
ขั้นตอนการสร้าง

Sweep Profile along Sketch Path: 





1. คลิกที่  (New Design) เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่
2. วาดวงกลมบน Base Workplane ตรงหน้าต่าง Object browser คลิกเมาส์ขวาที่ Initial ในช่อง properties เปลี่ยนชื่อเป็น Profile
3. เลือก  เลือก Workplane เป็น Lateral จากนั้นคลิกเมาส์ขวาที่ Lateral เลือก New Sketch จากนั้นเปลี่ยนชื่อจาก Sketch 1 เป็น Path คลิก OK ลากเส้นตรงตามรูป (หมายเหตุ : ค่าแกนนอนและแกนตั้งต้องทำมุมฉากกัน)
4. เลือก Feature > Sweep Profile > Along Sketch Path
5. ให้ตรวจสอบว่าชื่อในช่อง Sketch to use ในช่องซ้าย เป็น Profile และ ช่องขวาเป็น path ต้องถูกเลือกให้ตรงตามตัวอย่างในภาพ
6. คลิก OK จะได้ภาพข้อหักงอ ดังรูป
ทำการเจาะรูท่อโดย เลือก ปุ่ม  (Select face) ทั้งสองด้าน จากนั้นเลือก  (Shell Solid)
7. แล้วคลิก OK

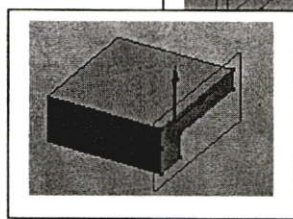
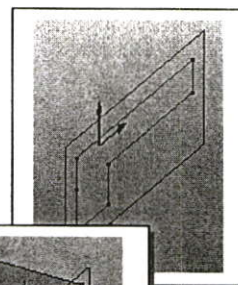


แบบฝึกที่ 10
การสร้างชิ้นส่วนของเครื่องจักร : Machined Part

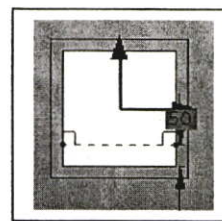


ขั้นตอนการสร้าง

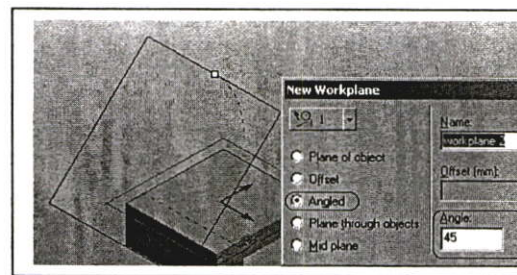
1. คลิกที่  เพื่อเปิดชิ้นงานใหม่ (New Design)
2. เลือก  (Select Workplane) เลือก Lateral Workplane > คลิกเมาส์ขวา > select New Sketch.
3. ลากเส้นบน Workplane ให้ครบวงรอบ ดังรูป
4. เลือกเครื่องมือ Extrude Profile > ใช้เมาส์ลากปุ่มเหลืองไปทางซ้ายให้ได้ภาพดังรูป คลิก OK
5. คลิก  (Select Faces) เลือกด้านบนของภาพ และคลิกเมาส์ด้านขวา (RMC) > เลือก New Sketch > เปลี่ยนชื่อ Profile > OK เลือก View onto Workplane 



6. ลากเส้นจากปุ่มซ้ายไปทางขวา โดยไม่ให้ชิดขอบทั้งสองด้าน (Line & Dimension it 50 away from bottom face) คลิกเมาส์ขวาวบริเวณเส้น เลือก Toggle Construction เส้นจะกลายเป็นเส้นประ ดังรูป

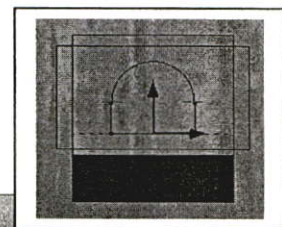



7. View Isometric
8. เลือก Workplane เลือก New Workplane > เปลี่ยนชื่อในช่อง name ว่า Profile เลือก Angled กำหนดองศาที่ Angle = 45 คลิก OK

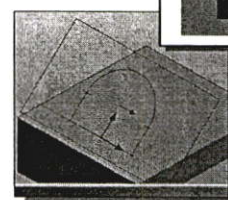


9. คลิกเมาส์ขวา เลือก New Sketch

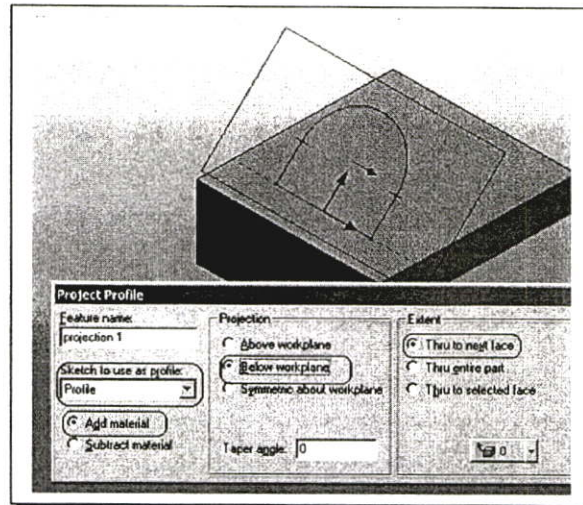
10. เลือกมุมมอง Workplane  และคลิกปุ่ม  เพื่อให้เห็นโครงร่าง ใช้รูปสี่เหลี่ยมและวงกลม สร้างให้เกิดภาพ ดังรูป ใช้เครื่องมือ  Delete Line Segment) ตัดเส้นที่ไม่ต้องการออก



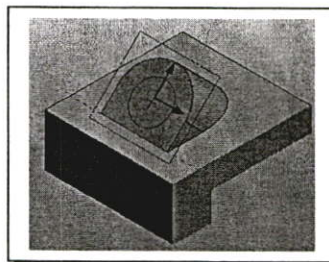
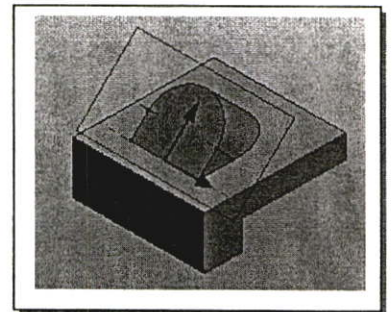
11. เลือกมุมมอง  (View Isometric) ให้เห็นมุมมอง ดังภาพ



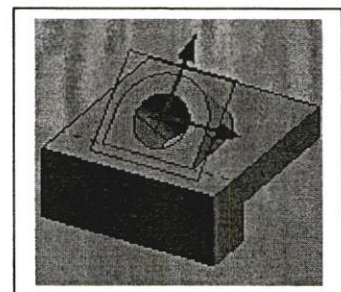
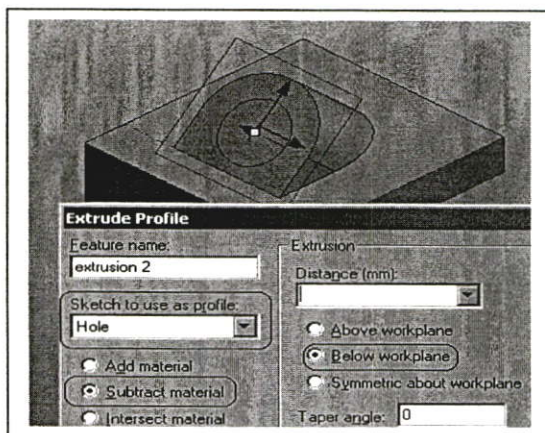
12. เลือกเมนู Feature เลือก Project Profile และกำหนดค่าตามรูป และคลิก OK



13. ใช้เครื่องมือ select face เลือกพื้นที่บริเวณ Profile face และคลิกเมาส์ขวา เลือก New Sketch ตั้งชื่อว่า Hole คลิก OK
14. วาดรูปวงกลม ตามรูป (Draw a Circle on the face)

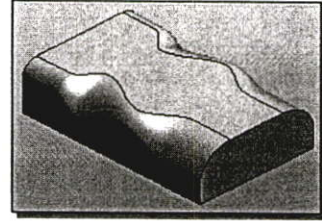


15. ใช้เครื่องมือ Extrude Profile > และกำหนดค่าความลึกของรูในช่อง Distance และคลิก OK จะได้ชิ้นงาน ตามรูป







แบบฝึกที่ 11

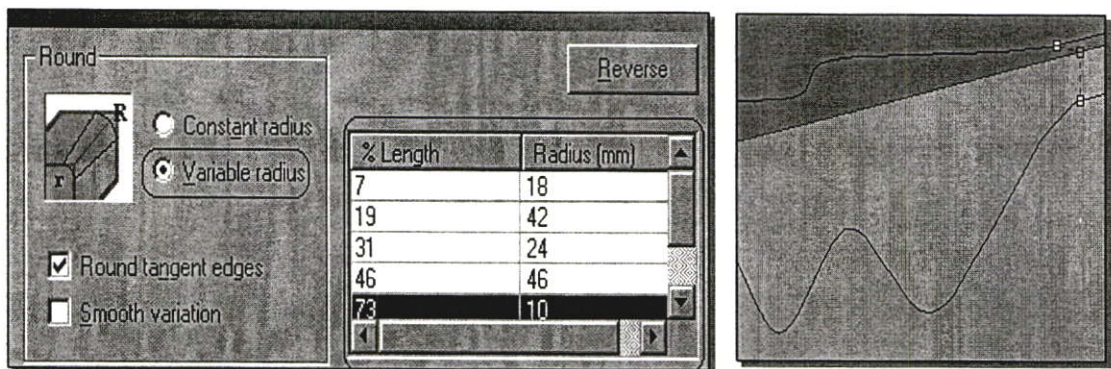
การตัดมุมวัตถุ : Round Edges Variable



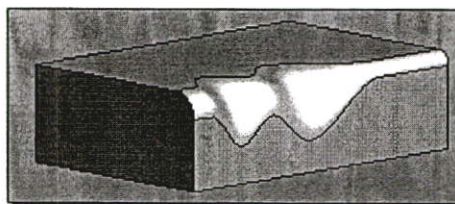
ขั้นตอนการสร้าง

การใช้คำสั่ง Round Edges แบบนี้เป็นการตัดมุมที่มีลักษณะมนกลม ไม่เป็นรูปเหลี่ยม และสามารถสร้างความโค้งเว้าได้ตามต้องการ

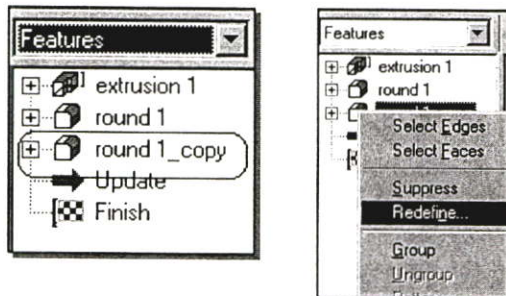
1. คลิก  เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ วาดรูปสี่เหลี่ยมสร้างรูปทรงเหลี่ยม คลิกที่  (Feature แบบ Extrude Profile) กำหนดขนาด
2. คลิกที่  (Select edges) เลือกด้านใดด้านหนึ่งของรูป > คลิก  Round edges
3. เลือก Variable radius แล้วกำหนด % Length และ Radius (ทั้งนี้ขนาดของ Radius ไม่ควรเกินขนาดของรูปเหลี่ยม เช่น กำหนดขนาดรูปเหลี่ยมเท่ากับ 3x2x6 นิ้ว ขนาดของ Radius ไม่ควรเกิน 2)



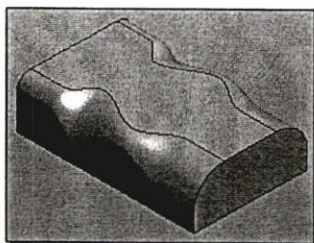
4. เลือก OK จะปรากฏผล ดังภาพ



5. หากต้องการสร้าง Edges เช่นเดียวกันนี้ สามารถทำได้ด้วยการใช้คำสั่ง  select faces ที่ด้านดังกล่าว แล้วใช้คำสั่ง copy  หลังจากนั้นใช้คำสั่ง select edges แล้วใช้คำสั่ง paste 

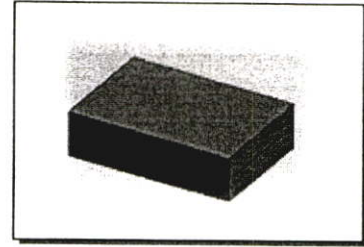


ซึ่งจะปรากฏผล ดังภาพ



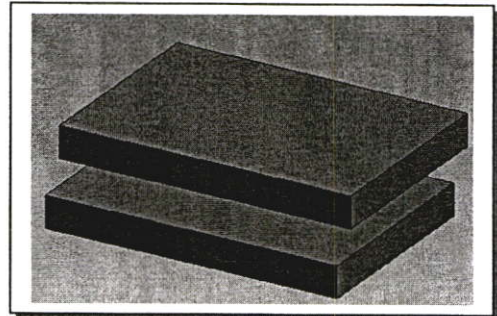
แบบฝึกที่ 12




การประกอบชิ้นงาน : Angular "Joining" of
Steel/Timber

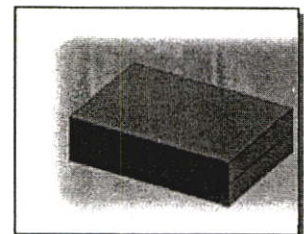


ขั้นตอนการสร้าง

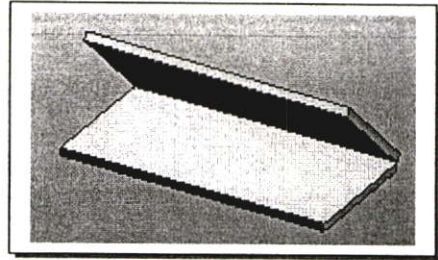
1. สร้างชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม (Steel/Timber)
2. เลือก Workplane ชนิด base คลิกขวาที่ Workplane เลือก new sketch
3. สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าบน Workplane
4. ใช้เครื่องมือ Extrude ยกชิ้นงานขึ้นให้มีความสูงพอประมาณ
5. บันทึกงานใช้ชื่อว่า Steel ปิดชิ้นงาน
6. เลือก New Design
7. ใช้เมนู Assembly > Add Component > choose part > คลิก OK
8. ใช้เมนู Assembly > Fix Component
9. ใช้เมนู Assembly > Add Component > choose part > คลิก OK
10. ชิ้นงานที่สองที่ Add เข้ามา จะทับกับชิ้นงานแรก ให้คลิกเมาส์ซ้ายที่ชิ้นงานค้างไว้แล้วยกชิ้นงานแยกออกจากกัน





11. ใช้เครื่องมือ Select face  เลือกด้านความสูงด้านยาวของชิ้นงานที่ 1 และกด Shift พร้อมกับเลือกความสูงด้านยาวของอีกชิ้นงานหนึ่ง
12. ไปที่เมนู Assembly > Align
13. ใช้เครื่องมือ Select face  เลือกด้านความสูงด้านกว้างของชิ้นงานที่ 1 และกด Shift พร้อมกับเลือกความสูงด้านกว้างของอีกชิ้นงานหนึ่ง
14. ไปที่เมนู Assembly > Align
15. ใช้เครื่องมือ Select face  เลือกด้านล่างของชิ้นงานบน และกด Shift พร้อมกับเลือกด้านบนของชิ้นงานล่าง
16. ไปที่เมนู Assembly > Mate

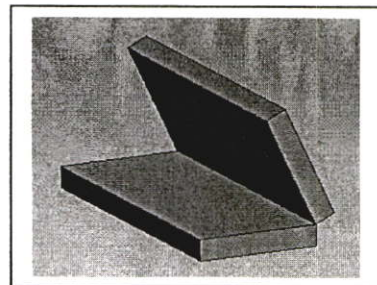
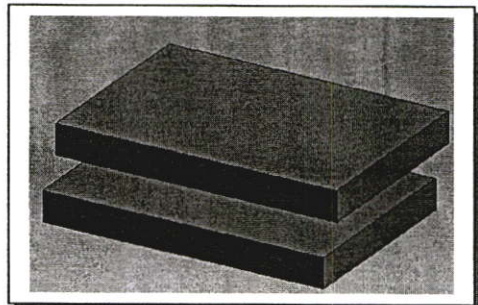


แบบฝึกที่ 13
การสร้างชิ้นงานลักษณะบานพับ

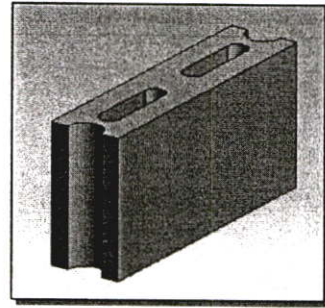


ขั้นตอนการสร้าง



1. สร้างชิ้นงานให้มีลักษณะเป็นแท่งสี่เหลี่ยม (Steel/Timber)
2. เลือก Workplane ชนิด base คลิกขวาที่ Workplane เลือก newsket
3. สร้างสี่เหลี่ยมผืนผ้าบน Workplane
4. ใช้เครื่องมือ Extrude ยกชิ้นงานขึ้นให้มีความสูงพอประมาณ
5. บันทึกงานใช้ชื่อว่า Steel ปิดชิ้นงาน
6. เลือก New Design
7. ใช้เมนู Assembly > Add Component > เลือกชิ้นงานชื่อ Steel > Open
8. ใช้เมนู Assembly > Fix Component
9. ใช้เมนู Assembly > Add Component > เลือกชิ้นงานใหม่ > Open
10. ชิ้นงานที่สองที่ Add เข้ามา จะทับกับชิ้นงานแรก ให้คลิกเมาส์ซ้ายที่ชิ้นงานค้างไว้แล้วยกชิ้นงานแยกออกจากกัน
11. ใช้เครื่องมือ Select face  เลือกด้านความสูงด้านกว้างของชิ้นงานที่ 1 และกด Shift พร้อมกับเลือกความสูงด้านกว้างของอีกชิ้นงานหนึ่ง
12. ไปที่เมนู Assembly > Align
13. ใช้เครื่องมือ Select Edges เลือกมุมด้านยาวของชิ้นงานบน และกด Shift พร้อมกับเลือกมุมด้านยาวของชิ้นงานล่าง
14. ไปที่เมนู Assembly > Center Axis
15. ใช้เครื่องมือ Select Parts  คลิกเมาส์ขวาจับบานด้านบนเปิดขึ้น จะได้ภาพดังรูปล่าง

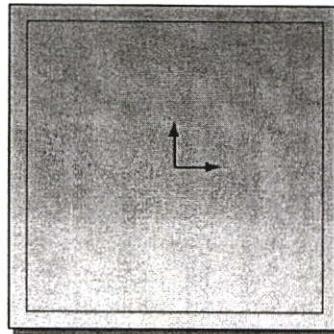


แบบฝึกที่ 14
การสร้างรูปแบบอิฐบล็อก

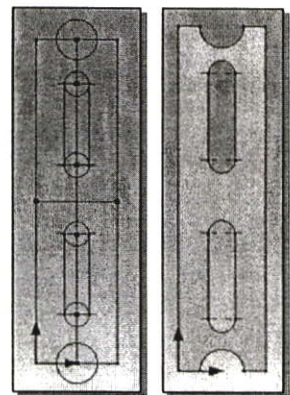
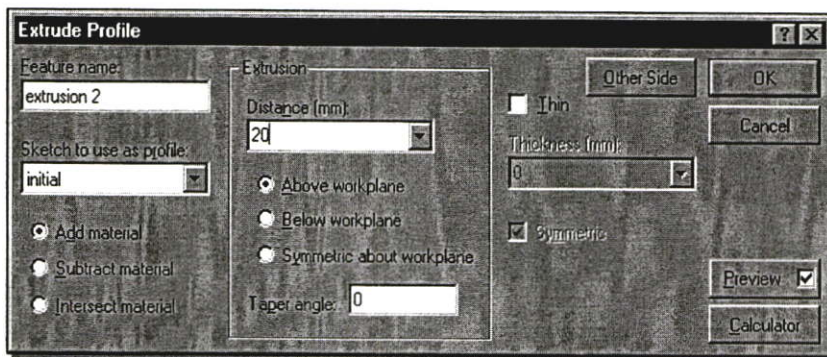


ขั้นตอนการสร้าง

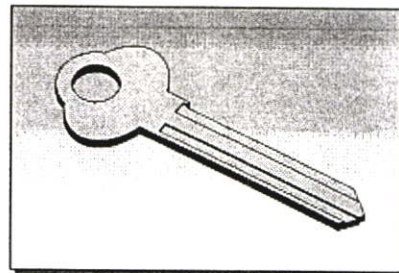
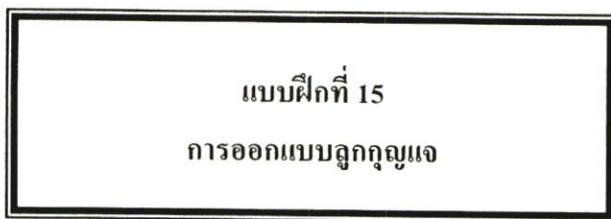
1. คลิก  (New Design) เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่ และเลือกมุมมอง  (onto workplanes) จะได้ภาพดังนี้



2. ใช้เครื่องมือ rectangle straight circle ใน design Toolbar และใช้เครื่องมือ Delete Line Segment ใน design Toolbar สร้างรูป ดังนี้
3. คลิกเลือก Extrude Profile และใส่ค่า Distance เท่ากับ 20

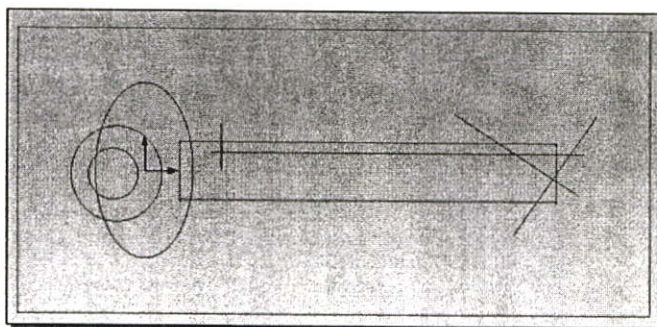


4. คลิกปุ่ม OK จะได้รูปตามต้องการ

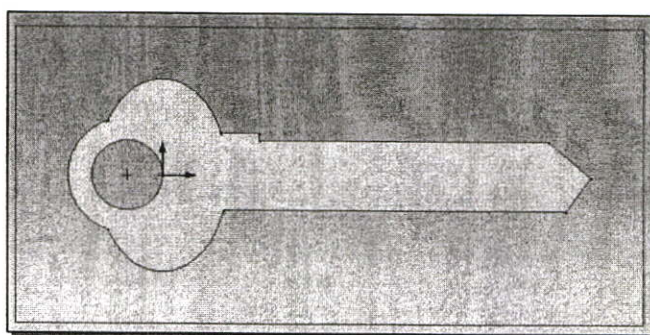


ขั้นตอนการสร้าง

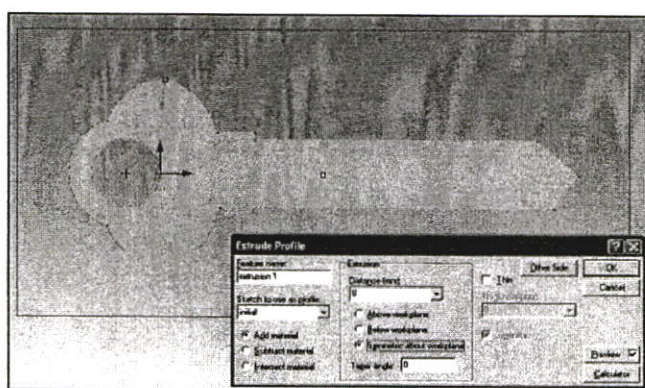
1. เลือก New design
2. สร้างรูปกุญแจแบบ base โดยใช้วงรี วงกลม สี่เหลี่ยม และเส้นตรง ดังรูป



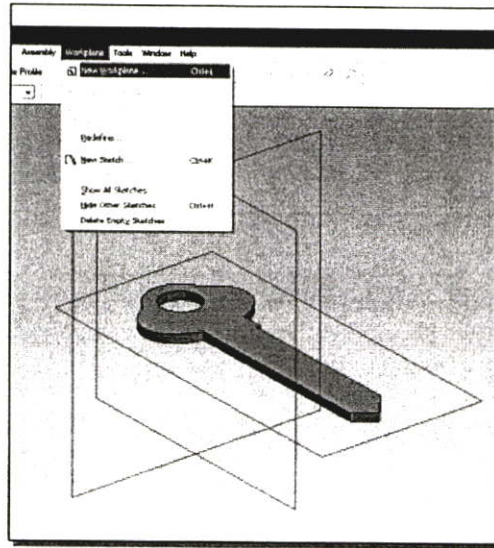
3. ใช้เครื่องมือตัด เส้นที่ไม่ต้องการ ดังรูป



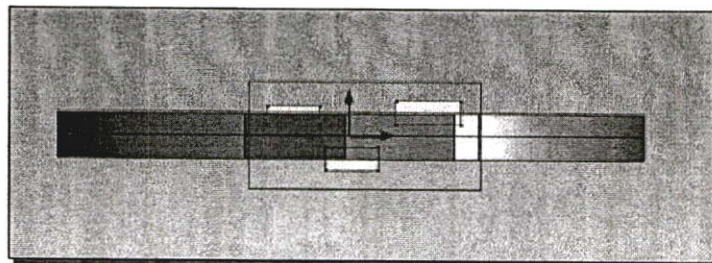
4. เลือก Extrude Profile จะขึ้นหน้าต่าง ให้กำหนดค่า เลือก Add material Distance(mm) เท่ากับ 8 และเลือก Symmetric about Workplanes



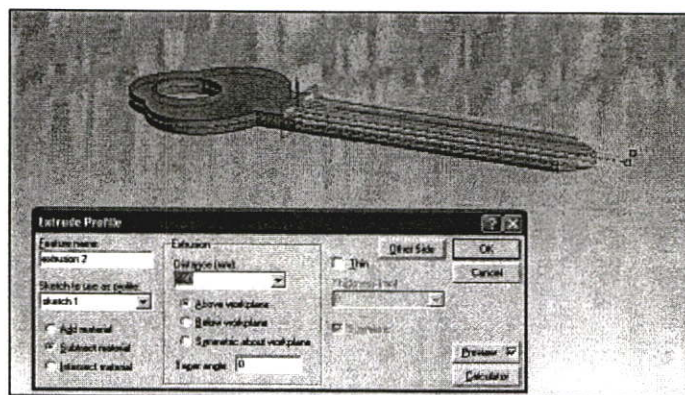
5. เลือก Frontal หรือ Lateral Workplanes ที่ตั้งฉากกับรูปทูลูกกุญแจแนวขวาง สร้าง Workplanes ใหม่ โดยไปที่เมนู Workplanes > New Workplanes เลื่อน Workplanes ใหม่ที่เกิดขึ้น มาไว้ในตำแหน่งที่ปลายทูลูกกุญแจ



6. เลือก Workplanes >New Sketch สร้างรูปทรงที่จะทำการเจาะอาจเป็นรูปสี่เหลี่ยม สามเหลี่ยม เป็นต้น ดังรูป (ควรเลือกมุมมองที่เห็นได้ชัด)

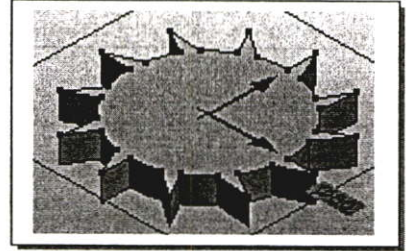


7. เลือก Extrude Profile จะขึ้นหน้าต่าง ให้กำหนดค่า เลือก Subtract material Distance(mm) เท่ากับ 200 หรือปรับตามความยาวของทูลูกกุญแจ และ เลือก Below Workplanes เลือก OK จะได้ภาพตามต้องการ





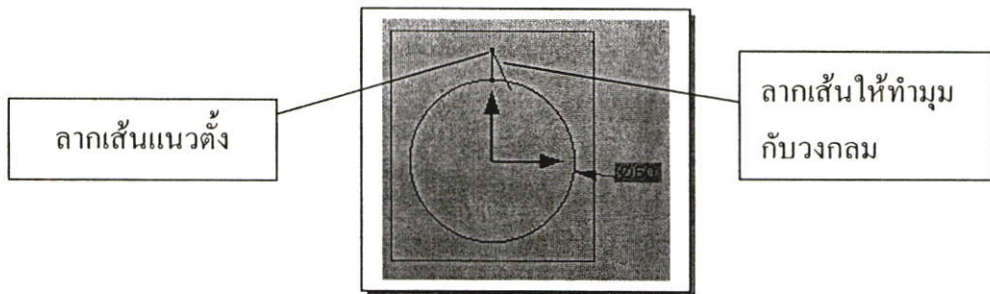
แบบฝึกที่ 16

การสร้างรูปทรงเกียร์อย่างง่าย (Gear Simple)



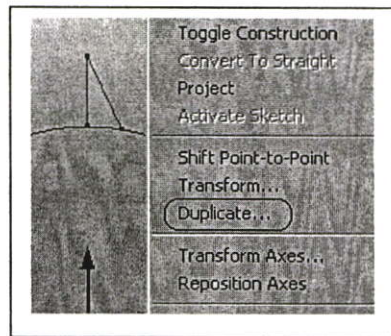
ขั้นตอนการสร้าง

1. คลิกที่ New Design เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่
2. วาดวงกลม บน Base Workplane โดยให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง = 60
3. ใช้ Auto scale  เพื่อให้มองเห็นขนาดที่ออกแบบ
4. ภาพที่ปรากฏบน Workplane  เป็นภาพระนาบเดียวของวัตถุ

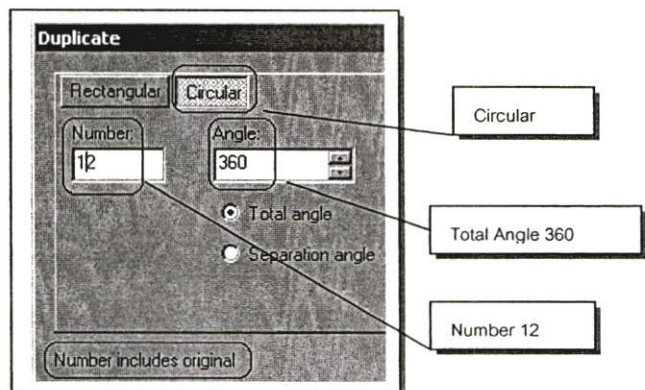


5. วาดรูปทรงของเกียร์

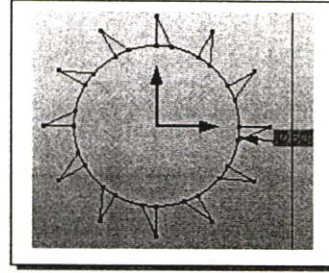
6. เลือก Both Line




7. คลิกเมาส์ปุ่มขวา เลือก > Duplicate และตั้งค่าตามภาพ

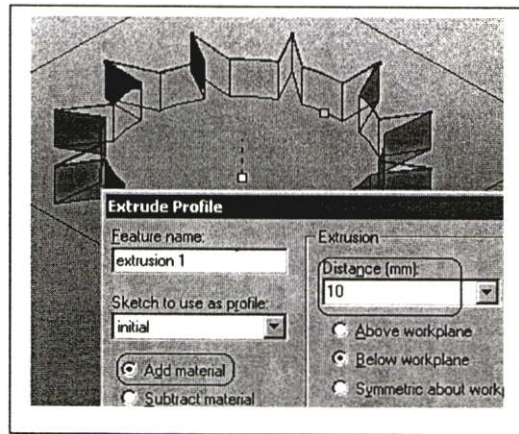


8. คลิกปุ่ม > OK จะได้ภาพตามนี้
ใช้เครื่องมือตัดเส้นที่ไม่ต้องการ

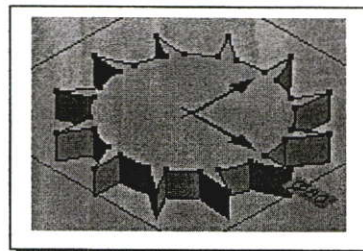


- 9.. คลิกปุ่ม Isometric 

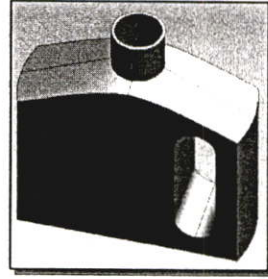
10. คลิกปุ่ม Extrude Profile 
คลิกปุ่ม > OK



จะได้ชิ้นงานดังรูป

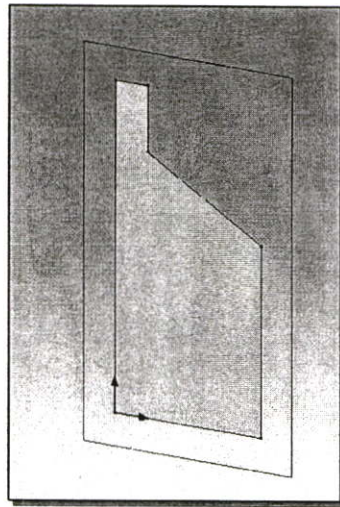


แบบฝึกที่ 17
การสร้างแกสตอนพร้อมที่จับแบบเจาะ

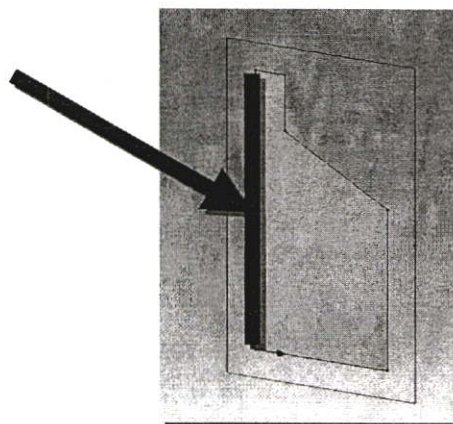


ขั้นตอนการสร้าง

1. เลือก New Design เพื่อสร้างชิ้นงานใหม่
2. เลือก workplane -> frontal แล้วคลิกที่เมนู workplane -> New Sketch



3. วาดภาพขวัดตามตัวอย่างในภาพ
4. คลิกที่เส้นขอบด้านซ้าย ซึ่งติดกับแกนของภาพ



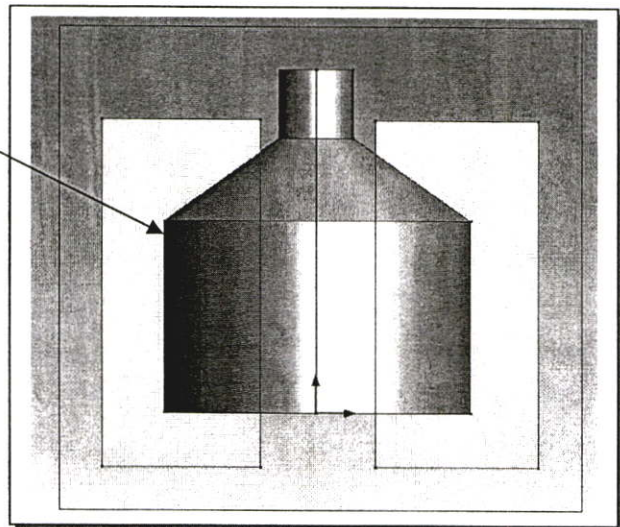
5. เลือกเมนู Feature -> Revolve Profile -> OK จะได้ผลลัพธ์ตามภาพ



6. คลิกที่ปุ่ม Select Workplane เลือก Lateral Workplane คลิกที่เมนู Workplane -> New Sketch

7. คลิกที่เมนู View -> goto -> Onto Workplane

8. วาดภาพสี่เหลี่ยม 2 ภาพ เหมือนใน
ภาพ

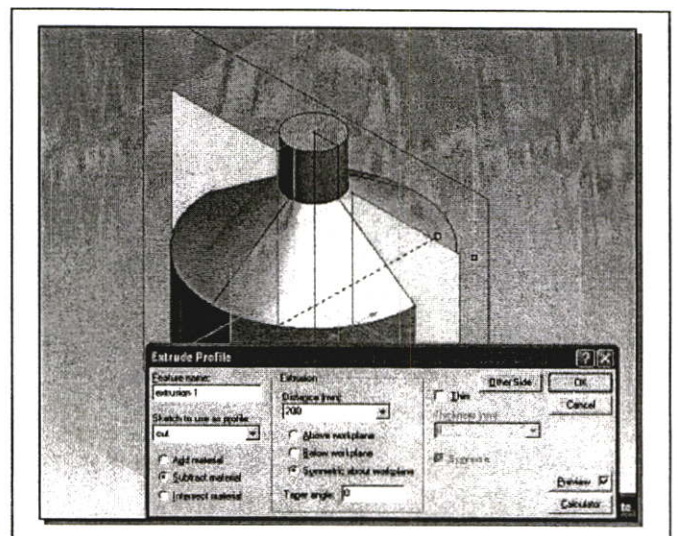


9. คลิกที่เมนู View-> goto ->
Isometric

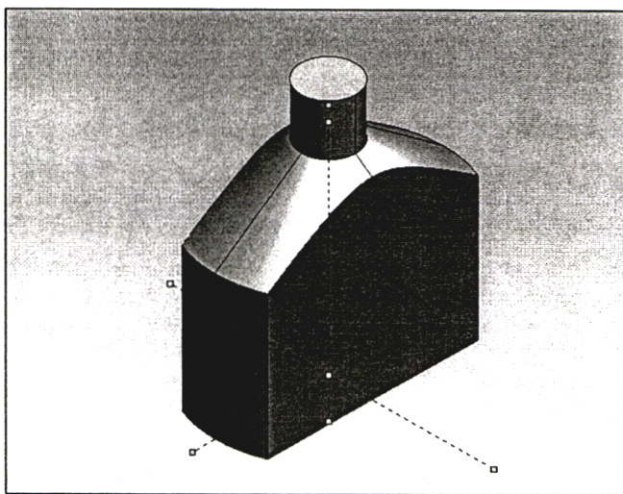
10. คลิกที่เมนู Feature -> Extrude Profile...
แล้วกำหนดตัวเลือกดังนี้

1. Distance = 200
2. Subtract material
3. Symmetric about workplane

เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK



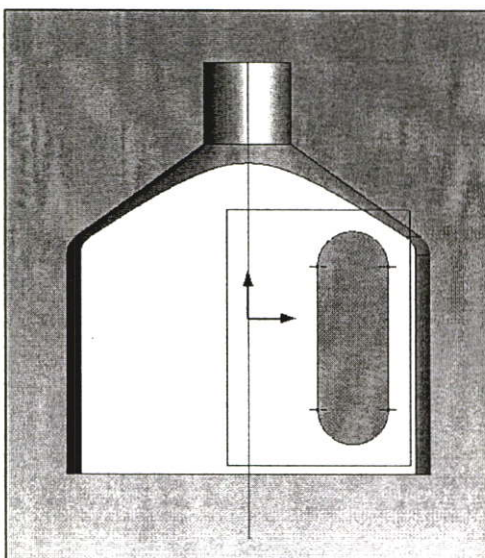
11. จะได้ผลลัพธ์ดังนี้



12. คลิกที่ปุ่ม Select Face แล้วคลิกด้านที่ตัดออกมาด้านหนึ่ง หลังจากนั้น เลือกเมนู Workplane -> New Sketch

13. คลิกที่เมนู View -> goto -> Onto Workplane

14. วาดภาพวงกลม 2 วง ที่มีขนาด 30 ลากเส้นที่เชื่อมต่อระหว่าง วงกลม 2 วง ทั้ง 2 ด้าน เพื่อให้เกิดเป็นภาพวงรี



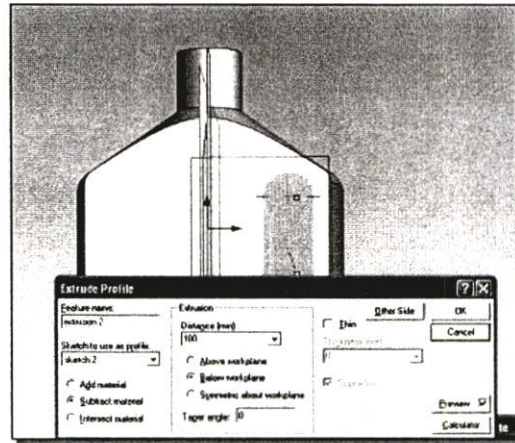
15. คลิกที่เมนู Feature -> Extrude Profile แล้วกำหนดตัวเลือกดังนี้

Distance = 100

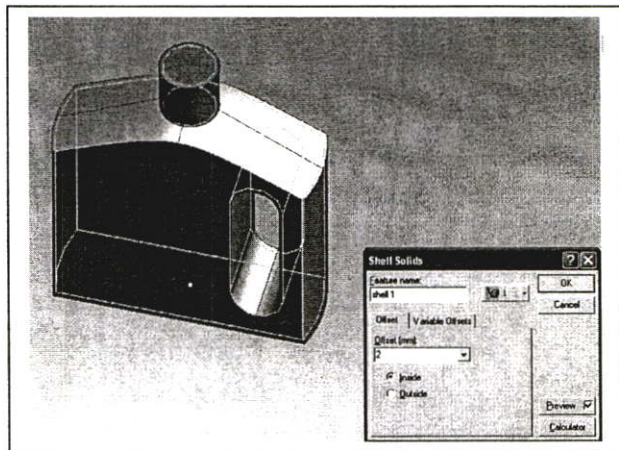
Subtract material

Below workplane

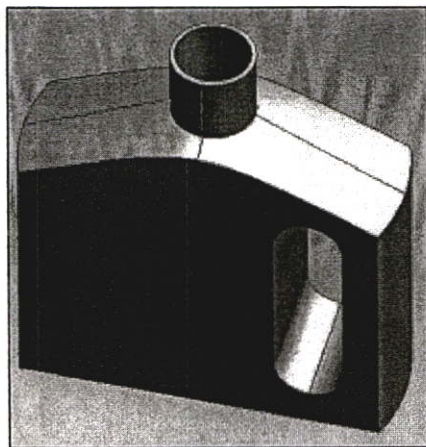
เสร็จแล้วคลิกที่ปุ่ม OK



16. คลิกที่ปุ่ม Select Face เลือก ด้านบนสุดของชิ้นงาน -> เลือกเมนู Feature -> Shell Solid แล้วกำหนดตัวเลือก offset (mm) = 2 -> OK



17. จะได้ชิ้นงานที่สำเร็จดังภาพ



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - สกุล	นายฉานนุตม์ อินทสุวรรณ
วัน เดือน ปี เกิด	23 สิงหาคม 2524
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลมหาราชนครราชสีมา
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	28 ถ.เดชอุดม 14 ต.ในเมือง อ.เมืองนครราชสีมา จังหวัดนครราชสีมา 30000
ประวัติการศึกษา	<ul style="list-style-type: none"> - อนุบาล โรงเรียนบวร - ประถมศึกษา โรงเรียนสุขานารี - มัธยมศึกษา โรงเรียนราชสีมาวิทยาลัย - ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน (สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตภาคตะวันออกเฉียงเหนือ นครราชสีมา) - ปริญญาตรี ปีการศึกษา 2546 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาควิชา วิศวกรรมศาสตร์วิศวกรรม สาขา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง - ปริญญาโท ปีการศึกษา 2551 วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษาทางการอาชีวศึกษาและเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง