

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

A DEVELOPMENT OF MATHEMATICS COMPUTER ASSISTED
INSTRUCTION FOR REMEDIAL IN LINEAR PROGRAMMING
FOR MATTAYOMSUKSA 5 STUDENTS

อนุกิต โฉมงาม
ANUCHIT CHOMNGAM

วิทยาลัยเกษตรและเทคโนโลยีสุพรรณบุรี
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1223-7

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน
เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

A DEVELOPMENT OF MATHEMATICS COMPUTER ASSISTED
INSTRUCTION FOR REMEDIAL IN LINEAR PROGRAMMING
FOR MATTAYOMSUKSA 5 STUDENTS

อนุชิต โฉมงาม
ANUCHIT CHOMNGAM

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาการศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2547

ISBN 974-15-1228-7

**A DEVELOPMENT OF MATHEMATICS COMPUTER ASSISTED
INSTRUCTION FOR REMEDIAL IN LINEAR PROGRAMMING
FOR MATTAYOMSUKSA 5 STUDENTS**

ANUCHIT CHOMNGAM

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF SCIENCE IN SCIENCE EDUCATION (COMPUTER)
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG**

2004

ISBN 974-15-1228-7

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา
คณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

นักศึกษา

นายอนุชิต โฉมงาม

รหัสประจำตัว

42064257

ปริญญา

วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต

สาขาวิชา

การศึกษาวิทยาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)

พ.ศ.

2547

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม

ผศ.ดร.รวิวรรณ เทนอิสสระ

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพใน
วิชาคณิตศาสตร์เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 และ
เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มตัวอย่างของการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 20
คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่ายด้วยวิธีจับสลากจากประชากรที่เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียน
ที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา
สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา เขต 1 สำนักงานคณะกรรมการการศึกษา
ขั้นพื้นฐาน

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง
กำหนดการเชิงเส้น จำนวน 15 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ระหว่าง 0.20 - 0.78 ค่าอำนาจจำแนก
อยู่ระหว่าง 0.20 - 0.54 และ ค่าความเชื่อมั่นเป็น 0.72

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการวิจัยครั้งนี้ ใช้เกณฑ์ 70/70
และใช้ The Wilcoxon Signed Ranks Test ในการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผลการวิจัย พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
มีประสิทธิภาพ 72.50/71.67

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญ
ทางสถิติที่ระดับ .01

Thesis Title	A Development of Mathematics Computer Assisted Instruction for Remedial in Linear Programming for Mattayomsuksa 5 Students
Student	Mr. Anuchit Chomngam
Student ID.	42064257
Degree	Master of Science
Programme	Science Education (Computer)
Year	2004
Thesis Advisor	Assistant Professor Dr.Wilaiporn Worrachittanont
Thesis Co-Advisor	Assistant Professor Dr.Rawiwan Tenissara

ABSTRACT

The purposes of this research were to develop the efficient mathematics computer assisted instruction for remedial in Linear Programming for Mattayomsuksa 5 Students and to compare the mathematics achievement before and after learning by using the computer assisted instruction.

The population was Mattayomsuksa 5 students, during the first semester, the academic year of 2004, at Donchimpleepittayakom School, Bangnamprideo, Office of the Basic Education Commission. The sample consisted of twenty students who were selected by employing simple random sampling technique.

Research instruments were the mathematics computer assisted instruction for remedial in Linear Programming and the achievement test in Linear Programming. The achievement test consisted of 15 items possessing the degree of difficulty ranging from 0.20 – 0.78 , the degree of discrimination between .20 – .54 and the reliability coefficient of 0.72.

To examine the efficiency of the computer assisted instruction, the 70/70 standard criterion was used. The Wilcoxon Signed Ranks Test was employed to compare the students' achievement before and after using the mathematics computer assisted instruction.

The results of this research revealed that

1. The efficiency of the computer mathematics assisted instruction for remedial in Linear Programming was 72.50/71.67.

2. The mathematics achievement of students after using the mathematics computer assisted instruction for remedial in Linear Programming was statistically higher than that of students before using the computer assisted instruction at .01 level.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์ได้ด้วยความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือจาก ผศ.ดร.วิไลพร วรจิตตานนท์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ ผศ.ดร.รวีวรรณ เทนอิสสระ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ที่ได้เสียสละเวลาให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีเสมอมา และช่วยตรวจสอบและแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ของเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย รวมทั้งแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จนทำให้สามารถจัดทำวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ รศ.ดร.รวีวรรณ ชินะตระกูล ผศ.ดร.เลิศลักษณ์ กลิ่นหอม ผศ.พีระวุฒิ สุวรรณจันทร์ คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำในการแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อให้วิทยานิพนธ์นี้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทความรู้ ตลอดจนข้อคิดต่าง ๆ อันก่อให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาค้นคว้า และเป็นแนวทางในการจัดทำวิทยานิพนธ์จนประสบความสำเร็จ

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.อำพล ธรรมเจริญ อาจารย์สุวิมล มั่นมงคล อาจารย์เพ็ญภา เจริญศิลป์ อาจารย์พิชัยชาญ ลำราญเวชพร อาจารย์วิโรจน์ อังกรวัฒนา อาจารย์สุนทร สร้อย เรืองศรี ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ช่วยตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในด้านเนื้อหาวิชา และแบบทดสอบ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์วสันต์ พัฒทวี อาจารย์นพวรรณ ธงเดชชัย และอาจารย์ศุภวิทย์ สงคง ซึ่งเป็นผู้ทรงคุณวุฒิ ช่วยตรวจสอบเครื่องมือการวิจัยในด้านเทคนิคการผลิตสื่อ

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพิพัฒน์ - คุณแม่สังัด โฉมงาม ผู้เป็นที่เคารพรักยิ่ง รวมทั้งพี่-น้อง ทุกคน ที่ได้ให้ความรัก ให้กำลังใจ ให้การสนับสนุน และช่วยเหลือทุกด้านตลอดมา

ขอขอบคุณ อาจารย์จิรวรรณ กิจจริยภูมิ ที่ได้ให้ความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล รวมทั้งนักเรียนโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม โรงเรียนบางน้ำเปรี้ยววิทยา และโรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สุวินทวงศ์ ที่ได้ให้ความร่วมมือในการเรียนและทำแบบทดสอบตลอดระยะเวลาดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม และเพื่อนครูที่ให้กำลังใจด้วยดีเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ทุนสนับสนุนการทำวิจัยครั้งนี้

ขอขอบคุณ คุณกรกฤษณ์ กระจ่าง คุณสุเมธ แซ่เอี้ยว ตลอดจนเพื่อนนักศึกษาปริญญาโท เอกคอมพิวเตอร์ รุ่น 7.2 และบุคคลที่ผู้วิจัยไม่ได้กล่าวไว้ที่นี่ ที่ให้การสนับสนุน ตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ และเป็นกำลังใจผู้วิจัยมาโดยตลอด

หนังสืออื่นใด คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์เล่มนี้ ขอมอบเป็นเครื่องบูชา
พระคุณแต่ คุณพ่อ คุณแม่ และ ครู - อาจารย์ ทุกท่าน ด้วยความเคารพอย่างยิ่ง

อนุชิต โฉมงาม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ	V
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	4
1.3 สมมติฐานของการวิจัย.....	4
1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย	4
1.5 ขอบเขตของการวิจัย.....	5
1.6 ข้อจำกัดในการวิจัย	6
1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย	6
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	8
2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)	8
2.2 นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา	13
2.3 การพัฒนาโปรแกรม.....	17
2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	20
2.5 โปรแกรม Macromedia Authorware.....	51
2.6 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	55
2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	61
3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	61
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย	61
3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล.....	71
3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล	72

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูลบทที่ 5 สรุปผลการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ.....	75
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	75
5.2 อภิปรายผลการวิจัย.....	76
5.3 ข้อเสนอแนะ	78
บรรณานุกรม	79
ภาคผนวก.....	85
ภาคผนวก ก ตัวอย่างแนวทางการดำเนินเรื่องของบทเรียน.....	86
ภาคผนวก ข ตัวอย่างสคริปต์บทเรียนและตัวอย่างบทเรียน	89
ภาคผนวก ค แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น.....	124
ภาคผนวก ง ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น จำแนกเป็นรายข้อ	133
ภาคผนวก จ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	135
ประวัติผู้เขียน.....	137

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงรูปร่างพื้นฐานในการเขียนผังงานของโปรแกรม	18
3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกไว้เกิน จำแนกตามจุดประสงค์	68
4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5	73
4.2 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.....	74
ง.1 แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น จำแนกตามรายชื่อ.....	134
จ.1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	136

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 แสดงการใช้เลขกำกับรูปร่างบนผังงานหยาบและผังงานย่อ	19
2.2 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแนวเส้นตรง	26
2.3 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง	26
2.4 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม	26
2.5 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ	27
2.6 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกรอบ	27
2.7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นเดินหลายทาง	28
2.8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบล้อมเสริมเดี่ยว	28
2.9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบล้อมเสริม	29
2.10 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบล้อมเสริมหลายกิ่ง	30
2.11 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่	30
2.12 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ	31
2.13 แสดงโครงสร้างการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	44
2.14 ส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม Macromedia Authorware	54
2.15 ส่วนประกอบของแถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา	56

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันข่าวสารมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตให้มีคุณภาพ และการพัฒนางานให้มีความก้าวหน้าและทันต่อเหตุการณ์ของบุคคลทุกระดับและทุกองค์การ การปฏิบัติงานต้องมีการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล ปัจจัยพื้นฐานในการตัดสินใจ คือ การใช้ประสบการณ์หรือสามัญสำนึกแก้ปัญหาที่มีลักษณะเหมือนกับที่เคยเกิดขึ้นมาก่อนแล้วซึ่งเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน การตัดสินใจที่จะให้ถูกต้องหรือมีความน่าเชื่อถือจำเป็นต้องอาศัยเครื่องมือเข้าช่วย เครื่องมืออย่างหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจอย่างมีเหตุผล คือ คณิตศาสตร์และสถิติ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2542 : 3) โดยอาศัยรูปแบบความคิดทางคณิตศาสตร์มาประยุกต์ใช้ ซึ่งจำเป็นต้องมีข้อมูลในระดับหนึ่งมาช่วยในการตัดสินใจ

คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจของมนุษย์ซึ่งเกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการ และเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา ความเจริญก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ ฯลฯ ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น (ยุพิน พิพิธกุล. 2524 : 1) ดังจะเห็นได้จากจุดประสงค์ของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ ที่ต้องการให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผลและใช้เหตุผลในการแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบชัดเจนและรัดกุม มีทักษะในการคิดคำนวณและนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา พร้อมทั้งตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ มีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และเป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ หรือในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 131)

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มีความสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาประเทศ เนื่องจากการเป็นการศึกษาที่เชื่อมต่อกับระดับอุดมศึกษา เป็นการพัฒนาผู้เรียนให้เป็นผู้มีความรู้ความสามารถ ความสนใจ และความถนัดของตน เพื่อนำไปประกอบอาชีพตามสภาพความเหมาะสมทางเศรษฐกิจและสังคมที่เปลี่ยนแปลงไปอยู่เสมอ

จากโครงสร้างหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ได้บรรจุวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเลือกเสรีในกลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ เพื่อส่งเสริมให้ท้องถิ่นสามารถพัฒนาปรับปรุงรายวิชาคณิตศาสตร์ได้เอง ทั้งนี้เพื่อให้นักเรียนได้เรียนในสิ่งที่สามารถนำไปพัฒนาชีวิต เศรษฐกิจ สังคมในแต่ละท้องถิ่น สนองความต้องการ ความถนัด ความสามารถ และพัฒนาได้สูงสุดตามศักยภาพของนักเรียนแต่ละคน

จากการประเมินผลการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) ของศูนย์พัฒนาหลักสูตร กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2538 : 55-86) พบว่า รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ มีเนื้อหามากเกินไป ไม่สัมพันธ์กับคาบเวลาทำให้

นักเรียนขาดการฝึกทักษะการคิดคำนวณ เพราะครูเร่งสอนเนื้อหาให้ทันและจบตามเวลาเรียน และจากรายงานสภาพการพัฒนาศึกษาของกรมสามัญศึกษา (สำนักงานคณะกรรมการ การศึกษาแห่งชาติ. 2539 : 2-3) ตามแผนการพัฒนาศึกษา ศาสนา และวัฒนธรรม ระยะ ที่ 7 (พ.ศ. 2535-2539) ในด้านคุณภาพการศึกษา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและมัธยมศึกษาตอนปลาย ประมาณครึ่งหนึ่ง มีผลการเรียนต่ำกว่าระดับ 2.00 ซึ่งเกิดจากปัญหาการขาดแคลนสื่ออุปกรณ์ เทคโนโลยี และห้องปฏิบัติการ มีไม่เพียงพอและไม่ได้มาตรฐาน นอกจากนี้ จากรายงานการวิจัย พบว่า ครูคณิตศาสตร์บางส่วนสอนไม่ครบเนื้อหาตามหลักสูตร เพราะเวลาสอนไม่เพียงพอ เนื่องจากนักเรียนมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ต่ำ ซึ่งต้องใช้เวลามากในการทบทวนพื้นฐาน และอธิบายให้นักเรียนเข้าใจ (วรณัน ขุนศรี. 2539 : 44) ในบางโรงเรียนจำนวนนักเรียนใน ห้องมากเกินไป ครูดูแลไม่ทั่วถึง (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2540 : 7) ประกอบกับครู คณิตศาสตร์สอนหลายรายวิชา และต้องตรวจแบบฝึกหัดของนักเรียนจำนวนมาก ทั้งครูยังมีหน้าที่ อื่น ๆ ที่ทางโรงเรียนมอบหมายหลายอย่าง ทำให้ไม่มีเวลาสอนเสริมความรู้คณิตศาสตร์ให้แก่ นักเรียนนอกเวลาสอนปกติ (สมศักดิ์ ขจรเจริญกุล. 2539 : 77 ; กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2538 : 54)

ในการจัดการเรียนการสอนนั้น มุ่งที่จะให้ผู้เรียนทุกคนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ตาม เกณฑ์ที่กำหนด แต่เนื่องจากผู้เรียนแต่ละคนมีความสามารถ ความถนัด และความสนใจแตกต่างกัน จึงทำให้ผู้เรียนส่วนหนึ่งสามารถผ่านจุดประสงค์ได้โดยไม่ยาก ในขณะที่ผู้เรียนอีกส่วนหนึ่ง ต้องใช้เวลามากขึ้นหรือต้องใช้กลวิธีที่แตกต่างกันออกไปจึงจะสามารถผ่านจุดประสงค์เดียวกันได้ การสอนซ่อมเสริมเป็นวิธีการช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหาเหล่านี้ให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตาม จุดประสงค์การเรียนรู้ได้ (กรมวิชาการ. 2535 : 23) ปัญหานี้เกิดมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งวิชา คณิตศาสตร์ (ยุพิน พิพิธกุล. 2524 : 6)

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพนั้น ควรจัดกิจกรรมให้ นักเรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้การช่วยเหลือ คอยกระตุ้น ทำทนาย ให้ นักเรียนคิดและปฏิบัติเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่ม จนในที่สุดนักเรียนก็จะเกิดความคิดรวบยอด ในเนื้อหาและได้หลักการสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่อไปได้ (บรรลือศักดิ์ จานง. 2542 : 13) นอกจากนี้ การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ควรจัดให้มีความต่อเนื่องกันระหว่าง หลักสูตรในระดับมัธยมศึกษาตอนปลายกับระดับอุดมศึกษา เพราะธรรมชาติของวิชาคณิตศาสตร์ นั้น ในการเรียนเนื้อหาหนึ่งจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในเนื้อหาอื่น ๆ มาก่อน เช่น การที่จะ เรียนรู้ เรื่องระบบจำนวนจริง จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐาน เรื่อง การบวก การลบ การคูณ การหาร จำนวนเต็ม คำสัมบูรณ์ การแยกตัวประกอบ สมการและอสมการ ถ้าการจัดหลักสูตรคณิตศาสตร์ ไม่มีความต่อเนื่องกันแล้ว จะก่อให้เกิดปัญหาในการจัดการศึกษาระดับที่สูงขึ้นไป อันเป็น การสูญเปล่าทางการศึกษา ที่ผู้เรียนไม่ได้ใช้ประโยชน์ในสิ่งที่ได้เรียนรู้มาและไม่ได้ตอบสนองต่อ จุดประสงค์ของหลักสูตรคณิตศาสตร์ที่ว่า “เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาที่ต้องใช้ คณิตศาสตร์หรือในการเรียนคณิตศาสตร์ขั้นสูง” (วรณัน ขุนศรี. 2539 : 36-37) และ

เนื่องจากวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เป็นนามธรรม เนื้อหาบางตอนก็ยากที่จะอธิบายให้เข้าใจได้ จึงต้องใช้สื่อการสอนเพื่อช่วยทำให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น

การใช้คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันเป็นไปอย่างกว้างขวางและอำนวยความสะดวกอย่างมหาศาลในทุกวงการและสาขาวิชา โดยเฉพาะอย่างยิ่งได้มีการพยายามนำเอาคอมพิวเตอร์มาใช้ประโยชน์ต่อการเรียนการสอนในลักษณะโปรแกรมสำเร็จรูป ที่ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนและทบทวนได้ตลอดเวลา กระตุ้นให้เกิดความสนใจ ตลอดจนช่วยลดปัญหาการเรียนการสอนได้ ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาแก่นักเรียนที่มีพื้นฐานความรู้ไม่เท่ากัน นอกจากนี้ในวิชาที่นักเรียนทำความเข้าใจยาก เช่น ฟิสิกส์ และคณิตศาสตร์ คอมพิวเตอร์ช่วยได้ในการสร้างภาพจำลองให้นักเรียนทดลองและสังเกตผลที่เกิดขึ้นทำให้นักเรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น และแนวทางในการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในด้านการเรียนการสอนในประเทศไทยน่าจะเป็นการนำไปใช้สอนซ่อมเสริมหรือสอนทบทวนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้เรียนจะต้องสอบผ่านให้ได้ทุกวิชาตามข้อกำหนดของหลักสูตรนักเรียนคนใดสอบไม่ผ่านก็ต้องเข้ารับการสอนซ่อมเสริมให้ผ่านจนได้จึงจะจบหลักสูตร ดังนั้น การใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนการสอน นับวันจะมีบทบาทสำคัญยิ่งขึ้นตามสภาพการเรียนการสอนที่เปลี่ยนแปลงและตามสภาพแวดล้อมที่ครูคงจะไม่สามารถทำหน้าที่สอนซ่อมเสริมซ้ำแล้วซ้ำเล่าได้ แต่คอมพิวเตอร์สามารถทำได้อย่างมีประสิทธิภาพ

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสม (Multimedia) สามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี การมีภาพและเสียง ช่วยให้กระบวนการจำและการเรียกความทรงจำดีขึ้น การสร้างความคิดรวบยอดหรือสรุปเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีลักษณะที่สามารถโต้ตอบหรือมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้และในประการสำคัญสามารถใช้สื่อนี้กับผู้เรียนที่มีพื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันได้ ผู้เรียนสามารถกำหนดลำดับการเรียนรู้และเวลาในการเรียนรู้ได้ สามารถเลือกเนื้อหาการเรียนรู้ หรือข้ามเนื้อหาบางเนื้อหาที่เรียนรู้แล้วไปได้ (สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ, 2539 : 8-10)

สำหรับวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น (Linear Programming) เป็นเนื้อหาหนึ่งในรายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) โครงสร้างที่ 1 (สำหรับนักเรียนที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางคณิตศาสตร์) ซึ่งกำหนดการเชิงเส้นเป็นแขนงหนึ่งของคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อช่วยในการตัดสินใจเกี่ยวกับปัญหาทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ทำการตัดสินใจ วิธีการนี้ใช้ประยุกต์ในหลาย ๆ ด้าน เช่น ในวงการธุรกิจ อุตสาหกรรม เกษตรกรรมและการขนส่ง ทำให้ประหยัดงบประมาณค่าใช้จ่ายได้อย่างมหาศาล และกำหนดการเชิงเส้นเป็นเนื้อหาพื้นฐานที่สามารถนำไปใช้ในการศึกษาวิทยาการแขนงต่าง ๆ ซึ่งนับวันจะต้องอาศัยความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์หลายเรื่องเพิ่มขึ้นอีกมาก (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2536 : 214)

ในฐานะที่ผู้วิจัยเป็นครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า นักเรียนที่สอนมีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาและความคิดรวบยอด ประกอบกับสภาพปัญหาการเรียนการสอนและคุณสมบัติต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวแล้วข้างต้น ผู้วิจัยจึงเห็นว่า ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนบททวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม เพื่อเป็นแนวทางในการปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ให้บรรลุวัตถุประสงค์ของหลักสูตรและพัฒนาการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีคุณภาพยิ่งขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนบททวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนบททวน

1.3 สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนบททวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 70/70
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนบททวนสูงกว่าก่อนเรียน

1.4 กรอบแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

1.4.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ สุขเกษม อุยโต (2540 : 41) , Alessi and Trollip (1985 : 274-278) มาเป็นกรอบแนวคิดในการสร้าง ซึ่งมีขั้นตอนในการสร้างดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหารายละเอียดวิชา
2. สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 2.1 ออกแบบผังงาน
 - 2.2 เขียนแนวทางการดำเนินเรื่อง
 - 2.3 เขียนโปรแกรม

3. ดำเนินการทดลองและหาประสิทธิภาพ

3.1 ทำการทดลองรายบุคคล

3.2 ทำการทดลองกลุ่มเล็ก

1.4.2 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ผู้วิจัยได้นำแนวคิดของ Wilson (อ้างใน พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538 : 60-75) มาใช้เป็นกรอบแนวคิดในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยวัดพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัยเฉพาะในระดับ “ความเข้าใจ” และ “การนำไปใช้” ซึ่งเน้นชั้นย่อย ดังนี้

1. ความเข้าใจ

1.1 ชั้นความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง

1.2 ชั้นความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2. การนำไปใช้ในชั้นความสามารถในการแก้ปัญหารวมดา

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1.5.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

การวิจัยครั้งนี้ครอบคลุมประชากรและกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

1. ประชากร คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 45 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม จำนวน 20 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก

1.5.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย มีดังนี้

1. ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 1 คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

2. ตัวแปรที่ศึกษาตามวัตถุประสงค์การวิจัยข้อที่ 2 คือ

2.1 ตัวแปรอิสระ คือ การทบทวนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบ่งออกเป็นก่อนทบทวนและหลังทบทวน

2.2 ตัวแปรตาม คือ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

1.5.3 ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ ทำการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 5 คาบ เรียน ๆ ละ 30 นาที

1.5.4 เนื้อหาที่ใช้ในการทดลอง

เนื้อหาที่ใช้ในการทดลองในครั้งนี้ คือ เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) กระทรวงศึกษาธิการ

1.6 ข้อจำกัดในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ มีข้อจำกัดในเรื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคมมีคอมพิวเตอร์ จำนวน 20 เครื่อง ผู้วิจัยจึงทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 20 คน

1.7 นิยามศัพท์เฉพาะที่ใช้ในการวิจัย

เพื่อความเข้าใจที่ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย จึงกำหนดความหมายของคำต่างๆที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อสอนทบทวน หมายถึง บทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware โดยมีลักษณะเป็นโปรแกรมแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) ที่มีการนำเสนอกิจกรรมแบบแนวเส้นตรง (Linear Program) ซึ่งได้บรรจุเนื้อหา การทบทวน การทำกิจกรรมไว้ตามลำดับอย่างเหมาะสมดังนี้ คือ

1. กราฟของสมการและอสมการ
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. การเขียนกราฟของสมการจุดประสงค์และอสมการข้อจำกัด
4. การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

โดยนักเรียนจะเรียนบทเรียนไปตามลำดับขั้นตอน ผ่านทางจอภาพ และนักเรียนต้องตอบสนองต่อกิจกรรมต่าง ๆ ที่ปรากฏบนจอภาพผ่านทางแป้นพิมพ์ หรือเมาส์ (Mouse) ด้วยตนเอง โดยอาศัยเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นเครื่องช่วยสอน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่สอนบททบทวนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นและหาคุณภาพแล้ว โดยวัดความสามารถด้านพุทธิพิสัย 2 ระดับ คือ ระดับความเข้าใจในชั้น “ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง” และในชั้น “ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์” และระดับการนำไปใช้ในชั้น “ความสามารถในการแก้ปัญหารวมดา”

3. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ซึ่งคำนวณได้จากอัตราส่วนของคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ทำแบบทดสอบระหว่างเรียน กับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยในการทดสอบหลังเรียน ซึ่งการวิจัยครั้งนี้ตั้งเกณฑ์ไว้เป็น 70/70

70 ตัวแรก หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้อง จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียนรวมกัน

70 ตัวหลัง หมายถึง ค่าคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของจำนวนคำตอบที่นักเรียนตอบถูกต้องจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน

4. การทบทวน หมายถึง การทบทวนความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วของนักเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีการจัดลำดับเนื้อหาเรียงกันไป มีคำถามเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน และสามารถให้ผู้เรียนกลับไปเรียนบทเดิมหรือข้ามบทที่นักเรียนรู้แล้ว

5. นักเรียน หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ เป็นการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทบทวน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ซึ่งผู้วิจัยได้ศึกษา เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเด็นต่าง ๆ ต่อไปนี้

- 2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย วิชาคณิตศาสตร์
- 2.2 นวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา
- 2.3 การพัฒนาโปรแกรม
- 2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 2.5 โปรแกรม Macromedia Authorware
- 2.6 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
- 2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายได้กล่าวถึง หลักการ จุดหมาย และโครงสร้างไว้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2535 : 1-2)

2.1.1 หลักการ

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลายมีหลักการดังนี้

1. เป็นการศึกษาเพื่อเพิ่มความรู้และทักษะเฉพาะด้านที่สามารถนำไปประกอบอาชีพให้สอดคล้องกับภาวะเศรษฐกิจและสังคม
2. เป็นการศึกษาที่สนองต่อการพัฒนาอาชีพในท้องถิ่น หรือการศึกษาต่อ
3. เป็นการศึกษาที่ส่งเสริมการนำกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เหมาะสมไปใช้ในการพัฒนาคุณภาพชีวิต ท้องถิ่น และประเทศชาติ

2.1.2 จุดหมาย

การศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นการศึกษาที่มุ่งให้ผู้เรียนพัฒนาคุณภาพชีวิต และให้สามารถทำประโยชน์ให้กับสังคมตามบทบาทและหน้าที่ของตนในฐานะพลเมืองที่ดีตามระบอบการปกครองแบบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์เป็นประมุข โดยให้ผู้เรียนได้พัฒนาเชาวน์ปัญญา มีความรู้ และทักษะเฉพาะด้านตามศักยภาพ เห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ ร่วมพัฒนาสังคมด้วยแนวทางและวิธีการใหม่ ๆ และบำเพ็ญตนให้เป็นประโยชน์ต่อสังคม

ในการจัดการศึกษาตามหลักสูตรนี้ จะมุ่งปลูกฝังให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะดังต่อไปนี้

1. มีความรู้และทักษะในวิชาสามัญเฉพาะด้าน
2. มีความรู้เกี่ยวกับวิทยาการและเทคโนโลยี
3. สามารถเป็นผู้นำ และเป็นผู้ให้บริการชุมชนเกี่ยวกับสุขภาพอนามัยทั้งส่วนบุคคลและส่วนรวม
4. สามารถวางแผนแก้ปัญหาในชุมชนของตน
5. มีความภูมิใจในความเป็นไทย เสียสละเพื่อส่วนร่วม ให้ความช่วยเหลือผู้อื่นอย่างเท่าเทียมกัน
6. มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ และสามารถนำแนวทางหรือวิธีการใหม่ ๆ ไปใช้ในการพัฒนาชุมชนของตน
7. มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ และเห็นช่องทางในการประกอบอาชีพ
8. มีนิสัยรักการทำงาน เต็มใจในการทำงานร่วมกับผู้อื่น และมีทักษะในการจัดการ
9. เข้าใจสภาพและการเปลี่ยนแปลงของสังคมในประเทศและในโลก มุ่งมั่นในการพัฒนาประเทศตามบทบาทและหน้าที่ของตน ตลอดจนอนุรักษ์และเสริมสร้างทรัพยากร ศาสนา ศิลปะ วัฒนธรรมของประเทศ

2.1.3 โครงสร้าง

1. วิชาบังคับ จำนวน 30 หน่วยการเรียนรู้ ได้แก่ รายวิชาต่อไปนี้
 - 1.1 วิชาบังคับแกน จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้

ภาษาไทย	6	หน่วยการเรียนรู้
สังคมศึกษา	6	หน่วยการเรียนรู้
พลานามัย	3	หน่วยการเรียนรู้
 - 1.2 วิชาบังคับเลือก จำนวน 15 หน่วยการเรียนรู้

พลานามัย	3	หน่วยการเรียนรู้
วิทยาศาสตร์	6	หน่วยการเรียนรู้
พื้นฐานอาชีพ	6	หน่วยการเรียนรู้
2. วิชาเลือกเสรี เลือกเรียนอย่างน้อยจำนวน 45 หน่วยการเรียนรู้ ให้เลือกจากรายวิชาในกลุ่มวิชาต่าง ๆ ต่อไปนี้
 - 2.1 กลุ่มวิชาภาษา
 - ภาษาไทย
 - ภาษาต่างประเทศ
 - 2.2 กลุ่มวิชาสังคมศึกษา
 - 2.3 กลุ่มวิชาพัฒนาบุคลิกภาพ
 - พลานามัย
 - ศิลปะ

2.4 กลุ่มวิชาวิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

วิทยาศาสตร์

คณิตศาสตร์

2.5 กลุ่มวิชาอาชีพ

3. กิจกรรม ได้แก่กิจกรรมต่อไปนี้

3.1 กิจกรรมตามระเบียบกระทรวงศึกษาธิการว่าด้วยการจัดกิจกรรมในสถานศึกษา สังกัดกระทรวงศึกษาธิการ พ.ศ. 2532 จำนวน 1 คาบต่อสัปดาห์ต่อภาค

3.2 กิจกรรมแนะแนว และหรือกิจกรรมแก้ปัญหา และหรือกิจกรรมพัฒนาการเรียนรู้ จำนวน 2 คาบต่อสัปดาห์ต่อภาค

3.3 กิจกรรมอิสระของผู้เรียน

หมายเหตุ ผู้เรียนที่นับถือศาสนาพุทธ ให้เลือกเรียนรายวิชาพระพุทธศาสนา ในกลุ่มวิชาสังคมศึกษา ภาคเรียนละ 1 รายวิชา ตลอด 3 ปี

2.1.4 รายละเอียดเกี่ยวกับวิชาคณิตศาสตร์ในหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย กระทรวงศึกษาธิการ (2535 : 131) ได้กำหนดจุดประสงค์และโครงสร้างของหลักสูตรวิชาคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

2.1.4.1 จุดประสงค์

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในหลักการและโครงสร้างของคณิตศาสตร์ สามารถคิดอย่างมีเหตุผล และใช้เหตุผลแสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบชัดเจนและรัดกุม
2. เพื่อให้มีทักษะในการคิดคำนวณและนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหา
3. เพื่อให้ตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อวิชา

คณิตศาสตร์

4. เพื่อให้เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาที่ต้องใช้คณิตศาสตร์ หรือในการเรียนคณิตศาสตร์ชั้นสูง

2.1.4.2 โครงสร้าง

หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้กำหนดให้วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาเลือกเสรี มี 2 โครงสร้าง ดังนี้

โครงสร้างที่ 1

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนเน้นหนักทางคณิตศาสตร์ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

ค 011	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 012	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 013	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 014	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 015	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 016	คณิตศาสตร์	5 คาบ/สัปดาห์/ภาค	2.5 หน่วยการเรียนรู้

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์เพิ่มเติมจากรายวิชา ค 011 - ค 016 อาจเลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

ค 021	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 022	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 023	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 024	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 025	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 026	คณิตศาสตร์	1 คาบ/สัปดาห์/ภาค	0.5 หน่วยการเรียนรู้

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์เฉพาะด้านเพิ่มเติมจากรายวิชา ค 011° ค 016 อาจเลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

ค 031	คณิตศาสตร์	2 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.0 หน่วยการเรียนรู้
-------	------------	-------------------	----------------------

โครงสร้างที่ 2

สำหรับผู้ที่ต้องการเรียนคณิตศาสตร์พอเป็นพื้นฐาน ให้เลือกเรียนรายวิชาต่อไปนี้

ค 041	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 042	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 043	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 044	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 045	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้
ค 046	คณิตศาสตร์	3 คาบ/สัปดาห์/ภาค	1.5 หน่วยการเรียนรู้

หมายเหตุ สำหรับผู้ที่เลือกเรียนวิชาอาชีพและประสงค์จะเลือกเรียนคณิตศาสตร์ อาจเลือกเรียนคณิตศาสตร์ประยุกต์จากหมวดวิชาสัมพันธ์ หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

2.1.4.3 คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 013

กระทรวงศึกษาธิการได้บรรจุเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ไว้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ค 013 ซึ่งมีคำอธิบายรายวิชา (กระทรวงศึกษาธิการ. 2535 : 134) ดังนี้
ศึกษาความรู้พื้นฐานเบื้องต้น ฝึกทักษะการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และฝึกการแก้ปัญหาในเรื่อง ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม ลอการิทึมสามัญ ลอการิทึมฐานอื่น ๆ สมการเอกซ์โพเนนเชียลและสมการลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติและการประยุกต์ เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ กำหนดการเชิงเส้นเบื้องต้น เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา มีทักษะในการคิดคำนวณ การให้เหตุผล และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้เลือกเนื้อหาเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มาเป็นเนื้อหาในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

1. ขอบข่ายของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2538 : 186-187) กล่าวว่า กำหนดการเชิงเส้นเป็นวิธีการอย่างหนึ่งที่ใช้ในการตัดสินใจในการแก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดสรรทรัพยากรที่มีอยู่อย่างจำกัด เพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดแก่ผู้ทำการตัดสินใจ วิธีการนี้จะนำไปประยุกต์ใช้หลาย ๆ ด้าน เช่น ธุรกิจ อุตสาหกรรม เกษตรกรรม การผลิตและการขนส่ง เป็นต้น การแก้ปัญหาโดยวิธีการของกำหนดการเชิงเส้น อาศัยความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการสร้างแบบจำลองที่ใช้สมการและอสมการเชิงเส้นเพื่อหาคำตอบ ในการหาคำตอบนั้นสามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งอาจใช้วิธีการของเมตริกซ์ในการแก้ปัญหา และสามารถพัฒนาวิธีการนี้ไปสู่การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อแก้ปัญหาในที่สุด สำหรับการศึกษาเรื่องกำหนดการเชิงเส้นในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้เป็นการศึกษาขั้นพื้นฐานเท่านั้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อให้ผู้เรียนได้เห็นบทประยุกต์ของคณิตศาสตร์บ้าง ดังนั้นปัญหาที่ใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้นในระดับชั้นนี้ จะเน้นเฉพาะกรณีหาคำตอบโดยใช้กราฟของสมการเชิงเส้นและของอสมการเชิงเส้นที่มีตัวแปรสองตัว

2. ประเภทของปัญหาที่ใช้วิธีการกำหนดการเชิงเส้น

2.1 การมอบหมายงาน (Assignment) ปัญหาการมอบหมายงานนั้นจะเกี่ยวข้องกับการจัดคนหรือเครื่องจักร ให้ทำงานประเภทต่าง ๆ โดยแต่ละคนหรือแต่ละเครื่องจะทำงานเพียงประเภทเดียว โดยมีจุดประสงค์ของการกำหนดลักษณะดังกล่าวเพื่อให้ได้ผลที่ดีที่สุดหรือเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด

2.2 การผสมอาหาร (Blending) ปัญหาในเรื่องการผสมอาหารนั้นจะเกี่ยวข้องกับการหาส่วนผสมวัตถุดิบเพื่อให้สอดคล้องตามเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ระบุ วัตถุดิบชนิดหนึ่ง ๆ จะมีค่าใช้จ่ายในระดับหนึ่ง จุดประสงค์ของการดำเนินการนี้จึงมักจะเป็นการกำหนดว่าจะผสมในลักษณะใดเพื่อที่จะให้เสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด หรือให้ได้ผลดีที่สุด และเป็นไปตามเกณฑ์ต่าง ๆ ที่ต้องการด้วย

2.3 การวางแผนดำเนินการ (Planning and Scheduling) เป็นการตัดสินใจที่จะทำโครงการต่าง ๆ ในอนาคตเพื่อให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายที่ตั้งไว้ โดยมีข้อจำกัดในเรื่องของระยะเวลาในการทำโครงการนั้น ๆ โดยให้ผลประโยชน์สูงสุดหรือเสียค่าใช้จ่ายต่ำสุด

2.4 การจัดสรรทรัพยากร (Resource Allocation) ปัญหาการจัดสรรทรัพยากรส่วนมากจะมีโครงการที่ต้องตัดสินใจต่าง ๆ ซึ่งการดำเนินการของโครงการนี้ จะทำให้ทรัพยากรลดน้อยลง โครงการหนึ่ง ๆ จะส่งผลต่อจุดประสงค์ในปริมาณหนึ่ง จึงต้องการจัดสรรทรัพยากรที่มีอย่างจำกัดท่ามกลางโครงการเหล่านี้เพื่อให้ได้ผลประโยชน์ที่ดีที่สุด

2.5 การขนส่ง (Transportation) ปัญหาการขนส่งนั้นเป็นการขนส่งสินค้าหรือบริการจากแหล่งผลิตไปยังผู้บริโภคทั้งหลาย แหล่งผลิตแต่ละแหล่งต่างก็มีสินค้าเป็นปริมาณจำกัดและผู้บริโภคต่างก็มีความต้องการในระดับหนึ่ง นอกจากนี้ยังมีค่าใช้จ่ายต่อหน่วยที่แตกต่างกันไปในการขนส่งสินค้าจากแหล่งผลิตหนึ่งไปยังผู้บริโภคหนึ่ง ๆ ด้วย ดังนั้นปัญหาในลักษณะนี้จึงเป็นการหารูปแบบการขนส่งสินค้าที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายรวมต่ำสุดหรือเกิดประโยชน์สูงสุด โดยเป็นไปตามเงื่อนไขของการผลิตและการบริโภค

3. จุดประสงค์การเรียนรู้เรื่องกำหนดการเชิงเส้น

เมื่อนักเรียนศึกษาเนื้อหาเรื่องนี้แล้ว นักเรียนสามารถ

- 3.1 เขียนสมการจุดประสงค์ อสมการข้อจำกัด จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้
- 3.2 เขียนกราฟของสมการจุดประสงค์และอสมการข้อจำกัดได้
- 3.3 หาพิคตของจุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่ได้จากกราฟของสมการและอสมการได้
- 3.4 หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามเทคนิคของกำหนดการเชิงเส้นได้

2.2 นวัตกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา

สื่อการสอนนับว่าเป็นสิ่งที่มีบทบาทอย่างมากในการเรียนการสอนนับแต่ในอดีตจนถึงปัจจุบัน เนื่องจากเป็นตัวกลางที่ช่วยให้การสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้ผู้เรียนมีความเข้าใจความหมายของเนื้อหาบทเรียนได้ตรงกับผู้ที่สอนต้องการไม่ว่าสื่อนั้นจะเป็นรูปแบบใดก็ตาม ล้วนแต่เป็นทรัพยากรที่สามารถอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ได้ทั้งสิ้น ในการใช้สื่อการสอนนั้นผู้สอนจำเป็นต้องศึกษาถึงลักษณะเฉพาะ และคุณสมบัติของสื่อแต่ละชนิดเพื่อเลือกสื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์การสอนและสามารถจัดประสบการณ์การเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน โดยต้องมีการวางแผนอย่างเป็นระบบในการใช้สื่อด้วย ทั้งนี้เพื่อให้กระบวนการเรียนการสอนดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.2.1 ความหมายของสื่อการสอน

สื่อ (Medium, pl. Media) เป็นคำที่มาจากภาษาลาติน "Medium" แปลว่า "ระหว่าง" (Between) หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่บรรจุข้อมูลเพื่อให้ผู้ส่งและผู้รับสามารถสื่อสารกันได้ตรงตามวัตถุประสงค์ เมื่อมีการนำสื่อมาใช้ในการเรียนการสอน จึงเรียกว่า "สื่อการสอน" (Instructional Media) หมายถึง สื่อชนิดใดก็ตามไม่ว่าจะเป็นเทปบันทึกเสียง สไลด์ วิทยุ โทรทัศน์ วัสดุทัศน แผนภูมิ ภาพนิ่ง ฯลฯ ซึ่งบรรจุเนื้อหาเกี่ยวกับการเรียนการสอน สิ่งเหล่านี้เป็นวัสดุอุปกรณ์ทางกายภาพที่นำมาใช้ในเทคโนโลยีการศึกษา เป็นสิ่งที่ใช้เป็นเครื่องมือหรือช่องทางสำหรับการสอนของผู้สอนส่งไปถึงผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์หรือจุดมุ่งหมายที่ผู้สอนวางไว้ได้เป็นอย่างดี (กิดานันท์ มลิทอง. 2540 : 79)

2.2.2 ประเภทของสื่อการสอน

นักการศึกษาหลายท่านได้จำแนกสื่อการสอนตามประเภท ลักษณะและวิธีการใช้ไว้ดังนี้ De Kieffer ได้แบ่งสื่อการสอนออกเป็น 3 ประเภทตามลักษณะที่ใช้เรียกว่า "โสตทัศนอุปกรณ์" (Audio-Visual Aids) ได้แก่

1. สื่อประเภทใช้เครื่องฉาย (Projected Aids) ได้แก่ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เครื่องฉายสไลด์ เป็นต้น
2. สื่อประเภทไม่ใช้เครื่องฉาย (Nonprojected Aids) ได้แก่ รูปภาพ แผนภูมิ ของจริง ของจำลอง เป็นต้น
3. สื่อประเภทเครื่องเสียง (Audio Aids) ได้แก่ เครื่องบันทึกเสียง แผ่นเสียง วิทยุ เป็นต้น

Edgar Dale (1969 : 107) ได้จำแนกประสบการณ์การเรียนรู้เป็น 10 ชั้น โดยเรียงลำดับจากประสบการณ์ที่มีความเป็นรูปธรรมไปสู่ประสบการณ์ที่เป็นนามธรรมมากที่สุด ดังนี้

1. ประสบการณ์จริงหรือประสบการณ์ตรง (Direct Purposeful Experiences) เป็นประสบการณ์ชั้นที่เป็นรูปธรรมมากที่สุดโดยการให้ผู้เรียนรู้ได้รับประสบการณ์โดยตรงจากของจริง สถานการณ์จริง หรือด้วยการกระทำของตนเอง เช่น การจับต้องและการเห็น เป็นต้น
 2. ประสบการณ์จำลอง (Contrived Experiences) เป็นการเรียนรู้โดยการให้ผู้เรียนเรียนจากสิ่งที่ใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด ซึ่งอาจเป็นของจำลองหรือการจำลองก็ได้
 3. ประสบการณ์นาฏกรรมหรือการแสดง (Dramatized Experiences) เป็นการแสดงบทบาทสมมติหรือการแสดงละคร เพื่อเป็นการจัดประสบการณ์ให้แก่ผู้เรียนในเรื่องที่มีข้อจำกัดด้วยยุคสมัยเวลา และสถานที่ และเหตุการณ์ในประวัติศาสตร์หรือเรื่องราวที่เป็นนามธรรม เป็นต้น
 4. การสาธิต (Demonstrations) เป็นการแสดงหรือประกอบคำอธิบายเพื่อให้เห็นลำดับขั้นตอนของการกระทำนั้น
 5. การศึกษานอกสถานที่ (Field Trips) เป็นการให้ผู้เรียนได้รับและเรียนรู้ประสบการณ์ต่าง ๆ ภายนอกสถานที่เรียน อาจเป็นการเยี่ยมชมสถานที่ต่าง ๆ การสัมภาษณ์บุคคลต่าง ๆ เป็นต้น
 6. นิทรรศการ (Exhibitions) เป็นการจัดแสดงสิ่งของต่าง ๆ การจัดป้ายนิเทศ ฯลฯ เพื่อให้สาระประโยชน์และความรู้แก่ผู้ชม เป็นการให้ประสบการณ์แก่ผู้ชมโดยการนำประสบการณ์หลายอย่างผสมผสานกันมากที่สุด
 7. โทรทัศน์ (Television) โดยใช้ทั้งโทรทัศน์การศึกษาและโทรทัศน์การสอนเพื่อให้ข้อมูลความรู้แก่ผู้เรียนและผู้ชมที่อยู่ในห้องเรียนหรืออยู่ทางบ้าน และใช้ส่งได้ทั้งในระบบวงจรเปิดและวงจรปิดการสอนอาจจะเป็นการสอนสดหรือบันทึกลงวิดีโอทัศน์ก็ได้
- ภาพยนตร์ (Motion Pictures) เป็นภาพที่บันทึกเรื่องราวเหตุการณ์ลงบนฟิล์ม เพื่อให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ทั้งภาพและเสียงโดยใช้ประสาทตาและหู
8. ภาพนิ่งและการบันทึกเสียง (Still Picture and Recording) การบันทึกเสียงอาจเป็นทั้งในรูปของแผ่นเสียงหรือเทปบันทึกเสียง วิทยุเป็นสื่อที่ให้เฉพาะเสียง ส่วนภาพนิ่งอาจเป็นรูปภาพ สไลด์ โดยเป็นภาพวาด ภาพถ่าย หรือภาพเหมือนจริงก็ได้ ข้อมูลที่อยู่ในสื่อชั้นนี้จะเป็นประสบการณ์แก่ผู้เรียนที่ถึงแม้จะอ่านหนังสือไม่ออกแต่ก็จะสามารถเข้าใจเนื้อหาเรื่องราวที่สอนได้ เนื่องจากเป็นการฟังหรือดูภาพเท่านั้นไม่จำเป็นต้องอ่าน

9. ทศนสัญลักษณ์ (Visual Symbols) เช่น แผนที่ แผนภูมิ แผนสถิติ หรือเครื่องหมายต่าง ๆ ซึ่งเป็นสิ่งที่เป็นสัญลักษณ์แทนความเป็นจริงของสิ่งต่าง ๆ หรือข้อมูลที่ต้องการให้เรียนรู้

10. วจนสัญลักษณ์ (Verbal Symbols) เป็นประสบการณ์ขั้นที่เป็นนามธรรมมากที่สุด ได้แก่ ตัวหนังสือในภาษาเขียนและเสียงของคำพูดในภาษาพูด

ในทางเทคโนโลยีทางการศึกษา แบ่งประเภทของสื่อการเรียนการสอนออกเป็น 3 ประเภท คือ (สวัสดี วันภุษา. 2533 : 10)

1. สื่อประเภทวัสดุ (Software) หมายถึง สื่อที่เก็บความรู้ไว้ในตัวเอง ซึ่งจำแนกย่อยได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

1.1 วัสดุประเภทที่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเองโดยไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่นช่วย เช่น แผนที่ ลูกโลก รูปภาพ หุ่นจำลอง ฯลฯ

1.2 วัสดุประเภทที่ไม่สามารถถ่ายทอดความรู้ได้ด้วยตัวเองจำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์อื่น ๆ ช่วย เช่น แผ่นเสียง फिल्मภาพยนตร์ สไลด์ ฯลฯ

2. สื่อประเภทอุปกรณ์ (Hardware) หมายถึง สิ่งที่เป็นตัวกลางหรือตัวผ่านทำให้ข้อมูลหรือความรู้ที่บันทึกในวัสดุสามารถถ่ายทอดออกมาให้เห็นหรือได้ยิน เช่น เครื่องฉายแผ่นโปร่งใส เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์ เครื่องเล่นแผ่นเสียง เป็นต้น

3. สื่อประเภทเทคนิคและวิธีการ (Techniques and Methods) หมายถึง สื่อที่มีลักษณะเป็นแนวความคิดหรือรูปแบบขั้นตอนในการเรียนการสอน โดยสามารถนำสื่อวัสดุและอุปกรณ์มาใช้ช่วยในการสอนได้ เช่น เกมและการจำลอง การสอนแบบจุลภาค การสาธิต เป็นต้น

นอกจากนี้ สื่อการเรียนการสอนสามารถจำแนกได้ตามลักษณะประสาทการรับรู้ของผู้เรียน ดังนี้ (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 2543 : 19)

1. สื่อที่เป็นภาพ (Visual Media)

1.1 ภาพที่ไม่ต้องฉาย (Non-Projected) ได้แก่ ภาพบนกระดานดำ ภาพจากแผ่นภาพ ภาพจากหนังสือและสิ่งพิมพ์ต่าง ๆ

1.2 ภาพที่ต้องฉาย (Projected) ได้แก่ ภาพจากเครื่องฉายภาพข้ามศีรษะ เครื่องฉายสไลด์ เครื่องฉายภาพยนตร์หรือวีดิทัศน์

2. สื่อที่เป็นเสียง (Audio Media) ได้แก่ สื่อประเภทเสียงที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ เช่น เทปบันทึกเสียง วิทยุ เป็นต้น

3. สื่อที่เป็นทั้งภาพและเสียง (Audio-Visual Media) ได้แก่ สื่อที่แสดงทั้งภาพและเสียงพร้อม ๆ กัน เช่น สไลด์ประกอบเสียง ภาพยนตร์ที่มีเสียง (Sound-film) เทปโทรทัศน์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (CAI) และมัลติมีเดีย เป็นต้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า การใช้สื่อการสอนอย่างหนึ่งอย่างใดเพียงอย่างเดียว จะไม่สามารถทำให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมหรือเกิดการเรียนรู้ได้ครบทุกด้าน การใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้าน ก่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี ถูกต้อง ลึกซึ้ง และประทับใจนาน ดังนั้นจึงควรใช้สื่อการสอนหลาย ๆ อย่างรวมกันเพื่อเสริมความรู้ซึ่งกันและกัน สื่อการสอนหลาย ๆ อย่างที่ถูกนำมาใช้รวมกันเรียกว่า “สื่อประสม”

2.2.3 ความหมายของสื่อประสม

กิตานันท์ มลิทอง (2540 : 256-257) กล่าวว่า บุคคลแต่ละคนอาจจะให้ความหมายของ “สื่อประสม” (Multimedia) แตกต่างกันไปตามความเข้าใจ สมัยก่อนนี้เมื่อกกล่าวถึงสื่อประสม จะหมายถึง การนำสื่อหลาย ๆ ประเภทมาใช้ร่วมกัน เพื่อให้การเสนอผลงานหรือการเรียนการสอนสามารถดำเนินไปได้อย่างมีประสิทธิภาพโดยการเสนอเนื้อหาในรูปแบบต่าง ๆ นอกจากการบรรยายเพียงอย่างเดียวโดยที่ผู้ฟังหรือผู้เรียนมิได้มีปฏิสัมพันธ์ต่อสื่ออื่นโดยตรง

แต่มาในปัจจุบันนี้ ด้วยบทบาทของเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลที่มีเพิ่มมากขึ้น จึงทำให้ความหมายของสื่อประสมเพิ่มขึ้นจากเดิม ความหมายที่เพิ่มขึ้นของสื่อประสมในปัจจุบันจะหมายถึง “สื่อประสมเชิงโต้ตอบ” (Interactive Multimedia) โดยการเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างสื่อและผู้ใช้ สื่อประสมสมัยนี้จึงหมายถึง การนำอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เครื่องเล่นซีดี-รอม เครื่องเสียงระบบดิจิตอล เครื่องเล่นแผ่นวีดิทัศน์ ฯลฯ มาใช้ร่วมกันเพื่อเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เป็นตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพถ่าย ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียงในระบบสตรีโอ โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ช่วยในการผลิต การนำเสนอเนื้อหา และเพื่อเป็นตัวควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ร่วมเหล่านี้เพื่อให้ทำงานตามโปรแกรมที่เขียนไว้ ผู้ใช้หรือผู้เรียนสามารถควบคุมให้คอมพิวเตอร์ทำงานในการตอบสนองต่อคำสั่งให้ข้อมูลป้อนกลับในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างเต็มที่ ผู้ใช้และสื่อสามารถมีปฏิสัมพันธ์ตอบสนองซึ่งกันและกันได้ทันที เนื้อหาในสื่อประสมจะมีลักษณะไม่เรียงลำดับเป็นเส้นตรงและมีใช่เป็นสิ่งพิมพ์ เพราะเนื้อหาเหล่านั้นจะเป็นภาพจากแผ่นวีดิทัศน์หรือจากซีดี-รอม เป็นเสียงจากแผ่นเพลงซีดีหรือเครื่องเสียงระบบดิจิตอล หรือเป็นตัวอักษรจากแฟ้มคอมพิวเตอร์ และสามารถเชื่อมโยงถึงกันได้ตลอดเวลาโดยที่ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องอ่านตามลำดับของเนื้อหา แต่เป็นการอ่านในลักษณะของข้อความหลายมิติ (Hypertext) และสื่อหลายมิติ (Hypermedia)

จากความหมายที่เพิ่มขึ้นของสื่อประสม จึงทำให้นักเทคโนโลยีการศึกษาการศึกษาได้แบ่งสื่อประสมออกเป็น 2 กลุ่ม คือ

1. สื่อประสม I (Multimedia I) เป็นสื่อประสมที่ใช้โดยการนำสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกันในการเรียนการสอน เช่น นำวีดิทัศน์มาสอนประกอบการบรรยายของผู้สอนโดยมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วย หรือการใช้ชุดการเรียนหรือชุดการสอน การใช้สื่อประสม I นี้ผู้เรียนและสื่อจะไม่มีปฏิสัมพันธ์โต้ตอบกัน และจะมีลักษณะเป็น “สื่อหลายแบบ” ตามศัพท์บัญญัติของราชบัณฑิตยสถาน

2. สื่อประสม II (Multimedia II) เป็นสื่อประสมที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศหรือการผลิตเพื่อเสนอข้อมูลประเภทต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ตัวอักษรและเสียงในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยที่ผู้ใช้มีการโต้ตอบกับสื่อโดยตรง การใช้คอมพิวเตอร์ในสื่อประสม II ใช้ได้ใน 2 ลักษณะ คือ

- 2.1 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการเสนอสารสนเทศโดยการควบคุมอุปกรณ์ร่วมต่าง ๆ ในการทำงาน ได้แก่ การนำเสนอในรูปแบบของแผ่นวีดิทัศน์เชิงโต้ตอบ (Interactive Video) ที่ใช้ในลักษณะนี้ คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวกลางในการควบคุมการทำงานของเครื่องเล่น

แผ่นวีดิทัศน์และเครื่องเล่นซีดี-รอมให้เสนอภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวตามเนื้อหาบทเรียนที่เป็นตัวอักษรที่ปรากฏอยู่บนจอภาพคอมพิวเตอร์ รวมถึงควบคุมเครื่องพิมพ์ในการพิมพ์ข้อมูลต่าง ๆ ของบทเรียนและผลการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนด้วย

2.2 การใช้คอมพิวเตอร์เป็นฐานในการผลิตแฟ้มสื่อประสมโดยการใช้โปรแกรมสำเร็จรูปต่าง ๆ เช่น Toolbook และ Authorware โปรแกรมสำเร็จรูปเหล่านี้จะช่วยในการผลิตแฟ้มบทเรียน ฝึกอบรม หรือการเสนองาน ในลักษณะของสื่อหลายมิติ โดยในแต่ละแฟ้มจะมีเนื้อหาในลักษณะของตัวอักษร ภาพกราฟิก ภาพกราฟิกเคลื่อนไหว ภาพเคลื่อนไหวแบบวีดิทัศน์ และเสียงรวมอยู่ในแฟ้มเดียวกัน ผู้ใช้เพียงแต่เปิดแฟ้มเพื่อเรียนหรือเสนองานตามโปรแกรมสำเร็จรูปที่ได้จัดทำไว้ ก็จะได้เนื้อหาหลักแตกต่าง ๆ อย่างครบครัน

2.3 การพัฒนาโปรแกรม (Program Development)

ในการพัฒนาโปรแกรมสำหรับงานต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นงานด้านธุรกิจ งานด้านวิศวกรรม หรืองานด้านการคำนวณ หรือด้านอื่น ๆ ก็ตาม จะต้องคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ คือ (ถาวร อานุกาฬ ไตรรงค์. 2528 : 1-7)

2.3.1 การวางแผนเพื่อพัฒนาโปรแกรม (Planning)

ในขั้นการวางแผนนั้น เป็นขั้นตอนที่สำคัญเพื่อที่จะวิเคราะห์ถึงความต้องการของระบบงานและโปรแกรม (Requirement Analysis) ในการอธิบายขั้นตอนสำหรับการวางแผนนั้น นิยมอธิบายโดยใช้ Diagram ที่เรียกว่า Data Flow Diagram (DFD) ประกอบการอธิบายนั้น ๆ ซึ่งเป็นภาพที่ใช้แสดงการทำงานของระบบงาน โดยเน้นถึง กิจกรรม (Activity) ในระบบและการเคลื่อนไหวของข้อมูล (Data) ที่เข้าสู่และออกจากกิจกรรมต่าง ๆ จากกิจกรรมหนึ่งไปยังอีกกิจกรรมหนึ่งภายในระบบดังกล่าว และสัญลักษณ์ดังกล่าวจะประกอบไปด้วยลูกศร และวงกลม

2.3.2 ขั้นตอนในการพัฒนาโปรแกรม (Program Development)

ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรมนี้อาจประกอบไปด้วยกิจกรรมต่าง ๆ ดังนี้

2.3.2.1 การออกแบบเบื้องต้น (Preliminary Design)

2.3.2.2 การออกแบบในรายละเอียด (Detailed Design)

2.3.2.3 การเขียนโปรแกรม (Coding)

2.3.2.4 การทดสอบโปรแกรม (Testing)

2.3.3 ผังงาน (Flowchart)


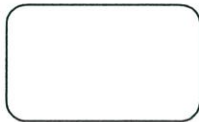




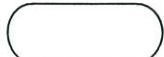
เครื่องมือที่ใช้สำหรับการออกแบบโปรแกรมในรายละเอียด มีหลายชนิด คือ Flowchart, Pseudocode-Program Design Language, HIPO Chart เป็นต้น ในการทดลองครั้งนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ Flowchart เป็นเครื่องมือช่วยในการออกแบบโปรแกรม เพราะผังงานอธิบายขั้นตอนการทำงานแต่ละขั้นตอนด้วยรูปภาพจึงเข้าใจและจดจำได้ง่าย

2.3.3.1 ส่วนประกอบของผังงาน

ผังงาน มีส่วนประกอบที่สำคัญ (สมพงษ์ คนคล่อง : 12-17) ดังนี้

(1) รูปร่าง (Shapes) โดยทั่วไปรูปร่างที่ใช้บนผังงานมีรูปร่างมาตรฐาน (Standardized Shapes) กลุ่มหนึ่ง เช่น Decision, Connection เป็นต้น

ตารางที่ 2.1 แสดงรูปร่างพื้นฐานในการเขียนผังงานของโปรแกรม

Shape	Name	Description
	Process	แทนขั้นตอนการทำงานขั้นตอนใดขั้นตอนหนึ่ง เช่น บันทึกรายงานในสมุดรายวัน จัดทำงบดุลการเงิน เป็นต้น
	Alternate Process	แทนขั้นตอนการทำงานอีกทางเลือกหนึ่ง เช่น บันทึกรายการในสมุดรายวัน (หรือผ่านรายการไปบัญชีแยกประเภท)
	Decision	แทนขั้นตอนที่ต้องการการตัดสินใจ มักมีเส้นตรงสองเส้นพุ่งออกจากรูปร่างนี้ แทนคำตอบการตัดสินใจ และมีคำตอบกำกับเส้นตรง เช่น ใช่/ไม่ใช่ (Yes/No) ถูก/ผิด (True/False) เป็นต้น
	Input/Output	แทนขั้นตอนการทำงานที่มีข้อมูลที่เข้า/ออกจากขอบการทำงาน เช่น รวบรวมใบสั่งซื้อ พิมพ์รายงานผลผลิต
	Document	แทนขั้นตอนการบันทึกข้อมูลลงเอกสาร เช่น รายงาน เพิ่มข้อมูลคอมพิวเตอร์
	Connector	แทนทิศทางการทำงานจากจุดรอยต่อตำแหน่งนั้นไปยังตำแหน่งอื่นของผังงานบนหน้ากระดาษเดิมหรือผังงานย่อยบนหน้ากระดาษใหม่ (แทนการใช้เส้นตรง) ใช้ตัวอักษรหรือตัวเลขในวงกลมแทนรอยต่อ
	Terminal	แทนจุดเริ่มต้น/จุดสุดท้ายของกระบวนการทำงาน นิยมใช้คำว่า “Stop”, “End”, “จบการทำงาน” แสดงจุดสุดท้าย

(2) เส้นตรงแบบต่าง ๆ (Line Styles) เป็นเส้นตรงบนผังงาน ใช้แสดงทิศทางของขบวนการทำงาน เส้นตรงมีหลายรูปแบบซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีความหมายต่างกันไป รูปแบบของเส้นตรงที่นิยมใช้มี 3 รูปแบบ คือ เส้นทึบ (Solid Line) เส้นประ (Dashed Line) และเส้นจุด (Dotted Line) อย่างไรก็ตามไม่จำเป็นต้องใช้รูปแบบเส้นตรงตามนี้ อาจใช้รูปแบบที่หน่วยงานกำหนดก็ได้

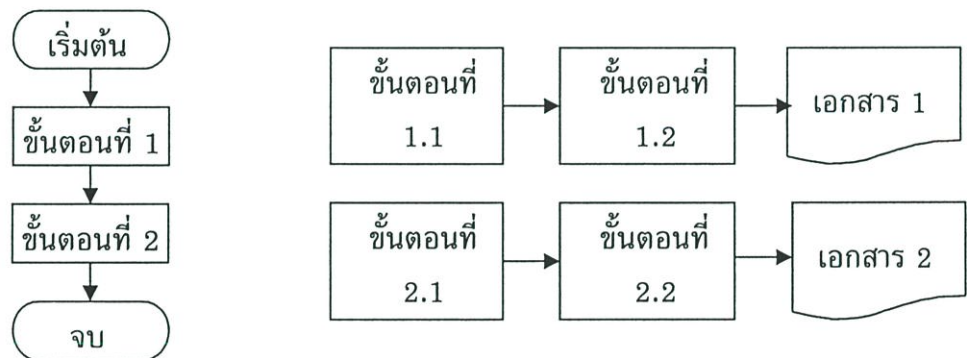
เส้นทึบ แทนการส่งวัตถุ/ข้อมูลทางกายภาพ เช่น การส่งใบส่งชื่อจากแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่ง

เส้นประ แทนการส่งข้อมูลทางอิเล็กทรอนิกส์ เช่น Electronic Mail

เส้นจุด แทน การติดต่อที่ไม่เป็นทางการ เช่น การติดต่อที่ไม่เป็นทางการระหว่างแผนก

(3) ลูกศร (Arrows) ลูกศรที่ใช้แสดงทิศทางของขบวนการทำงานมี 2 ชนิด คือ ลูกศรทิศทางเดียวกับลูกศรสองทิศทาง

(4) ตัวเลขกำกับรูปร่าง (Numbering) ตัวเลขจำนวนเต็มมักใช้กำกับรูปร่างของแต่ละขั้นตอนการทำงาน และใช้ตัวเลขทศนิยมกำกับขั้นตอนย่อย นอกจากนี้อาจเพิ่มตัวอักษรร่วมกับตัวเลขก็ได้เพื่อช่วยให้ติดตามผังงานได้ง่ายขึ้น



ภาพที่ 2.1 แสดงการใช้เลขกำกับรูปร่างบนผังงานหยาบและผังงานย่อย

3.3.3.2 หลักการเขียนผังงาน

ในการเขียนผังงานเพื่อให้ผู้อ่านสามารถติดตามและทำความเข้าใจผังงานได้อย่างรวดเร็วและง่ายดาย สมพงษ์ คนคล่อง (2538 : 11) ได้ให้ข้อเสนอแนะดังนี้

1. รูปร่างที่ใช้สำหรับอธิบายขั้นตอนการทำงานบนผังงาน ควรไม่มีที่ชนิดและควรมีขนาดที่ใกล้เคียงกัน เพื่อให้ผังงานนั้นอ่านเข้าใจง่าย

2. ควรจัดวางแนวรูปร่างที่ใช้อธิบายขั้นตอนการทำงานให้อยู่ในแนวตั้ง/แนวนอนอย่างเดียว เพื่อความสวยงามและง่ายที่จะติดตาม

3. ข้อความบนรูปร่างที่ใช้อธิบายขั้นตอนการทำงาน ควรสั้นกระชับรัด ถ้าข้อความนั้นสั้นเกินไป สามารถเขียนคำอธิบายรูปร่างเหล่านั้นเพิ่มเติมในบันทึกของแต่ละรูปร่างได้

4. เส้นตรงแสดงทิศทางการทำงานควรตัดกันน้อยที่สุด ควรจัดรูปร่างต่าง ๆ ให้อยู่ในตำแหน่งและทิศทางที่มีเส้นตรงแสดงทิศทางตัดกันน้อยที่สุด

5. ใช้ผังงานย่อย เพื่อลดความซับซ้อนของผังงานที่มีความซับซ้อนมาก

6. ควรมีคำอธิบายความหมายของรูปร่างที่ผู้อ่านไม่คุ้นเคยบนผังงานด้วย เพื่อให้ผังงานอ่านเข้าใจง่าย

2.4 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.4.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction (CAI) ปัจจุบันมีการใช้คำย่อของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาษาอังกฤษหลายคำ ซึ่งมีความหมายเช่นเดียวกัน (บุญชู ใจชื้อกุล, 2543 : 5) ได้แก่

CAI (Computer Aided Instruction)

CAL (Computer Assisted Learning)

CAL (Computer Aided Learning)

CAT (Computer Aided Teaching)

CBI (Computer Based Instruction)

CBT (Computer Based Teaching)

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายเอาไว้ ดังนี้

Stolurow (1971 : 390) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นวิถีทางของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกันด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2530 : 7) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นระบบการสอนโดยมีความเชื่อพื้นฐานที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียน มีการตอบคำถาม คิดและทำกิจกรรมขณะเรียน โดยใช้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์เป็นสื่อการเรียนเพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงจากระบบการสอน สามารถบันทึกความก้าวหน้าการเรียนการสอนของผู้เรียนแต่ละคนเป็นระยะ ๆ

ยีน ภูววรรณ (2531 : 121) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ได้นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาเก็บบันทึกไว้อย่างเป็นระบบ นำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับนักเรียนแต่ละคน

ชนิษฐา ชานนท์ (2531 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาใช้เป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยเนื้อหาวิชาจะได้รับการพัฒนาขึ้นในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ มักเรียกว่า Courseware ผู้เรียนจะได้เรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ เสนอเนื้อหาทั้งในรูปแบบตัวหนังสือและภาพ สามารถถามคำถาม รับคำตอบจากผู้เรียน ตรวจสอบคำตอบและแสดงผลการเรียนในรูปแบบของข้อมูลย้อนกลับ

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533 : 237) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้จากทฤษฎีการเรียนรู้ทั้งพฤติกรรมนิยมของ Skinner ทฤษฎีการเรียนรู้ทางสังคมของ Bandura และทฤษฎีการเรียนรู้ปัญญานิยมของ Chomsky

ไพโรจน์ คชชา (2539 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการนำเสนอเนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอนอย่างเป็นระบบ ซึ่งนักเรียนสามารถเรียนรู้เนื้อหาและฝึกทักษะจากคอมพิวเตอร์

สุพิทย์ กาญจนพันธ์ุ (2541 : 52) ได้ให้ความหมายไว้ว่า เป็นกลวิธีที่เน้นให้มีการกระทำระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์

สุพจน์ มงคลพิชญรักษ์ (2542 : 18) ได้ให้ความหมายไว้ว่า สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งที่ใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ที่มีลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น พอสรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในกระบวนการเรียนการสอน โดยเป็นสื่อในการจัดการเรียนการสอนที่ได้รับการออกแบบอย่างมีระบบลงในหน่วยความจำ และนักเรียนสามารถมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนการสอนมากที่สุด ซึ่งนักเรียนสามารถโต้ตอบกับเนื้อหาวิชาที่นำเสนอได้ด้วยตนเองตามความสามารถของนักเรียน พร้อม ๆ กับการเสริมแรง การบันทึกผลการเรียน เพื่อรายงานและประเมินผลการเรียนรู้

2.4.2 บทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ได้มีนักการศึกษาหลายท่านได้อธิบายถึงบทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไว้ดังนี้

สุรางค์ โค้วตระกูล (2533 : 239) ได้สรุปบทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สอนนักเรียนเป็นรายบุคคลไว้ดังนี้

1. ช่วยนักเรียนเป็นรายบุคคล ในการทบทวนและทำแบบฝึกหัด เพื่อเพิ่มความเข้าใจในวิชาที่เรียนหรือเกิดการเรียนรู้
2. ทำหน้าที่เป็นผู้ติวนักเรียน โดยอธิบายสิ่งที่นักเรียนไม่เข้าใจหรือให้ข้อมูลข่าวสารเพิ่มเติมเพื่อช่วยให้นักเรียนเข้าใจสิ่งที่กำลังศึกษา
3. ทำหน้าที่ทำการทดสอบนักเรียนก่อนที่จะเริ่มเรียนในวิชาต่าง ๆ เพื่อจะวิเคราะห์ดูว่านักเรียนมีความรู้ระดับใด

4. ทำหน้าที่ทำการทดสอบหลังจากนักเรียนได้เรียนจบบทเรียน และให้ข้อมูลย้อนกลับบอกให้นักเรียนทราบว่าผิดถูกอย่างไร

5. ช่วยจัดโปรแกรมการเรียนให้นักเรียนเป็นรายบุคคล โดยใช้ข้อมูลจากการทดสอบ

6. ช่วยสอนแก้ปัญหาเกี่ยวกับชีวิตจริง โดยการสร้างสถานการณ์จำลอง

7. คอมพิวเตอร์สามารถให้ข้อมูลข่าวสารอย่างลึกซึ้งนอกเหนือจากเนื้อหาในหลักสูตรหรือจากการสอนของครู จึงเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี

8. คอมพิวเตอร์จะช่วยสอนนักเรียนที่ไม่สามารถจะมาโรงเรียนตามปกติได้โดยใช้ระบบ CAI ที่บ้าน

9. คอมพิวเตอร์สอนให้นักเรียนแก้ปัญหาโดยขั้นตอนวิธี (Algorithms) คือ การสอนให้ผู้เรียนตั้งปัญหาได้ถูก วิเคราะห์ปัญหาเป็นส่วนย่อย และแก้ปัญหา

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (2539 : 2) กล่าวถึงบทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอาไว้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความสัมพันธ์กับการเรียนการสอนแบบโปรแกรม เนื่องจากในอดีตการเรียนการสอนแบบโปรแกรมได้รับความสนใจว่าเป็นวิธีที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น โดยอาศัยหลักการพื้นฐานของการใช้ทฤษฎีและหลักจิตวิทยาการเรียนรู้ ที่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล มีการเสริมแรงและให้ข้อมูลย้อนกลับแก่ผู้เรียน การเรียนการสอนในลักษณะนี้ นอกจากจะใช้สื่อการเรียนการสอนในรูปแบบเอกสารแล้ว ได้มีผู้พยายามสร้าง

เครื่องสอน เพื่อนำเสนอบทเรียนแบบโปรแกรมอีกด้วยและเมื่อคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในวงการศึกษ บทเรียนโปรแกรมจึงมีการพัฒนามาอยู่บนจอคอมพิวเตอร์ ทำให้เกิดรูปแบบการเรียนการสอนที่เรียกว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เบญจวรรณ โรจน์พานิช (2540 : 9) ได้รวบรวมแนวคิดเกี่ยวกับบทบาทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเอาไว้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งบทบาทในการนำไปใช้ออกเป็น 3 ด้านใหญ่ ๆ ดังนี้

1. บทบาทด้านการจัดการ (Computer Managed Instruction) นำมาใช้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนการสอน ช่วยจัดการติดตามการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ ใช้ติดตามเป็นรายบุคคลและในระดับชั้น เช่น การตัดเกรด การวิเคราะห์ข้อสอบ การทำทะเบียนนักศึกษา การบริหารวิชา

2. บทบาทด้านการสอน (Computer Assisted Instruction) ใช้ประโยชน์เฉพาะการสอน เพื่อติดต่อกับนักเรียนโดยตรง แสดงเนื้อหาบทเรียนทุกรูปแบบ มีขั้นตอนเป็นระบบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่น ข้อสอบ การฝึกปฏิบัติแบบฝึกหัด แบบทบทวน สร้างสถานการณ์จำลอง การแก้ปัญหา และคอมพิวเตอร์เกม

3. บทบาทด้านการสนับสนุน (Computer Support Learning Resources) เป็นส่วนช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ด้วยคอมพิวเตอร์ที่สำคัญมาก ระบบนี้จะทำหน้าที่เหมือนห้องสมุดแต่ใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วย ไม่ใช่ส่วนที่ทำหน้าที่สอนแต่เป็นเพียงส่วนสนับสนุนช่วยในการเรียนรู้ น่าสนใจ และครอบคลุมรายละเอียดมากยิ่งขึ้น

2.4.3 ความเป็นมาของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แนวความคิดที่จะใช้การเรียนการสอนแบบโปรแกรมเริ่มขึ้นในปี ค.ศ. 1921 จากผลการค้นคว้าของ Sidney Pressey โดยมีหลักการทำงานสอดคล้องกับแนวความคิดของ Skinner นักจิตวิทยาการศึกษา ซึ่งเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างใกล้ชิดในการพัฒนาการสอนแบบโปรแกรม โดยให้ความสำคัญกับทฤษฎีการเสริมแรง (Reinforcement Theory) และทฤษฎีการเรียนรู้แบบตอบสนอง (Stimulus-Response Theory)

ในปี 1950 การสอนแบบโปรแกรมของ Skinner เป็นแบบ Linear Sequence กล่าวคือ ผู้สอนไม่มีปฏิสัมพันธ์โดยตรงกับผู้เรียน เพราะหนังสือที่ใช้สอนได้รับการออกแบบให้มีเนื้อหาตามลำดับจากง่ายไปหายากทีละส่วนย่อย ๆ เพื่อให้ผู้เรียนศึกษาเนื้อหาตามความสามารถของตนเอง

ราวปี ค.ศ. 1960 มหาวิทยาลัยอิลลินอยส์ ประสบความสำเร็จในการทำเทอร์มินัลที่พูดจาโต้ตอบกับผู้เรียนได้ และได้พัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนขึ้นใหม่ ให้ชื่อว่า PLATO (Programmed Logic for Automatic Teaching Operation) โดยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลใช้คอมพิวเตอร์ของ Control Data Corporation และ National Science Foundation ในปัจจุบันเราถือกันว่าโปรแกรมนี้เป็นตัวอย่างของระบบการสอน CAI ที่ใช้คอมพิวเตอร์ใหญ่ที่ประสบความสำเร็จเป็นอย่างดี

วัตถุประสงค์ในการสร้าง PLATO ก็เพื่อใช้ในระดับมหาวิทยาลัยและโรงเรียนโดยทั่วไป เป็นการแนะนำการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการสอนที่ก้าวหน้าที่สุด นอกจากนี้ PLATO ได้ใช้กลวิธีในการสอนประเภทอื่น เช่น การสร้างสถานการณ์จำลอง โดยใช้หลักการจากทฤษฎีการเรียนรู้โดยการสังเกตหรือการเลียนแบบ การใช้ PLATO ได้รับความนิยมมาก มี Courseware ที่สร้างขึ้นเพื่อสอนวิชาต่าง ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ และการอ่านถึง 6,000 ชั่วโมง มหาวิทยาลัยและโรงเรียนหลายแห่งได้ใช้ PLATO ช่วยในการสอน จากการติดตามผลการสอนปรากฏว่าการใช้ PLATO ในการสอนเป็นการสอนที่มีคุณภาพและผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการใช้ PLATO และวิชาที่เรียน

หลังจากการประดิษฐ์คอมพิวเตอร์ได้ในปี ค.ศ. 1972 พัฒนาการเกี่ยวกับระบบคอมพิวเตอร์มีความก้าวหน้าอยู่เรื่อย ๆ คอมพิวเตอร์มีคุณภาพเหนือเทคโนโลยีอื่นอยู่หลายประการที่สำคัญที่สุด คือ สามารถมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้

2.4.4 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในวงการศึกษานั้นมีหลายประเภท แต่ละประเภทมีความแตกต่างกันขึ้นอยู่กับกรอบการออกแบบและจุดประสงค์ของการนำไปใช้ มีนักการศึกษาหลายท่านได้จัดจำแนกประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

ยีน กูว์รเวอร์ธ (2531 : 121) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะการใช้งานออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. แบบฝึกปฏิบัติ เป็นแบบให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติ ในบางครั้งอาจเป็นเสมือนข้อสอบอิเล็กทรอนิกส์ โดยเครื่องจะพิมพ์คำถามและรอคำตอบ เพื่อตรวจสอบคำตอบ พิจารณาความ

ถูกต้องแล้วจะพิมพ์คำอธิบาย เพื่อชี้แนะคำตอบว่าถูกหรือผิดอีกครั้ง

2. เครื่องเปิดหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นรูปแบบที่ช่วยให้ผู้ใช้ซอฟต์แวร์สามารถเรียกใช้หนังสือได้ง่าย เพราะมีการทำดัชนีไว้หลายแบบ เช่น ตามหัวเรื่อง ตามดัชนีคำ ตามหน้าหนังสือ ตามความยากง่าย มีเมนูให้เลือกใช้ได้ตามต้องการ

3. ครูอิเล็กทรอนิกส์ เป็นรูปแบบที่พัฒนาให้เป็นระบบที่ฉลาดสามารถจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถของนักเรียนแต่ละคน สามารถโต้ตอบกับนักเรียนได้อย่างตรงประเด็น

สุขเกษม อุต (2540 : 18) และนงนุช วรรณวาทะ (2535 : 3 : 18) ได้สรุปประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ดังนี้

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาจากลักษณะของบทเรียนแบบโปรแกรม ที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อย ๆ เป็นการเรียนแบบการสอนของครู คือจะมีบทนำคำอธิบาย ซึ่งประกอบด้วยตัวทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบายและแนวคิดที่จะสอน ในรูปแบบของข้อความ ภาพและเสียง หรือทุกแบบรวมกัน หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรง สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนรู้แล้วไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกผลว่าผู้เรียนทำได้เพียงไรอย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคนได้

2. ฝึกทักษะและปฏิบัติ หรือฝึกทบทวน (Drill and Practice) ส่วนใหญ่จะใช้เสริมการสอน เมื่อครูหรือผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวน และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมากคือ การจับคู่ซ้ำว่าถูกผิด และเลือกข้อออกจาก 35 ตัวเลือก การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่าง ๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมากหากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงอย่างเดียว แต่ยังช่วยให้ผู้เรียนได้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

3. จำลองแบบหรือสร้างสถานการณ์จำลอง (Simulation) ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญและเป็นสิ่งจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่ในหลาย ๆ วิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์ทางเคมีที่ต้องใช้เวลานานหลายวันจึงปรากฏผลให้เห็น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยจำลองแบบ ทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น เช่น การสอนเรื่องโปรเจกต์ลึกลับ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า เราสามารถสร้างแบบจำลองเป็นรูปภาพด้วยคอมพิวเตอร์ ทำให้ผู้เรียนเห็นจริง และเข้าใจได้ง่าย การจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ในห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบอาจจะช่วยย่นระยะเวลาและลดอันตรายได้

4. เกมทางการศึกษา (Education Game) เกมการศึกษาหลาย ๆ เรื่อง ช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่าง ๆ ได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้นักเรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อม ๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษา คือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ สำหรับในส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมทั่ว ๆ ไป คือเรื่องของการแข่งขัน แต่ก็เป็นการนำเกมไปสู่การเรียนนั่นเอง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีการหนึ่งที่ครูผู้สอน มักนำมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตโดยใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่า เพราะว่าคอมพิวเตอร์ ให้ทั้งเส้นกราฟที่สวยงาม อีกทั้งมีสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างของอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะมีกาทดสอบเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ คือ การสร้างข้อสอบ การจัดการข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเอง

7. การไต่ถาม (Inquiry) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารนี้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการ ด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้ เพียงแต่กดหมายเลขหรือใส่รหัสหรือด้วยย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ การใส่รหัสหรือหมายเลขจะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem Solving) บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจ และมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้การประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกัน ตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

บุปผชาติ ทัพทิกรณ์ (อ้างใน เบญจวรรณ โรจน์พานิช, 2540 : 24-31) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามรูปแบบโครงสร้างของบทเรียนออกได้เป็น 2 รูปแบบใหญ่ ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแนวเส้นตรง (Linear Program) ประกอบด้วยกรอบบทเรียนที่มีลำดับการตอบสนองอย่างต่อเนื่อง เป็นเทคนิควิธีการที่สร้างได้ง่ายประกอบด้วยกรอบเนื้อหาหรือกรอบคำถามเรียงต่อเนื่องกันไปในทิศทางเดินทางเดียว

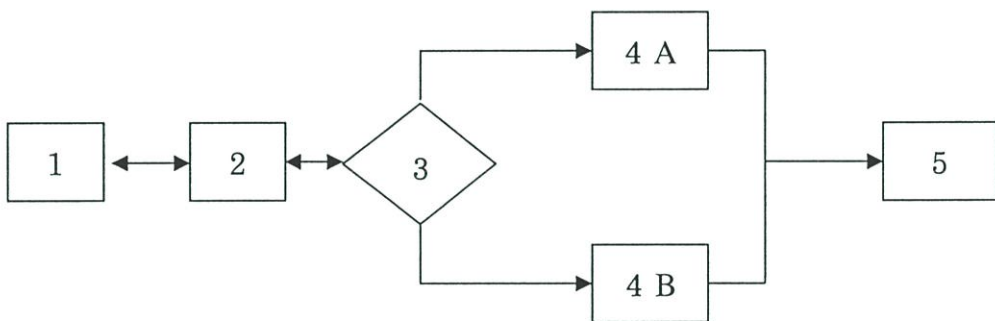
ลักษณะรูปแบบข้างต้นไม่เป็นที่นิยมในปัจจุบันเพราะจัดเรียงเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล จึงไม่เหมาะสม

ผู้เรียนที่มีความสามารถต่างกัน



ภาพที่ 2.2 แผนผังบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแนวเส้นตรง

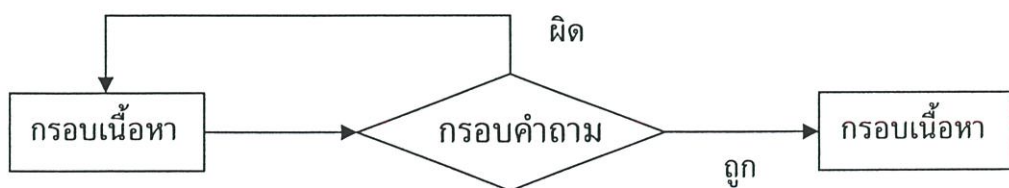
2 โครงสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง (Branching Program) บทเรียนลักษณะนี้ได้รับความนิยมจากผู้เรียนมากกว่ารูปแบบแนวเส้นตรงเพราะมีลักษณะท้าทายและน่าสนใจกว่า เหมาะต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเพราะจะให้ทางเลือกแก่ผู้เรียนตามลำดับความรู้ความเข้าใจและความสนใจของผู้เรียน



ภาพที่ 2.3 แผนผังบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

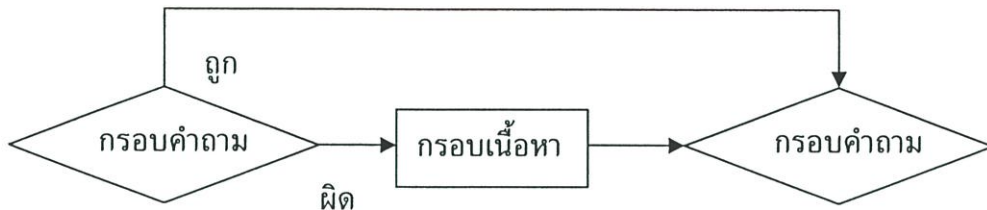
โครงสร้างบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง สามารถจำแนกออกได้เป็นหลายรูปแบบดังนี้

2.1 แบบซ้ำกรอบเดิม (Linear Format with Repetition) มีลักษณะโครงสร้างคล้ายแนวเส้นตรงต่างกันที่มีคำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูกต้อง ก็จะได้ผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบไม่ถูกต้องโปรแกรมจะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้งและถามคำถามเดิมซ้ำอีก โครงสร้างรูปแบบนี้ เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ประเภททบทวนความรู้ฝึกฝนและฝึกหัด เกมประกอบการเรียนการสอน สถานการณ์จำลอง และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



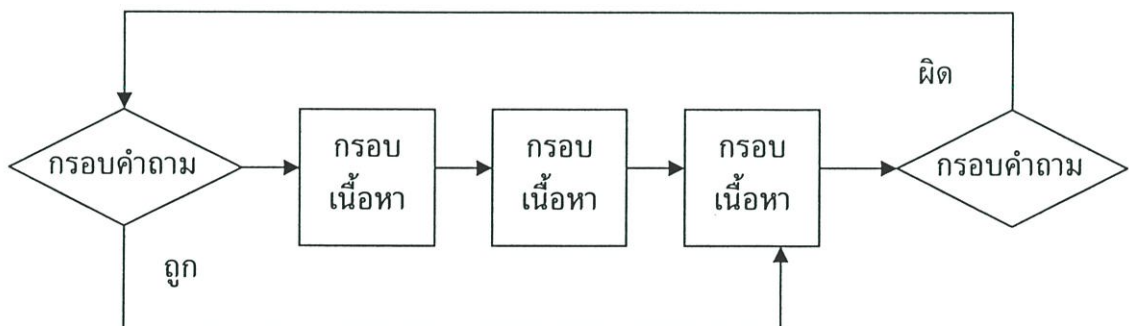
ภาพที่ 2.4 แผนผังบทเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม

2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format) บทเรียนลักษณะนี้จะทดสอบผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านก็จะข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้นไปยังกรอบเนื้อหาจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้ จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โครงสร้าง รูปแบบเหมาะต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด เกมประกอบการเรียนการสอน สถานการณ์จำลอง และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



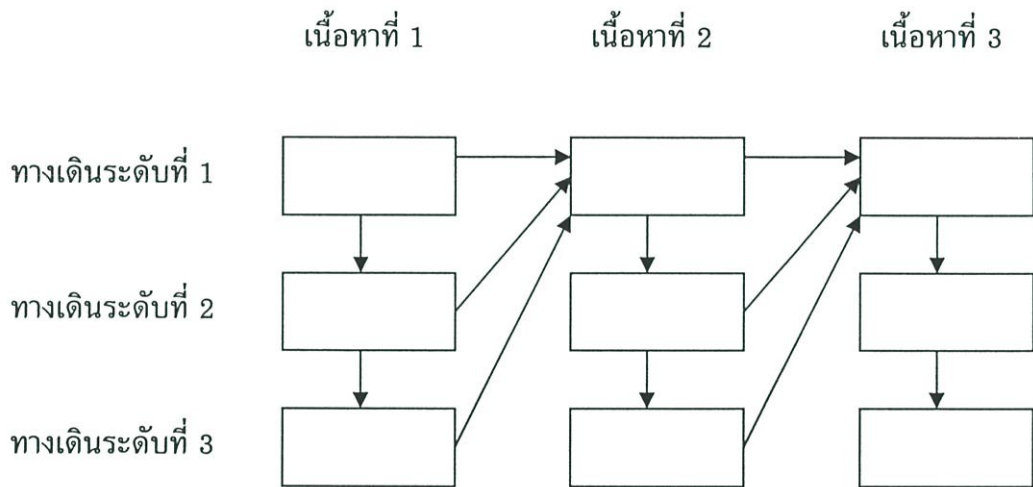
ภาพที่ 2.5 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate Frames) บทเรียนลักษณะนี้กำหนดผู้เรียนไปยังกรอบบทเรียนต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ ความเข้าใจในเนื้อหาที่ผู้เรียนได้รับ มีลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแนวเส้นตรง ผู้เรียนอาจข้ามกรอบไปได้หลาย ๆ กรอบบทเรียนและถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน บทเรียนอาจส่งผู้เรียนกลับมายังกรอบที่ผ่านมาแล้วเพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ โครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด เกมประกอบการเรียนการสอน สถานการณ์จำลองและหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



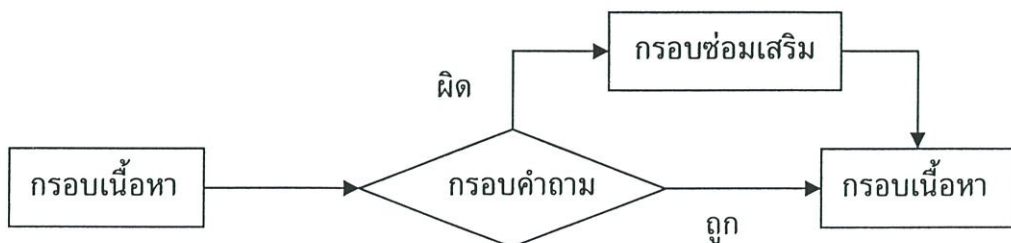
ภาพที่ 2.6 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบข้ามและย้อนกรอบ

2.4 แบบเส้นทางเดินหลายทาง (Secondary Tracks) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบบทเรียนในเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดินของกรอบบทเรียนเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายมากนัก ส่วนทางเดินระดับที่ 2 และ 3 เป็นกรอบเนื้อหาที่เพิ่มเติมรายละเอียดมากกว่ากรอบที่อยู่ในทางเดินระดับที่ 1 นอกจากนี้ทางเดินในระดับที่ 2 และ 3 ยังมีเส้นทางเดินมากกว่า 1 เส้นทาง ขึ้นอยู่กับว่าผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาในกรอบทางเดินระดับที่ 1 มากน้อยเพียงใดหรือไม่ กรอบในทางเดินระดับที่ 2 และที่ 3 จะให้เนื้อหารายละเอียดจากน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกันเพียงแต่ขยายความหมายของคำบางคำให้ชัดเจนขึ้น โครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ไฮเปอร์เท็กซ์ และไฮเปอร์มีเดีย



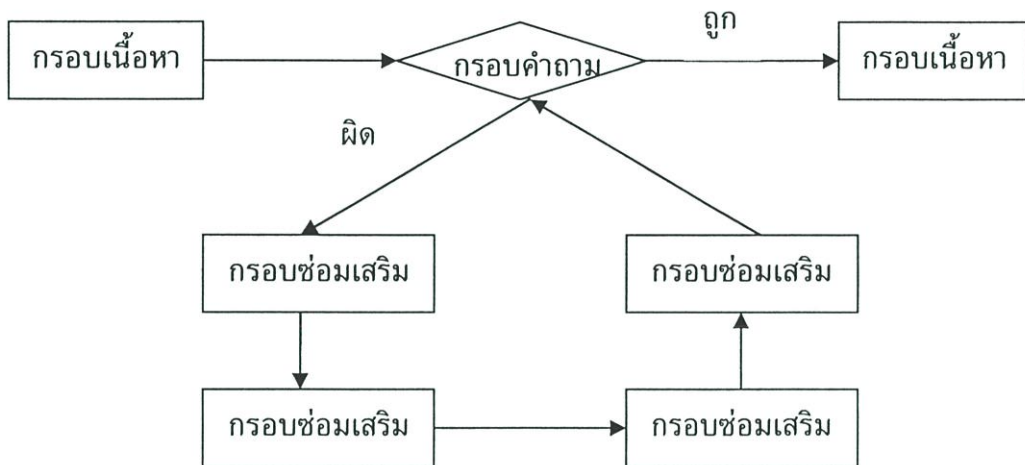
ภาพที่ 2.7 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบเส้นทางเดินหลายทาง

2.5 แบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branch) บทเรียนลักษณะนี้เริ่มด้วยกรอบเนื้อหา ตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวก และเนื้อหาในกรอบต่อไป หากตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการสอนซ่อมเสริมก่อนไปเนื้อหากรอบต่อไป โครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ผักผ่อนและฝึกหัด



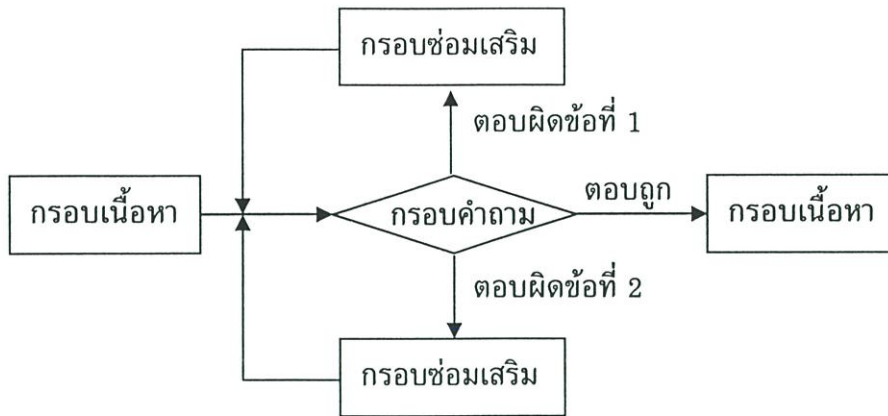
ภาพที่ 2.8 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) บทเรียนนี้มีลักษณะคล้ายคลึงกับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว ต่างกันตรงที่แทนที่จะแตกออกเป็น กรอบซ่อมเสริมกรอบเดียวกับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบประกอบกันเป็น ชุดบทเรียนย่อย 56 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับมา ยังกรอบเนื้อหาเดิม แบบนี้เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด



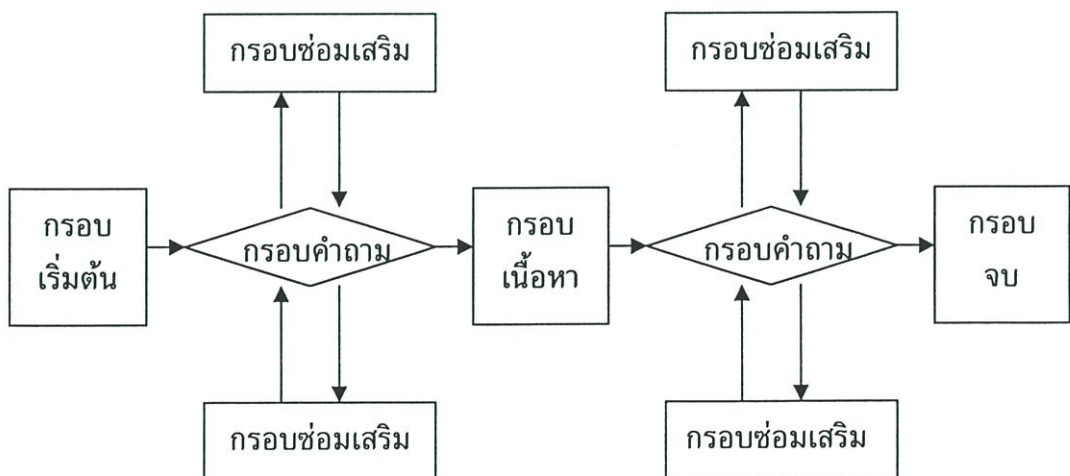
ภาพที่ 2.9 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม

2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branches) บทเรียนลักษณะ เช่นนี้ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม ตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งแยกออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกใน คำถามแบบเลือกตอบนั้นโดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงจะส่ง ผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิมเพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจะมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่า จะไปกรอบใดต่อไป นั่นคือถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องก็จะไปยังกรอบเนื้อหาใหม่ต่อไป แต่ถ้าผู้เรียน ตอบผิด บทเรียนก็จะไปยังกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับมายังคำถามเดิมใหม่ แบบนี้เหมาะกับ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด



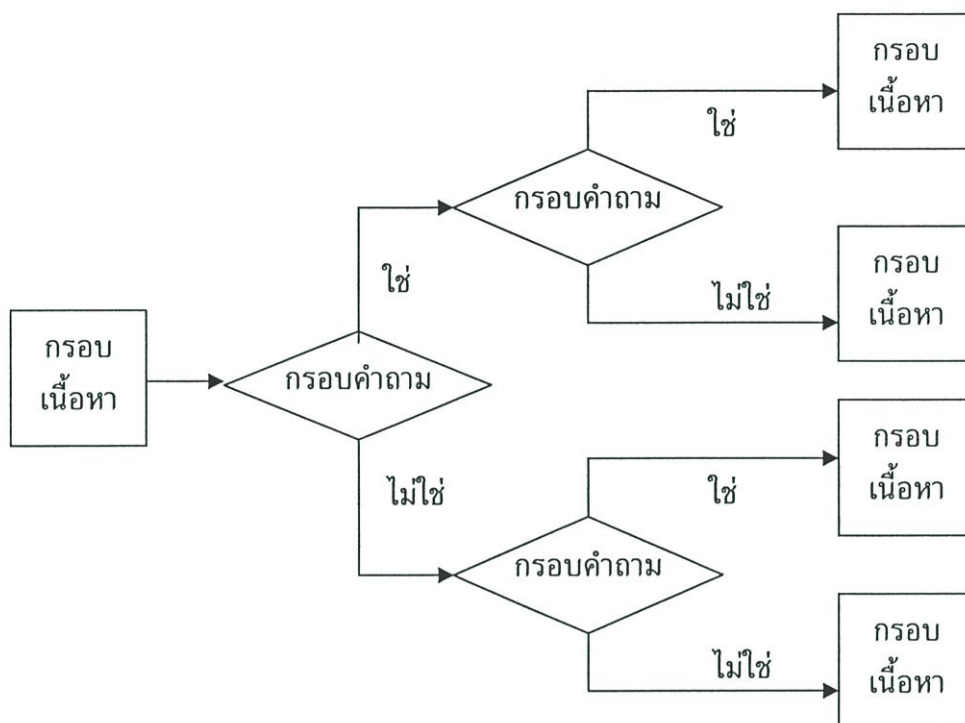
ภาพที่ 2.10 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequences) บทเรียนลักษณะนี้ประกอบด้วย เนื้อหาที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้องจะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดง ข้อความ 1-2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูล que ผู้เรียนนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและ เลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบโดยมีคำตอบที่ถูกต้องอยู่เพียงคำตอบเดียว คำตอบที่ผู้เรียนเลือก จะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปยังกรอบ เนื้อหาต่อไป แต่ถ้าตอบผิดจะต้องไปยังกรอบซ่อมเสริมแล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิม เพื่อ ศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้ และความเข้าใจในเนื้อหาและความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียน บางคนอาจจะต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมเพียงบางกรอบ บทเรียนแบบนี้เหมาะกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประเภททบทวนความรู้ ฝึกฝนและฝึกหัด สถานการณ์จำลอง และหนังสืออิเล็กทรอนิกส์



ภาพที่ 2.11 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) บทเรียนรูปแบบนี้ใช้กันมากในการเรียนเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียนหรือในสถานการณ์การแก้ปัญหา คำถามอยู่ในรูปแบบที่มีคำตอบใช่หรือไม่ใช่ซึ่งที่แยกจากแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างกันระหว่างบุคคล



ภาพที่ 2.12 แผนผังบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ

จากการศึกษาประเภทต่าง ๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยข้างต้น พอสรุปได้ว่าการนำคอมพิวเตอร์ประเภทใดมาใช้งานนั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบต่าง ๆ หลายประการ สำหรับการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยมีจุดประสงค์เพื่อทบทวน และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นแบบแตกกิ่ง (Branching Program) และมีหลายรูปแบบผสมกัน โดยประกอบด้วยกรอบคำถามของหัวข้อสำคัญ ถ้าตอบคำถามผิด ก็จะนำไปสู่กรอบเนื้อหาสอนทบทวน และกลับไปตอบคำถามใหม่ ถ้าตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรงและได้รับกรอบเนื้อหาเพิ่มความเข้าใจอีก

2.4.5 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

วสันต์ อดิศัพท์ (อ้างใน สุขเกษม อยุโต. 2540 : 21-22) กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการเรียนการสอนแบบรายบุคคลประเภทหนึ่งที่น่าเอาหลักการของบทเรียนโปรแกรม (Programed instruction) ของ Skinner และเครื่องช่วยสอนของ Pressey มาผสมผสานกัน โดยมีจุดมุ่งหมายที่จะตอบสนองในเรื่องความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน โดยใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อแทนสิ่งพิมพ์ทำให้บทเรียนมีความสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีลักษณะการเรียนรู้ที่เป็นขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน จะเริ่มตั้งแต่การทักทายผู้เรียน บอกวิธีการเรียน และบอกจุดประสงค์ของการเรียน เพื่อจะให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนนี้แล้วเขาจะสามารถทำอะไรได้บ้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอวิธีการในรูปแบบที่น่าสนใจได้ ไม่ว่าจะเป็นลักษณะภาพเคลื่อนไหว เสียง หรือผสมผสานหลาย ๆ อย่างเข้าด้วยกัน เพื่อสร้างความสนใจของผู้เรียนให้มุ่งความสนใจเข้าสู่บทเรียน บางโปรแกรมอาจมีแบบทดสอบวัดความพร้อมของผู้เรียนก่อน หรือมีรายการ (Menu) เพื่อให้ผู้เรียนเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และผู้เรียนสามารถจัดลำดับการเรียนรู้ ก่อนหลังได้ด้วยตนเอง
2. ขั้นการเสนอเนื้อหา เมื่อผู้เรียนเลือกเรียนในเรื่องใดแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอเนื้อหานั้นออกมาเป็นกรอบ ๆ (Frame) ในรูปแบบที่เป็นตัวอักษร ภาพ เสียง ภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว เพื่อสร้างความสนใจในการเรียนและสร้างความเข้าใจในความคิดรวบยอดต่าง ๆ แต่ละกรอบ หรือเสนอเนื้อหาเรียงลำดับไปที่ละอย่างทีละประเด็น โดยเริ่มจากง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะเป็นผู้ควบคุมความเร็วในการเรียนด้วยตนเอง เพื่อที่จะให้ได้เรียนรู้ได้มากที่สุดตามความสามารถ และมีการชี้แนะหรือการจัดเนื้อหาสำหรับการช่วยเหลือผู้เรียน เพื่อที่จะช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น
3. ขั้นคำถามและคำตอบ หลังจากเสนอเนื้อหาของบทเรียนไปแล้ว เพื่อที่จะวัดผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจเนื้อหาที่เรียนผ่านมาแล้วเพียงใด ก็จะมีการทบทวน โดยการให้ทำแบบฝึกหัด และช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ เช่น ให้ทำแบบฝึกหัดชนิดคำถามแบบเลือกตอบ แบบถูกผิด แบบจับคู่ และแบบเติมคำ เป็นต้น ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเสนอแบบฝึกหัดที่น่าสนใจมากกว่าแบบทดสอบธรรมดา และผู้เรียนตอบคำถามผ่านทางแป้นพิมพ์ หรือเมาท์ (Mouse) นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังสามารถจับเวลาในการตอบคำถามของผู้เรียนได้ด้วย ถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้
4. ขั้นการตรวจคำตอบ เมื่อระบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้รับคำตอบจากผู้เรียนแล้วบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะตรวจคำตอบ และแจ้งผลให้ผู้เรียนทราบ การแจ้งผลอาจแจ้งเป็นแบบข้อความ กราฟิก หรือเสียง ถ้าผู้เรียนตอบถูกก็จะได้รับการเสริมแรง (Reinforcement) เช่น การให้คำชมเชย เสียงเพลง หรือให้ภาพกราฟิกสวย ๆ และถ้าผู้เรียนตอบผิดบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะบอกไปให้หรือให้การซ่อมเสริมเนื้อหา แล้วให้ตอบคำถาม

นั้นใหม่ เมื่อตอบได้ถูกต้องจึงก้าวไปสู่หัวเรื่องใหม่ต่อไป ซึ่งจะหมุนเวียนเป็นวงจรอยู่จนกว่าจะหมดบทเรียนในหน่วยนั้น ๆ

5. ขั้นตอนการปิดบทเรียน เมื่อผู้เรียนเรียนจนจบบทเรียนแล้ว บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะทำการประเมินผลของผู้เรียนโดยการทำแบบทดสอบ ซึ่งจุดเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ สามารถลุ่มข้อสอบออกมาจากคลังข้อสอบที่ได้สร้างเก็บไว้ และเสนอให้ผู้เรียนแต่ละคนโดยที่ไม่เหมือนกัน จึงทำให้ผู้เรียนไม่สามารถจดจำคำตอบจากการที่ทำในครั้งแรก ๆ นั้นได้ หรือแบบไปรู้คำตอบนั้นมาก่อนเอามาใช้ประโยชน์ เมื่อทำแบบทดสอบนั้นเสร็จแล้ว ผู้เรียนจะได้รับทราบคะแนนการทำแบบทดสอบของตนเองว่าผ่านตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ตั้งแต่แรกหรือไม่ รวมทั้งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะบอกเวลาที่ใช้ในการเรียนในหน่วยนั้น ๆ ได้ด้วย เป็นต้น

ในการทำวิจัยเรื่องพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับสอนทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์โดยมีลักษณะเป็นโจทย์ปัญหาเพื่อให้นักเรียนตอบคำถาม ถ้าตอบผิดก็จะมีการเรียนเกี่ยวกับเรื่องนั้น ๆ เพื่อทบทวน พร้อมทั้งมีแบบฝึกหัดและแบบทดสอบเป็นระยะ ๆ และถ้าผู้เรียนไม่สามารถตอบคำถามได้ในเวลาที่กำหนดไว้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็จะเสนอความช่วยเหลือให้

2.4.6 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างสื่อการสอนต่าง ๆ ล้วนแต่ต้องใช้หลักการและทฤษฎีที่ถ่ายโอนความรู้ โดยอาศัยสื่อกลางที่เหมาะสม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็นับเป็นสื่อการสอนประเภทหนึ่งที่มีกระบวนการผลิตที่ซับซ้อน ผู้สร้างจะต้องใช้ทั้งศาสตร์และศิลปะ ความมานะพยายามค่อนข้างสูงเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่มีคุณค่าต่อการนำไปใช้ (วุฒิชัย ประสารสอย. 2543 : 27) และในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ฉลอง ทับศรี (2536 : 1-2) ได้กล่าวว่า เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยภารกิจหลัก 3 ประการ คือ

1. การออกแบบการเรียนการสอน (Instructional Design)
2. ความเชี่ยวชาญในเนื้อหา (Content Expertise)
3. การเขียนโปรแกรม (Programming)

ซึ่งภารกิจทั้ง 3 ส่วนดังกล่าวมีความสัมพันธ์กัน และในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องมีบุคลากรที่จะมาทำหน้าที่ในภารกิจหลักดังกล่าว ดังต่อไปนี้

1. ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาหลักสูตร จะทำหน้าที่กำหนดขอบข่ายของเนื้อหารายละเอียด ความลึกซึ้งในเนื้อหาบทเรียน และวิชาตลอดจนวิธีการประเมินผล รวมทั้ง การจัดลำดับความยากง่ายของเนื้อหา กำหนดความต่อเนื่องของเนื้อหา และตรวจสอบความถูกต้อง

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบการเรียนการสอน ทำหน้าที่ในการออกแบบระบบการนำเสนอเนื้อหาแต่ละตอน การใช้รูปภาพ กราฟิก การจัดทำแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) และกำหนดสื่อ รูปภาพเทคนิคต่าง ๆ ที่จะทำให้บทเรียนน่าสนใจเหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านการเขียนโปรแกรม เป็นผู้นำเนื้อหาที่ได้รับการออกแบบหรือแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) ที่กำหนดไว้แล้ว รวมทั้งเทคนิคต่าง ๆ ที่ต้องการมาเป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ อาจจะสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยระบบโปรแกรมสร้างบทเรียน และ/หรือการเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ (Computer Programming) เป็นต้น

2.4.6.1 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนถือได้ว่าเป็นกระบวนการที่สำคัญในการได้มาซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีคุณภาพทั่วไปในแง่ของเนื้อหา และวิธีการนำเสนอที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนที่มีลักษณะแตกต่างกัน ซึ่งมีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

Jonassen and Hannum (อ้างใน สุขเกษม อยุโธ. 2540 : 27) ได้กล่าวถึงการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่าเป็นกระบวนการทางวิทยาศาสตร์และศิลปะ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นควรใช้วิธีการเชิงระบบ (System Approach) นักออกแบบที่ได้รับความสำเร็จนั้นต้องใช้ประสบการณ์และความนึกคิดของตนเองเท่า ๆ กับต้องอาศัยวิธีการเชิงระบบทั้งนี้เพราะเรายังไม่เข้าใจแน่ชัดเกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือการใช้คอมพิวเตอร์ได้โดยตรงแต่มีกระบวนการที่เป็นสื่อ เช่น ภาษา ซึ่งจะต้องนำมาพิจารณาด้วย ทฤษฎีของการเรียนรู้และการวิจัยก็ไม่ได้บอกวิธีการที่จะปฏิบัติที่แจ่มชัดเสมอไป

องค์ประกอบ 4 ประการของการเรียนรู้ที่เกี่ยวกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากผลงานและหลักการเรียนรู้ เราสามารถนำมาเป็นแนวทางในการปฏิบัติได้ คือ

1. การออกแบบสิ่งเร้าหรือเนื้อหาที่จะสอน (Design of the Stimulus)

นักเรียนสามารถเห็นข้อมูลได้จากจอภาพ โดยหลักการแล้วจะไม่นำหลักเรื่องการเรียนรู้มาใช้มาก แต่จะเน้นวิธีการแสดงข้อมูลซึ่งสามารถทำให้นักเรียนเข้าใจและจดจำได้ ส่วนขั้นตอนของการแสดงข้อมูลนั้นจะต้องทำให้เข้าใจได้ง่าย คำถามที่ใช้นั้นจะต้องออกมาอยู่ในรูปกิจกรรม เป็นส่วนที่ทำให้ผู้เรียนได้ตอบโต้หรือเร้าเหมือนกับการที่ผู้เรียนได้ฟังหรือได้เห็นซึ่งมีหลักการดังต่อไปนี้

- 1.1 คำสั่งของกิจกรรมแต่ละกิจกรรม และทุกขั้นตอนจะต้องชัดเจน
- 1.2 แสดงตัวอย่างของคำสั่งนั้น
- 1.3 บรรยายเนื้อหาในส่วนที่เป็นสาระสำคัญ
- 1.4 แสดงแผนภูมิหรือโครงสร้าง เพื่อให้เห็นว่าเนื้อหานั้นมี

ความสัมพันธ์เกี่ยวข้องกับรายวิชาอย่างไร

- 1.5 บรรยายข้อมูลในรูปของการเปรียบเทียบ
- 1.6 อุปมาอุปมัยเนื้อหาเกี่ยวกับเรื่องที่นักเรียนเคยรู้จัก
- 1.7 ตั้งคำถามให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์
- 1.8 มีคำถามก่อนบทเรียนระหว่างบทเรียนในแต่ละตอนและหลัง

บทเรียน

- 1.9 ใช้คำถามที่จับใจผู้อ่าน
- 1.10 ควรที่จะมี Pretest ก่อนเริ่มบทเรียน
- 1.11 ขณะที่ตอบคำถามไม่ควรให้ผู้เรียนย้อนกลับไปดูคำบรรยายหรือคำตอบได้ แต่ควรจะให้คำอธิบายแทน
 - 1.12 เมื่อจบกรอบเนื้อหา ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทบทวนเนื้อหา ก่อนที่จะตอบคำถาม
 - 1.13 มีการกระตุ้นให้ผู้เรียนตอบคำถาม
 - 1.14 การเสนอเนื้อหา ตัวอักษรที่ใช้ไม่ควรให้มีการกระพริบ
 - 1.15 ควรมีการใช้สี การขีดเส้นใต้ การใช้ลูกศร การเคลื่อนไหว เพื่อที่จะเน้นความสนใจของผู้เรียน
 - 1.16 วิธีการเน้นเนื้อหาไม่ควรใช้วิธีการเน้นเกินสามอย่างใน 1 บทเรียน
 - 1.17 ควรที่จะอธิบายสิ่งที่คุณเรียนจะต้องทำในตอนต้นของบทเรียน
 - 1.18 ควรออกแบบบทเรียนให้ผู้เรียนเลือกระดับความยากง่ายของบทเรียนได้
 - 1.19 ควรใช้คำถามที่สอดคล้องกับความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์ และความสนใจของผู้เรียน

2. การตอบสนองผู้เรียน

ผู้เรียนจะต้องมีความรู้ในคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ควบคุมบทเรียนอยู่ รวมทั้งจะต้องมีความรู้เกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐานของคอมพิวเตอร์ และที่สำคัญที่สุดก็คือการป้อนข้อมูล ซึ่งมีหลักการดังนี้

- 2.1 ไม่จำเป็นที่จะต้องให้ผู้เรียนตอบสนองแบบเปิดเผย
- 2.2 ควรใช้ศิลปะในการตั้งคำถามหรือคำสั่งในการทบทวน เพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนมีการตอบสนองโดยไม่ต้องเปิดเผย
- 2.3 เมื่อต้องการประเมินผล หรือให้ผลย้อนกลับควรจะใช้การตอบสนองแบบเปิดเผย
- 2.4 ให้ผู้เรียนประเมินระดับความเข้าใจของตนเองในแต่ละเนื้อหา
- 2.5 ผู้เรียนในระดับเด็กเล็ก ควรให้การตอบโต้โดยการกดคีย์เพียง 1-2 คีย์เท่านั้น แต่ผู้เรียนที่อยู่ในระดับสูงขึ้นไปจะต้องใช้ความคิดมาก ๆ ควรจะใช้เป็นคีย์ที่มากกว่านี้
- 2.6 สำหรับผู้เรียนที่อยู่ในระดับสูง ถ้าให้ผู้เรียนเขียนคำตอบเองต้องเขียนโปรแกรมให้สามารถรับคำตอบ ซึ่งในบางครั้งอาจจะมีการสะกดคำผิด และใช้คำตอบที่ไม่คาดคิดมาก่อนได้
- 2.7 นอกจากการประเมินผลโดยคอมพิวเตอร์แล้ว อาจจะทำให้มีการประเมินผลโดยเพื่อนนักเรียนด้วยกันหรือโดยครู ด้วยการให้คำสั่งต่าง ๆ ที่จะต้องใช้ได้

3. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Feedback)

การจะให้ข้อมูลย้อนกลับในตอนที่ไหนนั้น ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ ถ้าเป็นบทเรียนที่เกี่ยวกับความจำ ควรให้ข้อมูลย้อนกลับทุกครั้ง แต่ถ้าเป็นการเรียนในระดับสูงหรือเป็นนามธรรม ก็ควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับในตอนท้ายบทเรียน โดยมีหลักการให้ข้อมูลย้อนกลับดังต่อไปนี้

3.1 ต้องให้ข้อมูลย้อนกลับทันที หลังจากให้ผู้เรียนตอบคำถาม

3.2 ควรหลีกเลี่ยงข้อมูลย้อนกลับชนิดถูก ผิด เพราะจะถือว่าเป็นเพียงการยืนยันคำตอบเท่านั้น

3.3 เมื่อผู้เรียนตอบถูก ควรจะต้องให้ข้อมูลย้อนกลับให้ผู้เรียนได้ทราบว่าคำตอบนั้นถูก ทำไมจึงถูก และให้ข้อมูลย้อนกลับเมื่อนักเรียนตอบผิด ทำไมจึงผิด และให้คำตอบที่ถูกต้องว่าคืออะไร

3.4 เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิด ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตอบคำถามเดิมใหม่อีกครั้ง ถ้าผู้เรียนยังตอบผิดซ้ำก็บอกคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมการอธิบายว่าทำไมจึงถูกต้อง

3.5 ควรจัดข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันออกไปตามระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนที่เรียนอ่อนควรจะให้ข้อมูลย้อนกลับแบบที่มีการอธิบายเพิ่มเติม มีการช่วยเหลือและกระตุ้นผู้เรียน

3.6 การให้ผลข้อมูลย้อนกลับที่ดี ไม่ควรให้ซ้ำ ๆ และเหมือน ๆ กัน หรือการให้ที่เป็นแบบแผนตายตัว ควรจะให้ผลข้อมูลย้อนกลับที่แตกต่างกันออกไป

3.7 ควรให้ข้อมูลย้อนกลับที่มีลักษณะเป็นการเสริมแรง คือมีทั้งข้อมูลและความน่าสนใจมากกว่าที่จะเป็นข้อเสนอหรือการติชมอย่างง่าย ๆ

4. การควบคุมบทเรียน

การควบคุมบทเรียนเป็นปัจจัยที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลักการควบคุมบทเรียนมีหลักการดังต่อไปนี้

4.1 ควรมีการทดสอบก่อนเรียนและเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่ได้คะแนนสูงสามารถเลือกวิธีการเรียนและระดับความยากง่ายของบทเรียนได้ แต่ถ้านักเรียนที่ได้ผลคะแนนการทดสอบก่อนเรียนต่ำ ควรให้เรียนไปตามลำดับขั้นตอนของบทเรียน

4.2 ควรแนะนำกับผู้เรียนเกี่ยวกับตัวเลือกในการควบคุมบทเรียนก่อนเรียน

4.3 ควรจัดระดับความยากง่ายของคำถามให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์และผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย โดยการเรียงคำถามจากง่าย ๆ ไปหาคำถามที่ยาก ๆ และควรคำนึงถึงชนิดของเนื้อหาและความสัมพันธ์ของเนื้อหาด้วย

4.4 ควรมีตัวอย่างคำถามและคำตอบ และไม่ควรมีให้ผู้เรียนข้ามกรอบตัวอย่างไป

4.5 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนเลือกจำนวนคำถามตามความต้องการได้ และหลังจากตอบคำถามในแต่ละข้อแล้ว ผู้เรียนสามารถเลือกทำแบบฝึกหัดข้อต่อไปหรือสามารถเลือกเรียนในเรื่องต่อไปได้

4.6 ผู้เรียนควรจะสามารถเลิกหรือเริ่มบทเรียนได้ทุกขณะ เช่น ในกรณีที่กำลังทำแบบฝึกหัด ผู้เรียนสามารถหยุดและกลับไปยังบทเรียนได้

4.7 หลังจากที่ผู้เรียนเรียนจบบทเรียนแล้ว ควรแสดงคะแนนก้าวหน้าของผู้เรียนด้วย

สுகรี รอดโพธิ์ทอง (2535 : 42) กล่าวถึงเทคนิคการออกแบบบทเรียนที่ดี ควรเน้นในเรื่องของการใช้ภาพเป็นสื่อกลาง การใช้คำหรือข้อความควรสั้น สื่อความหมายได้ชัดเจน และสาระสำคัญอีกอย่างหนึ่งคือรูปแบบการเขียนบทเรียนที่เกี่ยวข้องกับขั้นตอนของการสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ได้ดีที่สุด ขั้นตอนการออกแบบบทเรียนดังกล่าวได้ดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 เหตุการณ์ ของ Gagne พอสรุปได้ดังนี้

1. ได้รับความสนใจ ก่อนเริ่มเรียนนั้นควรกระตุ้นและจูงใจผู้เรียนด้วยการใช้ภาพ สีและเสียงหรือประกอบกันหลาย ๆ อย่าง โดยการสร้าง Title ของบทเรียนเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจ เป็นการเตรียมความพร้อมที่จะศึกษาเนื้อหา ข้อสำคัญของ Title นั้นควรให้ผู้เรียนรู้สึกสนใจที่จอภาพ ไม่ใช่ต้องพะวงที่เป็นพิมพ์ การได้รับความสนใจนั้นผู้ออกแบบต้องคำนึงถึงหลักการดังนี้

- 1.1 ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับส่วนของเนื้อหา กราฟิกควรมีขนาดใหญ่
ง่ายไม่ซับซ้อน
- 1.2 การใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่น ๆ ควรสั้นและง่าย
- 1.3 ควรใช้สีเข้าช่วย โดยเฉพาะสีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้มอื่นที่ตัดกับสีพื้นชัดเจน

1.4 ในกราฟิกดังกล่าวควรบอกชื่อเรื่องบทเรียน

1.5 กราฟิกต้องเกี่ยวข้องกับเนื้อหาและเหมาะสมกับวัยผู้เรียน

2. บอกวัตถุประสงค์ เป็นการบอกประเด็นที่สำคัญของเนื้อหาวิชาให้ผู้เรียนได้รู้ล่วงหน้าแล้ว ยังเป็นการบอกเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย และการที่ผู้เรียนทราบถึงโครงร่างของเนื้อหาอย่างกว้าง ๆ นี้เองช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาในส่วนใหญ่ได้ ซึ่งจะมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพขึ้น

3. ทบทวนความรู้เดิม ก่อนที่จะให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนควรหาวิธีการประเมินความรู้เดิม ซึ่งไม่จำเป็นต้องเป็นการทดสอบเสมอไป อาจอยู่ในรูปของการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้คิดย้อนหลังถึงสิ่งที่ได้เรียนมาก่อน โดยให้เรียนจากบทเรียนที่สร้างขึ้นเป็นชุดบทเรียนที่ต่อ ๆ กันเป็นลำดับ ดังนั้นผู้ออกแบบควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ ดังนี้

3.1 ไม่ควรคาดหวังว่าผู้เรียนจะมีพื้นฐานความรู้เท่ากัน ควรทดสอบก่อนเพื่อเป็นการทบทวน

3.2 การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับและตรงจุด
 3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่เพื่อไปศึกษาทบทวน
 ได้ตลอดเวลา

3.4 กระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูดจะทำให้
 บทเรียนน่าสนใจ

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้
 ง่ายขึ้นและมีความคงทนในการจำได้ดีกว่าการใช้คำพูดเพียงอย่างเดียว ภาพจะช่วยอธิบายสิ่งที่
 เป็นนามธรรมให้ง่ายต่อการรับรู้ แต่ถ้าการใช้ภาพประกอบการศึกษาเนื้อหาอาจจะไม่ได้ผลเท่า
 ที่ควร หากภาพนั้นมีรายละเอียดมากเกินไป ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาทำให้เข้าใจยาก ในส่วนของ
 เนื้อหาที่เป็นคำอ่านไม่ควรมากเกินไป ทำให้ผู้เรียนรู้สึกเบื่อ ผู้ออกแบบจึงควรคำนึงถึงสิ่งต่าง ๆ
 ดังนี้

4.1 การใช้ภาพประกอบต้องเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ

4.2 ใช้เพื่อการเปรียบเทียบ เช่น แผนภูมิ แผนภาพ

4.3 ในส่วนเนื้อหาที่ยากควรใช้ตัวชี้แนะ เช่น ชัดเส้นใต้ การตีกรอบ

การใช้สี หรือการชี้แนะด้วยคำพูด

4.4 การจัดรูปแบบของการอ่านให้หน้าอ่าน ถ้ายาวควรแบ่งเป็นตอน ๆ มี
 การยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย

4.5 บางครั้งควรให้ผู้เรียนได้ทำอย่างอื่นแทนการกด Enter เช่น ปล่อยให้
 พิมพ์บ้าง

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ ผู้เรียนจะจำได้ดีหากมีการจัดระบบการนำเสนอ
 เนื้อหาที่สัมพันธ์กับประสบการณ์เดิมหรือความรู้เดิม ควรต้องคำนึงถึงขั้นตอนดังนี้

5.1 แสดงให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ส่วนย่อย
 สัมพันธ์กับส่วนใหญ่อะไร

5.2 ให้ความสัมพันธ์ของสิ่งใหม่กับสิ่งที่มีประสบการณ์มาแล้ว โดย
 กระตุ้นให้คิดถึงความรู้และประสบการณ์เดิม

5.3 การเสนอเนื้อหายาก ควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่นามธรรม

6. กระตุ้นการตอบสนอง การใช้คอมพิวเตอร์จะได้เปรียบกว่าสื่ออื่น ๆ คือ
 มีกิจกรรมได้หลายลักษณะ สามารถมีปฏิสัมพันธ์ ทำให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิด ทำให้
 โครงสร้างทางความจำดีขึ้น ควรให้ผู้เรียนมีกิจกรรมดังนี้

6.1 พยายามให้ผู้เรียนตอบสนองด้วยวิธีการใดวิธีการหนึ่งตลอด
 การเรียน

6.2 ให้มีโอกาสได้พิมพ์ข้อความสั้น ๆ เพื่อเรียกความสนใจ

6.3 ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ไร่้ความคิดและจินตนาการด้วยคำถาม

6.4 การตอบสนองอยู่บนแฟรมเดียวกันกับคำถามและข้อมูลย้อนกลับ
 ควรอยู่บนแฟรมเดียวกันด้วย

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ จะมีหลักการดังนี้
 - 7.1 ให้ข้อมูลย้อนกลับทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง
 - 7.2 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าคุณหรือผิด
 - 7.3 แสดงคำถาม คำตอบ ข้อมูลย้อนกลับ บนเฟรมเดียวกัน
8. ทดสอบความรู้ มีข้อเสนอแนะดังนี้
 - 8.1 ต้องแน่ใจว่าสิ่งที่วัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ของบทเรียน
 - 8.2 หลีกเลี่ยงการพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
 - 8.3 ควรบอกผู้เรียนว่า ควรจะตอบคำถามด้วยวิธีใด
 - 8.4 อย่าทดสอบโดยใช้ข้อเขียนเพียงอย่างเดียวควรใช้ภาพประกอบด้วย
 - 8.5 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิดหากพิมพ์ผิดพลาด หรือเว้นวรรคผิดหรือใช้ตัวพิมพ์เล็กแทนตัวพิมพ์ใหญ่
9. การจำและนำไปใช้ เป็นขั้นตอนที่ให้โอกาสผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนและซักถามปัญหาก่อนจบบทเรียน ผู้สอนควรได้แนะนำการนำความรู้ไปใช้ หรือค้นคว้าเพิ่มเติม
 - 9.1 บอกผู้เรียนว่าความรู้ใหม่มีส่วนสัมพันธ์กับความรู้ หรือประสบการณ์ที่ผู้เรียนเคยคุ้นเคยแล้วอย่างไร
 - 9.2 ทบทวนแนวคิดที่สำคัญเพื่อเป็นการสรุป
 - 9.3 เสนอแนะสถานการณ์ที่เป็นความรู้ใหม่ อาจนำไปใช้ประโยชน์
 - 9.4 บอกผู้เรียนถึงแหล่งข้อมูลที่เป็นประโยชน์ต่อเนื่อง

2.4.6.2 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ขั้นตอนในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีนักการศึกษาได้เสนอแนวคิดไว้หลายท่านด้วยกัน ดังนี้

ศิริชัย สวงนแก้ว (2534 : 173-179) ได้กล่าวถึงลำดับขั้นตอนของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 3 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนการออกแบบ ขั้นตอนการสร้างและขั้นตอนการประยุกต์ใช้ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบ (Instructional Design)

ขั้นนี้เป็นการกำหนดคุณลักษณะและรูปแบบของการทำงานของโปรแกรม โดยจะเป็นหน้าที่ของนักการศึกษา หรือครูผู้สอนที่มีความรู้ในเนื้อหา หลักจิตวิทยาการสอน วิธีการสอน หลักการวัดและประเมินผล ซึ่งต้องมีกิจกรรมร่วมกันพัฒนา ดังนี้

- 1.1 การวิเคราะห์เนื้อหา ครูผู้สอนต้องประชุมปรึกษาหารือ หรือตกลงเลือกเนื้อหาวิชาที่จะนำมาทำเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยมีข้อควรพิจารณาดังนี้
 - 1.1.1 เนื้อหาที่มีการฝึกทักษะซ้ำบ่อย ๆ จะต้องมีภาพประกอบ
 - 1.1.2 ใช้เนื้อหาที่คิดว่าจะช่วยประหยัดเวลาในการสอนได้มากกว่า

วิธีเดิม

1.1.3 เนื้อหาบางอย่างที่สามารถจำลองให้เป็นรูปแบบการสาธิตได้ ถ้าใช้การทดลองจริงอาจจะมีอันตราย หรือต้องใช้วัสดุสิ้นเปลืองมากหรืออุปกรณ์ที่มีราคาแพงมาก ๆ

1.2 การศึกษาความเป็นไปได้ การศึกษาหาความเป็นไปได้มีความจำเป็น เพราะถึงแม้คอมพิวเตอร์จะมีความสามารถเพียงใด แต่ยังมีข้อจำกัดในบางเรื่อง เมื่อครูผู้สอนได้เลือกเนื้อหาและวิเคราะห์ออกมาแล้วว่า เนื้อหาในตอนใดที่จะทำเป็นบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก็มีความจำเป็นที่จะต้องปรึกษากับฝ่ายเทคนิคหรือผู้เขียนโปรแกรม โดยมีข้อที่ควรพิจารณาดังนี้

1.2.1 มีบุคลากร เป็นผู้ที่มีความรู้พอที่จะสามารถพัฒนาโปรแกรมบทเรียนตามความต้องการได้หรือไม่

1.2.2 ใช้ระยะเวลาที่ยาวนานในการพัฒนามากเกินกว่าการสอนธรรมดาหรือพัฒนาด้วยสื่อการสอนแบบอื่นหรือไม่

1.2.3 ต้องการอุปกรณ์พิเศษเพิ่มเติมจากเครื่องคอมพิวเตอร์หรือไม่

1.2.4 มีงบประมาณที่เพียงพอหรือไม่

1.3 กำหนดวัตถุประสงค์ เป็นการกำหนดคุณสมบัติและสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนก่อนและหลังการใช้โปรแกรม โดยจะต้องระบุสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ก่อนที่จะใช้โปรแกรมผู้เรียนจะต้องมีความรู้พื้นฐานอะไรบ้าง

1.3.2 สิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนว่าควรจะได้รับความรู้อะไรบ้างหลังจากการใช้โปรแกรม

1.4 ลำดับขั้นตอนของการทำงาน นำเนื้อหาที่ได้จากการวิเคราะห์และสิ่งที่คาดหวังจากผู้เรียนมาผสมผสานและเรียงลำดับ วางแผนการนำเสนอในรูปแบบของแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) เสร็จแล้วจึงนำมาวิเคราะห์หิววิจารณ์ เพื่อแก้ไข ตัดทอน หรือเพิ่มเติมให้เหมาะสม จากกลุ่มครูผู้สอน

2. ชั้นการสร้าง (Instructional Development)

ขั้นนี้เป็นหน้าที่ของนักคอมพิวเตอร์หรือครูผู้สอน ที่มีความสามารถในการเขียนโปรแกรม โดยจะลำดับขั้นตอนของการทำงาน ดังนี้

2.1 การสร้างโปรแกรม จะนำเนื้อหาที่ทำให้เป็นรูปของแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) แล้ว มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่งหรืออาจเป็นโปรแกรมสำหรับสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะ หลังจากนั้นทำการตรวจสอบข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากสาเหตุดังต่อไปนี้

2.1.1 รูปแบบหรือคำสั่งที่ผิดพลาด เกิดจากสาเหตุของการใช้คำสั่งที่ไม่ถูกต้องตามข้อกำหนดของภาษาที่นำมาใช้

2.1.2 แนวคิดผิดพลาด เกิดจากสาเหตุที่ผู้เขียนเข้าใจขั้นตอนการทำงานที่คลาดเคลื่อน เช่น กำหนดสูตรที่ใช้ผิดพลาด เป็นต้น

2.2 ทดสอบการทำงาน หลังจากที่ได้ตรวจสอบข้อผิดพลาดแล้ว นำโปรแกรมไปให้ครูผู้สอนตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาบนจอภาพ เพราะอาจมีการแก้ไขโปรแกรมบางส่วนแล้วนำไปทดสอบกับผู้เรียนในสภาพการใช้งานจริง เพื่อทดสอบการทำงานของโปรแกรมและหาข้อบกพร่องที่ผู้ออกแบบคาดไม่ถึง เพื่อที่จะได้นำข้อมูลที่ได้เหล่านี้มาปรับปรุงต้นฉบับ และปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมต่อไป

2.3 ปรับปรุงแก้ไข การปรับปรุงแก้ไขนั้นต้องทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงต้นฉบับจริงของแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) ก่อนแล้วจึงไปทำการแก้ไขที่โปรแกรม แล้วนำไปทดลองการทำงานใหม่ ถ้าหากยังพบข้อบกพร่องอีกก็ต้องนำมาแก้ไขปรับปรุงอีก จนกว่าจะได้โปรแกรมที่น่าพอใจของทุกฝ่ายก่อนนำไปใช้งาน และเพื่อให้การนำไปใช้งานให้มีประสิทธิภาพจึงควรมีการจัดทำคู่มือประกอบการใช้โปรแกรม ซึ่งพอแบ่งออกได้ 3 ระดับคือ

2.3.1 คู่มือผู้เรียน

1. บอกชื่อเรื่อง ชื่อวิชา และลำดับชั้น
2. บอกวัตถุประสงค์ของบทเรียน เช่น เพื่อทดสอบความรู้ เพื่อเสริมสร้างความรู้ หรือใช้สอนแทนครู
3. บอกจุดประสงค์ทั่วไปและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
4. บอกโครงสร้างของเนื้อหา หรือบทสรุปของเนื้อหาในบทเรียน
5. ความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนการเรียนรู้
6. แสดงตัวอย่างกรอบภาพในบทเรียนและคำชี้แจงส่วนที่จำเป็น
7. กิจกรรม กฎเกณฑ์ หรือข้อเสนอแนะที่เกี่ยวข้องกับการเรียนหรือการทดสอบ
8. ระยะเวลาในการเรียนโดยประมาณ

2.3.2 คู่มือครู

1. โครงสร้างของเนื้อหา
2. จุดประสงค์ของโปรแกรมที่ใช้ในการสอน
3. ใช้สอนวิชาอะไร ใช้ตอนไหน สัมพันธ์กับวัตถุประสงค์หลักอย่างไร ผู้สอนควรมีความรู้พื้นฐานอะไร
4. เสนอแนะกิจกรรมการเรียนรู้และเวลาที่ใช้
5. ให้ตัวอย่างเพื่อที่จะชี้แนะให้เห็นว่า โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยได้อย่างไร
6. เสนอแนะแหล่งข้อมูลเพิ่มเติมจากบทเรียน

พร้อมกับเฉลย

7. ตัวอย่างแบบทดสอบก่อนการเรียนรู้และหลังการเรียนรู้

ปรับปรุง

2.3.3 คู่มือการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์

1. ชื่อโปรแกรม ชื่อผู้เขียนโปรแกรม ลิขสิทธิ์ วันที่แก้ไข
2. ภาษาที่ใช้ ไฟล์ต่าง ๆ ขนาดของโปรแกรม
3. หน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้ร่วมกัน
4. วิธีการใช้เป็นขั้น ๆ เริ่มตั้งแต่การเปิดเครื่อง
5. คำสั่งต่าง ๆ ที่จะต้องใช้กับโปรแกรม
6. Flow chart ของโปรแกรม
7. ตัวอย่างของการป้อนข้อมูลและการแสดงผล
8. ข้อมูลจากการทดสอบโปรแกรมกับกลุ่มตัวอย่าง

3. ชั้นของการประยุกต์ใช้ (Instruction Implementation)

เป็นการประยุกต์ที่ใช้ในการเรียนการสอน และการประเมินผลโดยนักคอมพิวเตอร์กับ ผู้สอนจะต้องประเมินผลร่วมกันว่า โปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมาเป็น อย่างไร สมควรที่จะนำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่

3.1 ประยุกต์ใช้ในห้องเรียน เป็นการนำโปรแกรมไปใช้ในการเรียน การสอนโดยจะต้องทำตามข้อกำหนดสำหรับการใช้โปรแกรม เช่น

3.1.1 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับสาธิต ทดลอง ผู้สอนควรให้ ผู้เรียนได้ใช้โปรแกรมก่อนที่จะเข้าทำการทดลองจริง ๆ

3.1.2 โปรแกรมที่ออกแบบสำหรับการเสริมการเรียนรู้ ควรจะ กำหนดให้มีกิจกรรมที่เชื่อมโยงสำหรับการใช้โปรแกรม

3.1.3 โปรแกรมที่ใช้เป็นสื่อเสริมให้ผู้เรียนได้เห็นทั้งชั้น อาจต้อง ใช้วิธีการต่ออุปกรณ์ในการขยายภาพไปสู่จอขนาดใหญ่ เพื่อให้ผู้เรียนจะสามารถเห็นได้ทั้งชั้นเรียน

3.2 ประเมินผล เป็นขั้นตอนสุดท้ายสำหรับการประยุกต์ใช้โปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงไว้ว่า โปรแกรมที่สร้างขึ้นนั้นเป็นอย่างไร สมควรที่จะ นำไปใช้ในการเรียนการสอนหรือไม่ สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.2.1 การประเมินโดยใช้แบบทดสอบ เพื่อที่จะประเมินว่าหลังจาก ที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้ว ผู้เรียนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามที่ได้ตั้งเอาไว้หรือไม่ โดยผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนและหลังเรียนเพื่อวัดความก้าวหน้าของผู้เรียน วัดความเข้าใจใน เนื้อหา ถ้าผลการทดสอบติดลบหรือการทำผิดสูงเกินกว่า 10 เปอร์เซ็นต์ แสดงว่าผู้เรียน ไม่ได้พัฒนาความรู้เพิ่มเติมแต่อย่างใด จะต้องมีการปรับปรุงต้นฉบับหรือวัตถุประสงค์นั้นใหม่

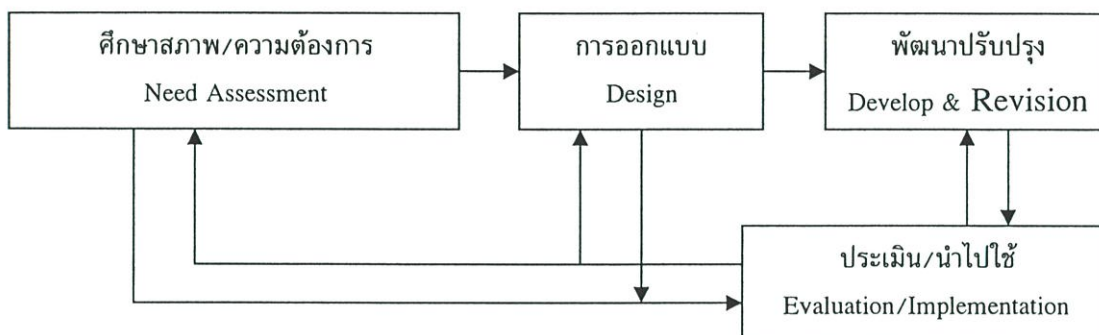
3.2.2 การประเมินผลโดยใช้แบบสอบถาม เพื่อที่จะประเมินส่วน ของโปรแกรมและการทำงานว่า การใช้โปรแกรมกับเนื้อหามีความเหมาะสมหรือไม่ ทศนคติของ

ผู้เรียนที่มีต่อการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นอย่างไร วิธีการใช้โปรแกรมยากง่ายอย่างไร วิธีการเสนอบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความถูกต้อง เนื้อหาเอกสารประกอบ คู่มือครูและการมีปฏิสัมพันธ์กันอย่างไร

Alessi and Trollip (อ้างใน อีรพงศ์ อ่อนอก. 2540 : 54-55) ได้เสนอรูปแบบกระบวนการพัฒนารูปแบบการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ 8 ขั้นตอน คือ

1. การกำหนดจุดมุ่งหมาย (Define Purpose) กำหนดจุดมุ่งหมายหรือเป้าหมายของบทเรียนเพียงบทเรียนเดียว โดยกล่าวถึงสิ่งที่นักเรียนควรรู้และความสามารถของนักเรียนเมื่อสิ้นสุดการเรียนรู้ที่ต้องการพิจารณา 2 ประการคือ ความรู้พื้นฐาน และลำดับความต่อเนื่องของเนื้อหาใหม่กับความรู้เดิม
2. การรวบรวมทรัพยากร (Collect Resource Materials) ทรัพยากรแบ่งเป็น 3 ประเภทคือ ทรัพยากรด้านเนื้อหาวิชา ได้แก่ ตำราเรียนหนังสืออ้างอิง สื่อต้นแบบ ฟิล์ม เป็นต้น ทรัพยากรด้านการพัฒนาการสอน ได้แก่ ตำราการออกแบบการสอน รูปภาพแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) เครื่องพิมพ์ดีดและบุคลากรด้านการออกแบบการสอน เป็นต้น ทรัพยากรที่เกี่ยวกับระบบการส่งผ่าน ได้แก่ เครื่องคอมพิวเตอร์ คู่มือปฏิบัติการของเครื่อง เป็นต้น
3. การสร้างเนื้อหาบทเรียน (Generate Ideas for the Lesson) วิธีที่ดีที่สุดสำหรับขั้นตอนนี้คือ การระดมความคิด ซึ่งจะช่วยให้ได้ความคิดที่สร้างสรรค์และน่าสนใจ เรื่องที่ให้ระดมความคิดมี 2 เรื่องคือ เรื่องที่ควรสอนและวิธีการสอน
4. ลำดับเนื้อหาบทเรียน (Organize Ideas for the Lesson) จัดรายการความคิดที่ไม่มีคุณค่าออกไป จัดลำดับรายการ แสดงรายละเอียดและทำการปรับความคิดที่ดี ๆ
5. การผลิตบทเรียนบนกระดาษ (Produce Lesson Display on Paper) เริ่มตั้งแต่การร่างเนื้อหาการสอน ซึ่งได้จาก การเสนอข้อเสนอสั้นๆ คำถาม ข้อมูลย้อนกลับ คำแนะนำ และการกราฟิกต่างๆ จนถึงการทำแผ่นแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) ซึ่งเป็นภาพแทนของภาพบนจอ
6. การเขียนผังงาน (Flowchart the Lesson) เป็นผังงานแสดงการทำงานของโปรแกรมซึ่งควรแสดงรายละเอียดของข้อความ คำถาม โอกาส การเลือก กราฟิก ฯลฯ งานในขั้นนี้มีรายละเอียดมาก ควรทำเป็นชุดโดยเริ่มจากผังงานที่แสดงเฉพาะหลักการสำคัญจนถึงขั้นสุดท้ายที่มีรายละเอียดสมบูรณ์
7. การเขียนโปรแกรม (Program the Lesson) เป็นกระบวนการแปลงผังและแผ่นสตอรี่บอร์ดลงเครื่อง
8. การประเมินคุณภาพและประสิทธิภาพของบทเรียน (Evaluate the Quality and Effectiveness of the Lesson) มีข้อพิจารณา 2 ประการคือ รูปลักษณ์ที่น่าสนใจและการทำงานที่มีประสิทธิภาพโดยประเมินจากความเห็นของครู หรือนักออกแบบการสอน และจากการนำไปใช้จริง

ฉลอง ทับศรี (2536 : 3-15) ได้กล่าวไว้ว่า ในกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในยุคที่มีการใช้ระบบช่วยสร้างบทเรียนมาช่วยในการเขียนโปรแกรมนั้น ประเด็นสำคัญของการพัฒนา จะอยู่ที่การออกแบบการเรียนการสอนและได้เสนอขั้นตอนในการออกแบบและพัฒนาไว้ดังนี้



ภาพที่ 2.13 แสดงโครงสร้างการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ขั้นศึกษาสภาพ/ความต้องการ (Needs Assessment) ผู้ออกแบบบทเรียนจะต้องศึกษาและทำความเข้าใจอย่างถ่องแท้ ในสิ่งต่อไปนี้
 - 1.1 ทำความรู้จักผู้เรียนหรือวิเคราะห์ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นอายุ ความสามารถ ด้านภาษา ความชอบ ความสนใจ ทักษะคติ ความเชื่อพื้นฐาน อื่น ๆ ที่ส่งผลต่อการใช้บทเรียน ก่อนที่จะสร้างบทเรียนขึ้น
 - 1.2 ศึกษาสภาพแวดล้อมของการใช้บทเรียนที่จะสร้างขึ้นเช่น เวลาเริ่มบทเรียนจำเป็นต้องมีครูช่วยเหลือหรือไม่ ถ้าใช้เสียงประกอบจะรบกวนคนอื่นหรือไม่ จะใช้บทเรียนที่ไหน ต้องใช้กับเครื่องชนิดใด
 - 1.3 เงื่อนไขและข้อจำกัดต่าง ๆ ในการสร้างเช่น เวลาที่จะต้องสร้างและกำหนดเวลาในการทดสอบและปรับปรุง งบประมาณที่ต้องใช้แหล่งทรัพยากร อันได้แก่ เครื่องที่ต้องใช้บุคลากรที่จะมาร่วมงาน
 - 1.4 ศึกษาและกำหนดจุดมุ่งหมายของบทเรียนในลักษณะของจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรม ซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายด้านพุทธิพิสัย (Cognitive) จุดมุ่งหมายด้านจิตพิสัย (Affective) จุดมุ่งหมายด้านทักษะพิสัย (Psychomotor skill)
2. ขั้นการออกแบบ (Design) เป็นขั้นตอนการศึกษาการออกแบบเพื่อได้มาซึ่งวิธีการที่ดีที่สุด อันจะทำให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยมีขั้นตอนดังนี้
 - 2.1 ตัดสินใจว่าจะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในรูปแบบใดเช่น เสนอเนื้อหา (Tutorials) ฝึกปฏิบัติ (Drills) เกมการศึกษา (Instructional Games) การจำลองสถานการณ์ (Simulations) หรือจะใช้หลายรูปแบบร่วมกัน

2.2 กำหนดลักษณะการสอนว่าจะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสอนในลักษณะใดเช่น รายบุคคล กลุ่มเล็ก กลุ่มใหญ่

2.3 นำจุดมุ่งหมายเชิงพฤติกรรมมากำหนดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนซึ่งประกอบด้วย จุดมุ่งหมายด้านพุทธิพิสัย จุดมุ่งหมายด้านจิตพิสัย จุดมุ่งหมายด้านทักษะพิสัย

2.4 พิจารณาหลักจิตวิทยาการเรียนการสอนสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้แก่

2.4.1 หลังจากให้สิ่งเร้า (Stimulus) แล้ว เช่น ให้ตอบคำถามควรให้มีการตอบสนอง (Response) ทันที มิฉะนั้นการเรียนรู้จะไม่เกิดเท่าที่ควร

2.4.2 การได้กระทำซ้ำ ฝึกบ่อย ๆ ช่วยให้การเรียนรู้ได้แนบแน่นและจำได้นานยิ่งขึ้น

2.4.3 การได้ทราบผลของการกระทำ เช่น ตอบคำถามหรือการฝึกปฏิบัติว่า ถูกหรือผิด จะช่วยให้เรียนได้ดียิ่งขึ้น

2.4.4 การเรียนรู้จะเกิดได้ดี ถ้าผู้เรียนได้รับการชี้แนะในตอนต้น ๆ แล้วการชี้แนะค่อย ๆ หมดไปในตอนท้าย

2.4.5 การเรียนรู้จะเกิดได้ดี ถ้าผู้เรียนได้รับการปูพื้นฐานที่จำเป็นในการเรียนรู้สิ่งนั้น ๆ ก่อนการเรียน

2.4.6 การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าผู้เรียนได้ใช้วิธีการเรียนรู้ของตนเองที่มีอยู่

2.4.7 การเรียนรู้จะเกิดขึ้นได้ดี ถ้าการสอนได้ปรับให้ตรงกับความต้องการและลักษณะของผู้เรียน

2.4.8 ผู้เรียนจะเรียนได้ดี ถ้าได้ทำกิจกรรมที่มีความหมายด้วยตนเอง

2.4.9 ความสำเร็จของการเรียนขึ้นอยู่กับทัศนคติ ในการทำกิจกรรมของผู้เรียน

2.4.10 การเรียนรู้โมติ (Concept) จะเกิดขึ้นได้ดีถ้าใช้ตัวอย่างมาก ๆ

2.4.11 การเรียนรู้หลักการ (Principle) ทำได้โดยแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของกฎ (Rules) ต่าง ๆ

2.5 พิจารณาลักษณะการนำเสนอเนื้อหา ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งมีอยู่หลายลักษณะ ได้แก่

2.5.1 นำเสนอโดยลักษณะเส้นตรง (Linear Design) ปกติจะเริ่มจากง่ายไปหายากเป็นลำดับผู้เรียนทุกคนเรียนเนื้อหาเดียวกันตามลำดับเหมือนกัน

2.5.2 นำเสนอในลักษณะแยกสาขา (Branching Design) เป็นการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะที่ผู้เรียนสามารถจะกระโดดข้ามหรือย้อนกลับไปเรียนเนื้อหาที่ผ่านไปแล้วได้ อาจอยู่ในลักษณะการแยกเดินหน้าหรือแยกถอยหลัง หรือมีทั้งสองลักษณะ

2.5.3 นำเสนอเนื้อหาชนิดโยงโย (Web Design) การเสนอเนื้อหา ลักษณะนี้จะถือว่าเนื้อหาย่อย ๆ ทั้งหมดมีความสัมพันธ์กันดังนั้นจึงสามารถเสนอเนื้อหาตอนใด ตอนหนึ่งเมื่อใดก็ได้ดังนั้นการทำเนื้อหาหลักโยงโยนี้จึงจำเป็นต้องบอกให้รู้ว่าเนื้อเรื่องนั้น ๆ มีความเกี่ยวข้องสัมพันธ์กับเนื้อหาอื่น ๆ อย่างไรลักษณะการเสนอเนื้อหาที่มีลักษณะของโย แมงมุม

2.6 กำหนดการวัดประเมินผล ได้แก่

2.6.1 พิจารณาว่าจะมีข้อสอบก่อนเรียนหรือไม่ และจะใช้มันเมื่อใด อย่างไร นั่นคือใช้เพื่อวิเคราะห์ หรือจัดลำดับความรู้ผู้เรียน ฯลฯ

2.6.2 ข้อสอบหลังเรียน จะเป็นอย่างไร ใช้เมื่อใด จะมีคะแนนสะสม ไหม จะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเปลี่ยนคำตอบได้ไหม ฯลฯ

2.6.3 กำหนดลักษณะคำถามให้ตรงจุดมุ่งหมายของการเรียนนั้น ๆ

2.6.4 ใช้ข้อมูลย้อนกลับอย่างมีประสิทธิภาพ

2.7 การออกแบบเพื่อกระตุ้นความสนใจผู้เรียน ได้แก่

2.7.1 ใช้คุณลักษณะต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ในการกระตุ้นความสนใจ เช่น ใช้สี ขนาดตัวอักษร อัตราความเร็วในการแสดงข้อความ เสียง ใช้การกระพริบ (Flashing) ใช้การกลับภาพผืน (Inversing) ใช้การดิงภาพ (Zooming) การกวาดภาพ (Panning) การเลื่อนภาพขึ้น-ลง ใช้การซ่อนภาพการในลักษณะ Fade In - Fade Out ฯลฯ

2.7.2 ออกแบบสาระให้กระตุ้นความสนใจ ได้แก่ เลือกใช้เรื่องใกล้ตัว ยึดหลักการของการออกแบบ เช่น ความเป็นเอกภาพ มีความง่าย มีความสมดุล มีความกลมกลืน มีการเน้น เลือกสิ่งที่มีความซับซ้อนไม่ให้เกิดความสามารถในการรับรู้ของคน จะช่วยสร้างและคงความสนใจของผู้เรียนได้ดี

2.8 การออกแบบ กรอบ/จอ คอมพิวเตอร์ ชนิดของกรอบในบทเรียน ประกอบด้วย กรอบช่วยนำเนื้อหา กรอบสอน กรอบคำถาม ในการออกแบบกรอบภาพดังกล่าว จะต้องคำนึงถึง การกำหนดตำแหน่งการใช้งานบนจอปริมาณเนื้อหาบนจอรูปแบบการแสดงผลข้อมูล

2.9 การเขียนแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) หลังจากได้กำหนดสิ่งต่างๆทั้งหมดแล้ว ก็จัดการเขียนรายละเอียดต่างๆบนแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) แนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) จะบอกรายละเอียดของการเปลี่ยนแปลงบนจอภาพแต่ละจอ เช่น มีอะไรเพิ่มหรือถูกตัดออกไป

ผู้ออกแบบจะต้องสร้างแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) จนครบตามเนื้อหา จากนั้นนำแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) ทั้งหมดมาตรวจสอบ แล้วหาวิธีการที่จะทำให้ผู้เรียนได้มีโอกาสโต้ตอบกับบทเรียนให้มากที่สุด

3. ขั้นพัฒนาปรับปรุง (Development & Revision)

เป็นการนำเอาแนวคิดรูปแบบ ที่วางไว้ในขั้นการวางแผนโดยเฉพาะแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) มาจัดทำเป็นบทเรียน กิจกรรมในขั้นนี้ประกอบด้วย

3.1 การเขียนผังงาน (Flowchart) เป็นการบอกว่าจะต้องทำอะไรตรงไหน
อย่างไร

3.2 การเขียนโปรแกรม/ใช้โปรแกรมช่วยเขียน (Programming/Authoring) เป็น
การลงมือสร้างบทเรียน

3.3 การตรวจสอบโปรแกรม (Testing & Debugging) เป็นการตรวจดูว่า โปรแกรม
ทำงานที่เราต้องการให้มันทำได้หรือไม่รวมถึงการแก้ไขข้อผิดพลาด (Debug) ส่วนของโปรแกรม
ที่ยังติดขัดอยู่

3.4 นำบทเรียนไปทดลองใช้จริงกับผู้เรียนเป็นรายบุคคล (One to One Try Out)
เพื่อดูว่าบทเรียนนั้น ๆ จะสามารถใช้ได้กับผู้เรียนจริงที่เรากำหนดไว้หรือไม่ มีส่วนใดบ้างที่มีปัญหา
เพื่อนำผลงานมาปรับปรุง แก้ไขบทเรียนต่อหรือไป การแก้ไขปรับปรุงนี้ อาจจะต้องย้อนไปแก้ไข
ปรับปรุงสตอรี่บอร์ดและผังการทำงานด้วย การปรับปรุงนี้ต้องทำอย่างต่อเนื่อง

3.5 สร้างส่วนอื่น ๆ ต่อไป ปกติการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะนิยม
สร้างเป็นส่วน ๆ (Module) เมื่อเสร็จส่วนหนึ่งแล้วไปทดลองพอเห็นว่าใช้ได้แล้วจึงกลับไปสร้าง
ส่วนอื่น ๆ ต่อไป

3.6 เขียนเอกสารกำกับบทเรียน (Documentation) เอกสารดังกล่าวจะช่วยให้
รายละเอียดเกี่ยวกับเนื้อหาวิชา จุดมุ่งหมายระดับผู้เรียนและรวมถึงวิชาการใช้บทเรียน ชนิดของ
เครื่องคอมพิวเตอร์ความสามารถของเครื่องและอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่จำเป็นต้องใช้

4. ชั้นประเมินโปรแกรม (Evaluation) การประเมินนี้จะประเมินในสิ่งต่อไปนี้

4.1 ประเมินตัวบทเรียน โดยดูว่าบทเรียนช่วยให้ เกิดการเรียนรู้ตาม
จุดมุ่งหมายหรือไม่เพียงใด ทำให้ผู้เรียนพึงพอใจ เกิดความสนใจ เกิดความอยากเรียน และมี
ความง่ายยาก ในการใช้งานเพียงใด

4.2 ประเมินเอกสารประกอบโปรแกรม โดยดูว่า เอกสารได้บอกจุดมุ่งหมาย
วิธีการใช้และแนวทางการประยุกต์ใช้ไว้ชัดเจนเพียงใดรวมทั้งบอกแนวทางแก้ปัญหา ในกรณีที่มี
การติดขัดในการใช้โปรแกรมไว้หรือไม่เพียงใด

จากการศึกษาขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สรุปได้ว่า การพัฒนา
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นจะต้องอาศัยการทำงานที่เป็นระบบและมีขั้นตอนที่ชัดเจน ซึ่ง
จะต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถไม่ว่าจะเป็นด้านเนื้อหา ด้านการออกแบบการเรียนการสอน
และด้านการเขียนโปรแกรมมาทำงานร่วมกัน โดยมีกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์
ช่วยสอนมีขั้นตอนสรุปได้ดังนี้

1. ขั้นการวางแผน
2. ขั้นการออกแบบ
3. ขั้นการพัฒนา/ปรับปรุง
4. ขั้นการประเมิน/นำไปใช้

2.4.7 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การหาประสิทธิภาพของบทเรียน เป็นขั้นตอนของการทดสอบหาผลที่ได้จากการนำบทเรียนไปทดลองใช้ว่า สามารถบรรลุตามจุดมุ่งหมายของบทเรียนได้มากน้อยเพียงใด ซึ่งจะกระทำหลังจากบทเรียนถูกสร้าง ตรวจสอบ แก้ไขและปรับปรุงจนสมบูรณ์ โดยดำเนินการตามกระบวนการทดลองหาประสิทธิภาพของสื่อการเรียนการสอน (ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2573 : 35-36) มีนักวิชาการหลายท่านที่ให้แนวคิดเกี่ยวกับการปรับปรุงสื่อการเรียนการสอน แบ่งออกเป็น 3 แนวคิด ดังนี้

แนวคิดที่ 1 Borg and Gall (1988 : 229)

Borg and Gall ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขสื่อการเรียนการสอนทั่ว ๆ ไปไว้ 3 ขั้นตอน คือ

1. การทดสอบภาคสนามเบื้องต้นและการปรับปรุงแก้ไข (Preliminary Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 13 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 512 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องของสื่อด้วยวิธีการสอบถามความคิดเห็น

2. การทดสอบภาคสนามครั้งสำคัญและการปรับปรุงแก้ไข (Main Field Testing and Revision) จากโรงเรียน 515 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 30-100 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจสอบหาข้อบกพร่องและการทดสอบหาประสิทธิภาพของสื่อไปพร้อม ๆ กัน โดยอาศัยรูปแบบการวิจัยเชิงทดลอง หากผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าสื่อที่พัฒนามีข้อบกพร่อง ก็จะปรับปรุงในส่วนที่บกพร่อง เพื่อที่จะนำไปใช้ทดลองในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป แต่หากไม่มีประสิทธิภาพก็จะดำเนินการกับกลุ่มตัวอย่างใหม่อีก

3. การทดสอบภาคสนามเชิงปฏิบัติและการปรับปรุงแก้ไขครั้งสุดท้าย (Operational Field Testing and Final Revision) จากโรงเรียน 10-30 โรงเรียน กลุ่มตัวอย่างประมาณ 40-200 คน มีจุดมุ่งหมายเพื่อตรวจหาข้อบกพร่องของสื่อจากการทดลองใช้ในสถานการณ์จริง กล่าวคือ การทดลองใช้สื่อ ขั้นตอนนี้ผู้พัฒนาสื่อจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องด้วย แต่จะอาศัยผู้ประสานงานดำเนินการแทน ข้อมูลที่ได้รับรวบรวมมาจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อหาข้อบกพร่องเป็นครั้งสุดท้าย ก่อนที่จะนำไปใช้จริงให้เกิดประโยชน์ต่อไป

แนวคิดที่ 2 Mayer (1984 : 305-344)

Mayer ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขชุดฝึกด้วยตนเองไว้ 3 ขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การพิจารณาจากกลุ่มเพื่อน (Judgement by Peers) โดยให้ศึกษาชุดฝึกที่ละเอียดและหลังจากการศึกษา ผู้พัฒนาชุดฝึกจะสอบถามความคิดเห็นทั่ว ๆ ไปเกี่ยวกับชุดฝึก หลังจากนั้นจึงร่วมกันพิจารณาหาข้อบกพร่องเป็นรายหน้า และหลังจากนั้นให้ผู้ฝึกชุดฝึกตอบแบบสอบถามแบบประเมินค่าและแบบปลายปิด เพื่อที่จะได้นำไปพิจารณาหาข้อบกพร่องต่อไปอีก

2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Trial with Small Group) จากอาสาสมัครประมาณ 3-5 คน จะมีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน มีการสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน

หลังจากศึกษาเสร็จผู้เรียนจากชุดฝึกจะร่วมกันอภิปรายชี้แจงถึงข้อบกพร่องของชุดฝึกเพื่อพัฒนาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

3. การทดลองกับชั้นเรียนที่เป็นตัวแทน (Trial with Representative Classes)
การดำเนินการในแบบนี้จะคล้าย ๆ กับขั้นตอนที่ 2 คือให้มีการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจึงได้จากแบบสอบถาม และนำมาวิเคราะห์เพื่อที่จะหาข้อบกพร่องของสื่อเพื่อที่จะได้ทำการปรับปรุงแก้ไขต่อไป

แนวคิดที่ 3 Espich and Williams (1967 : 75-79)

Espich and Williams ได้อธิบายถึงการทดลองใช้และการปรับปรุงแก้ไขสื่อการสอนและบทเรียนสำเร็จรูปไว้ 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. การทดสอบทีละคน (One to One Testing) จากกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนระดับที่ต่ำกว่าปานกลางเล็กน้อย จำนวน 2-3 คน เพื่อให้ศึกษาสื่อที่พัฒนาขึ้นและหลังจากที่ศึกษา ผู้พัฒนาสื่อจะทำการสอบถามความคิดเห็นเกี่ยวกับข้อบกพร่องของสื่อจากกลุ่มตัวอย่างนั้น

2. การทดลองกับกลุ่มเล็ก (Small Group Testing) ในขั้นนี้จะใช้ผู้ทดลองเป็นกลุ่มประมาณ 5-8 คน จะดำเนินการที่คล้ายกับขั้นตอนที่ 1 แต่จะให้กลุ่มตัวอย่างได้รับการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วย เพื่อที่จะได้นำผลไปวิเคราะห์ทดสอบประสิทธิภาพของสื่อโดยอาศัยเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ซึ่ง 80 ตัวแรก หมายถึงคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนทั้งหมดเมื่อคิดเป็นร้อยละแล้วได้ 80 หรือสูงกว่า 80 และส่วน 80 ตัวหลัง หมายถึงผู้เรียนร้อยละ 80 ของทั้งหมดสามารถทำข้อสอบได้ถูกต้อง ถ้าหากผลการวิเคราะห์เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังกล่าวก็ปรับปรุงแก้ไขเฉพาะข้อที่บกพร่องเพื่อนำไปทดลองในขั้นที่ 3 ต่อไป และถ้าหากผลของการวิเคราะห์ไม่เป็นไปตามกฎเกณฑ์ดังกล่าว ก็จะมีการดำเนินการตามวิธีการเดิมกับกลุ่มตัวอย่างใหม่จนกว่าจะได้ตามกฎเกณฑ์ที่กำหนด

3. การทดสอบภาคสนาม (Field Testing) เป็นการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นประชากรเป้าหมายจริง โดยที่ผู้พัฒนาสื่อจะไม่เข้าไปเกี่ยวข้องกับการทดลองด้วย แต่อาศัยครูผู้สอนดำเนินการแทนโดยใช้วิธีการดำเนินการเช่นเดียวกับวิธีการในขั้นตอนที่ 2

2.4.8 เกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียน

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ (2521 : 134-136) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมเป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดให้เป็นเปอร์เซ็นต์ผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ของผลการเรียนหลังการเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 หรือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ประสิทธิภาพของกระบวนการ คือ การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) ของผู้เรียน ได้แก่ การประกอบกิจกรรมกลุ่ม งานที่ได้รับมอบหมายหรือกิจกรรมอื่น ๆ ที่ผู้สอนกำหนดไว้

ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คือ การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) โดยพิจารณาจากการสอนหลังเรียน และการสอบไล่

การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ใช้สูตร(เสาวณีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528 : 294-295) ดังนี้

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

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

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคือระดับที่ผู้พัฒนาบทเรียนมีความพอใจว่าหากบทเรียนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้วจะมีคุณค่า น่าพอใจ ซึ่งเรียกระดับประสิทธิภาพที่น่าพอใจนั้นว่าเกณฑ์ประสิทธิภาพ

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่า เมื่อเรียนจบจากบทเรียนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถทำแบบฝึกหัดหรืองานได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียนได้ผลเฉลี่ย 80%

สำหรับเกณฑ์การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น มีนักการศึกษาได้ให้ความเห็นเกี่ยวกับเกณฑ์ประสิทธิภาพที่เหมาะสมไว้ เช่น ไชยยศ เรืองสุวรรณ ให้ความเห็นว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนนั้น ควรใช้เกณฑ์ 90/90 ส่วน ฉลองชัย สุรวัฒนบุรณ์ ให้ความเห็นว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนเกี่ยวกับเนื้อหาที่เป็นความรู้ความเข้าใจควรใช้เกณฑ์ 90/90 สำหรับเนื้อหาที่เป็นวิชาทักษะควรใช้เกณฑ์ 80/80 (อารีย์ มีมุ่งกิจ. 2541 : 33)

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนหรือไม่นั้น ให้ถือค่าแปรปรวน 2.5-5% นั่นคือ ประสิทธิภาพของบทเรียนไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 5% แต่โดยปกติจะกำหนดไว้ $\pm 2.5\%$ เช่น ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพไว้ 90/90 เมื่อทดสอบแบบ 1 : 100 แล้ว บทเรียนนั้นมีประสิทธิภาพ

87.5/87.5 เราก็สามารถยอมรับได้ว่าชุดการสอนนั้นมีประสิทธิภาพ การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนมี 3 ระดับ คือ สูงกว่าเกณฑ์ เท่าเกณฑ์ และต่ำกว่าเกณฑ์แต่ยอมรับว่ามีประสิทธิภาพ (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช. 2525 : 247-252)

2.5 โปรแกรม Macromedia Authorware

2.5.1 โปรแกรม Macromedia Authorware

สำหรับโปรแกรมที่ช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ถูกพัฒนาขึ้นให้สามารถทำงานภายใต้ระบบมัลติมีเดียได้ ซึ่งเรียกว่า Multimedia Authoring Tools ซึ่งมีอยู่หลายโปรแกรมด้วยกัน เช่น โปรแกรมไทท์สน์, Phoenix, Authorware, จูฬา CAI ,Toolbook, Director แต่ละโปรแกรมมีความยากง่ายและข้อเด่นข้อด้อยในการนำไปใช้ในการพัฒนาแตกต่างกันและปัจจุบันโปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมหนึ่งที่นิยมใช้สำหรับการพัฒนาโปรแกรมประยุกต์ โดยเฉพาะด้านการเรียนการสอน การฝึกอบรม ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Authorware และมีผู้ให้ความหมายของโปรแกรม Authorware ไว้ดังนี้

บุญเรือน พลฤกษ์ศศิธร (2542 : 1) ได้ให้ความหมายไว้ว่า โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการสร้างงานที่เรียกว่า Presentation หรือการนำเสนอรายงาน สามารถสร้างงานที่เป็นลักษณะมัลติมีเดีย ที่การแสดงผลอาจเป็นข้อความ รูปภาพ กราฟิก การเคลื่อนไหว เสียงประกอบ และสามารถแสดงผลได้พร้อม ๆ กันด้วย นอกจากนี้ยังสามารถสร้างการโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างเหมาะสมกับชิ้นส่วนและเนื้อหาของข้อมูล ซึ่งโปรแกรม Authorware สามารถนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ โดยไม่จำเป็นต้องมีความรู้ในการเขียนโปรแกรม

ไพโรจน์ คชชา (2539 : 7) กล่าวว่า โปรแกรม Authorware เป็นโปรแกรมประเภท Authoring System เป็นโปรแกรมสำเร็จรูป ที่อำนวยความสะดวกสำหรับการนำประพันธ์เรื่องราวมาใช้ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถช่วยให้ผู้สร้างบทเรียนที่สามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้หลายรูปแบบ เป็นโปรแกรมที่ใช้ง่ายและสะดวกมีการใช้สัญลักษณ์แทนคำสั่ง ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องจำคำสั่งให้ยุ่งยาก

2.5.2 คุณสมบัติของโปรแกรม Macromedia Authorware

โปรแกรม Authorware เป็นระบบช่วยสร้างบทเรียน (Authoring System) ที่พัฒนาขึ้นโดยบริษัท แมคโครมีเดีย (Macromedia. 1993 : 1-24) สหรัฐอเมริกา ซึ่งพัฒนามาใน 2 ส่วน คือ ส่วนแรกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ผู้ใช้ทั่วไปได้ทดลองใช้เรียกว่า Authorware Star ซึ่งมีข้อจำกัดในความสามารถ คือ ใช้พัฒนางานได้สูงสุดไม่เกิน 500 สัญลักษณ์ (Icon) และตัวแปรได้ไม่เกิน 50 ตัวแปร ส่วนที่สองเป็นส่วนที่ถูกพัฒนาให้มีความสามารถสูงขึ้น และสามารถใส่สัญลักษณ์ได้ถึง 16,000 สัญลักษณ์ และใช้ตัวแปรได้มากกว่า 200 ตัวแปร เรียกว่า Authorware Professional แต่ในการนำมาใช้งานต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ โปรแกรม Authorware Professional ถูกพัฒนาให้สามารถใช้งานได้ทั้งภายใต้ระบบของเครื่องคอมพิวเตอร์แมคอินทอช (Macintosh) และภายใต้ไมโครซอฟต์ วินโดวส์ (Microsoft Windows) บนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล

โปรแกรม Authorware มีคุณสมบัติเด่น 3 ประการ ที่สนับสนุนการสร้างงาน การออกแบบงานที่มีปฏิสัมพันธ์ในระบบมัลติมีเดีย ดังนี้

1. Object Authoring เป็นการใช้สัญลักษณ์ (Icon) ทำงานแทนคำสั่งนำมาวางเรียงต่อกันบน Flowline จึงทำให้ผู้ใช้สามารถพัฒนาโปรแกรมหรือออกแบบโปรแกรมได้ง่าย

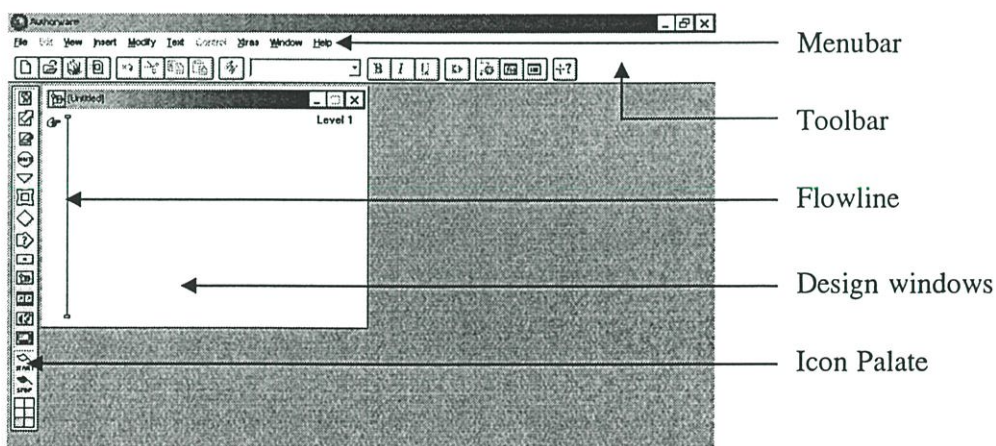
2. Multimedia Tools โปรแกรม Authorware ออกแบบเครื่องมือและอุปกรณ์ในการพัฒนาโปรแกรมด้วยระบบมัลติมีเดียได้อย่างสมบูรณ์ สามารถใช้ได้ทั้งในการเรียนการสอน การอ้างอิง การจำลองสถานการณ์ การนำเสนอสินค้า รวมทั้งการบันเทิง

3. Multipiarform Architechture เป็นความสามารถของโปรแกรมที่ทำได้ทั้งภายใต้ระบบ Microsoft Windows และ Macintosh ซึ่งคำสั่งในการทำงานต่าง ๆ ทั้งสอง Platform ไม่ได้มีความแตกต่างกันมากนัก นอกจากนี้ยังสามารถติดต่อไปยังทรัพยากรภายนอกระบบได้ไม่ว่าจะเป็นการใช้ระบบฐานข้อมูลหรือระบบคอมพิวเตอร์เครือข่าย ยกเว้นในส่วนของมัลติมีเดียและการทำงานของโปรแกรมในสภาพแวดล้อมที่ต่างกัน

ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้นำเอาโปรแกรม Macromedia Authorware มาเป็นระบบช่วยในการสร้างบทเรียน

2.5.3 ส่วนประกอบของโปรแกรม Macromedia Authorware

โปรแกรม Macromedia Authorware มีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังนี้ คือ หน้าต่างโปรแกรม (Program Windows) หน้าต่างออกแบบ (Design Windows) และหน้าต่างนำเสนอ (Presentation Windows)



ภาพที่ 2.14 แสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโปรแกรม Macromedia Authorware

เมื่อเข้าสู่โปรแกรม Macromedia Authorware จะพบหน้าต่างของโปรแกรม ซึ่งมีส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. แถบคำสั่ง (Menu Bar) เป็นเมนูคำสั่งต่าง ๆ ที่มีให้เลือกใช้ ซึ่งมีลักษณะการใช้งานคล้ายกับเมนูคำสั่งของโปรแกรมทั่ว ๆ ไป

2. แถบเครื่องมือ (Tool Bar) เป็นรูปภาพปุ่มคำสั่งที่มีการใช้งานบ่อย ๆ การใช้งานจะสื่อความหมายจากรูปภาพ

3. แถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา (Icon Palette) เป็นการเก็บชุดคำสั่งรูปภาพหรือไอคอน เพื่อให้เลือกหยิบมาใช้โดยการนำไอคอนที่ต้องการมาวางบนโฟลว์ไลน์โดยเรียงลำดับตามความต้องการ

4. แถบชื่อแฟ้ม (File)

4. โฟลว์ไลน์ (Flowline) เป็นเส้นทางเดินของโปรแกรม ที่เกิดจากการนำไอคอนมาวางเรียงลำดับกัน

5. หน้าต่างออกแบบ (Design Windows) เป็นกรอบหน้าต่างที่ใช้สำหรับการออกแบบแอปพลิเคชัน

2.5.4 หลักการทำงานของโปรแกรม Macromedia Authorware

โปรแกรม Macromedia Authorware ใช้เทคนิคการทำงานทางวัตถุ ซึ่งใช้สัญลักษณ์ Icon แทนคำสั่งในการออกแบบและควบคุมการทำงานของโปรแกรม การสร้างโปรแกรมทำงานโดยการนำเอา Icon Palette ไปวางบนเส้น Flowline

2.5.5 แถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา

ไอคอนพาเลตต์ (Icon Palette) ประกอบด้วย ส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. Display Icon ใช้แสดงข้อความหรือกราฟิกบนจอภาพ จะมีเครื่องมือที่ใช้ในการวาดรูป รวมทั้งการแสดงผล ภาพข้อความ Special Effect ที่จะทำให้การนำเสนอข้อความหรือกราฟิกสลับจอนมีลักษณะเหมาะสมกับงานที่นำเสนอ

2. Motion Icon ใช้ทำหน้าที่ ในการเคลื่อนย้ายข้อความ รูปภาพ หรือ Digital Movies ที่อยู่บนจอภาพ จากตำแหน่งหนึ่งไปยังอีกตำแหน่งหนึ่ง สามารถกำหนดเวลาในการเคลื่อนไหวได้

3. Erase Icon ใช้สำหรับลบภาพ ข้อความออกจากภาพ โดยสามารถกำหนด Special Effect ได้เช่นเดียวกับ Display Icon

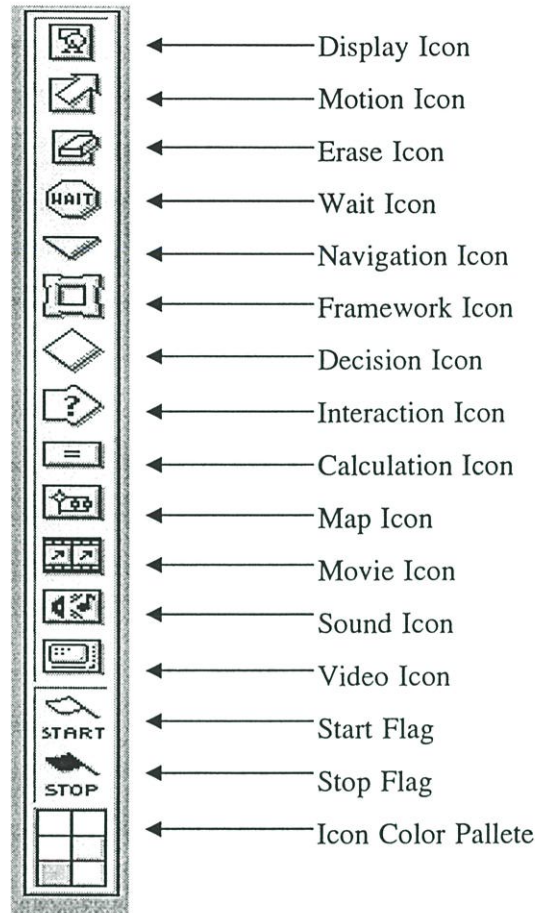
4. Wait Icon ใช้สำหรับหยุดการทำงานของโปรแกรม จนกว่าผู้ใช้จะกดคีย์บอร์ด หรือคลิกเมาส์หรือจนกว่าจะครบเวลาที่กำหนดไว้

5. Navigation Icon ใช้ในการนำไอคอนต่าง ๆ มาเชื่อมโยงเพื่อนำไปใช้ใน Framework Icon

6. Framework Icon ภายในจะมีส่วนประกอบของ Navigation Icon จะใช้สร้าง Condition ของ Hypermedia Interaction รวมถึง Interaction ต่าง ๆ และ Exit Conditions ทำให้การสร้างงานในลักษณะโต้ตอบทำได้ง่าย

7. Decision Icon ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรมเพื่อให้โปรแกรมแยกทางการทำงานตามลำดับขั้น การทำงานแบบสลับ หรือกำหนดการทำงานโดยค่าของตัวแปร

8. Interaction Icon เป็นไอคอนที่ใช้เพื่อกำหนดวิธีการติดต่อกับผู้ใช้ ด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ปุ่มกด ลากออบเจ็กต์มาวางตรงบริเวณที่ต้องการ



ภาพที่ 2.15 แสดงส่วนประกอบของแถบเครื่องมือที่ใช้สร้างเนื้อหา

9. Calculation Icon ใช้กำหนดค่าให้กับตัวแปร ใช้ฟังก์ชันพิเศษในการเขียนโปรแกรมระดับสูงขึ้นไป เช่น ใช้เรียกโปรแกรมภายนอก การเขียนกราฟ หรือเรียกแอปพลิเคชันอื่น ๆ
10. Map Icon ใช้ในการควบคุมการทำงานของโปรแกรม ใช้ทำโมดูลของไฟล์ ทำให้สามารถทำงานในลักษณะโครงสร้างที่ซับซ้อนมากขึ้นกว่าหนึ่งระดับ
11. Start Flag ใช้ในการกำหนดจุดเริ่มต้นในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง
12. Stop Flag ใช้ในการกำหนดจุดสิ้นสุดในการ Run โปรแกรมเป็นช่วง
13. Movie Icon ใช้ในการเรียกไฟล์ Animation ต่าง ๆ มาแสดงบนจอภาพ
14. Sound Icon ใช้ในการเรียกแฟ้มข้อมูลเสียง เช่น เสียงพูดที่บันทึกโดยโปรแกรมที่ใช้ร่วมกับการ์ดเสียงเพื่อนำมาใช้งานในโปรแกรม
15. Video Icon ใช้ในการควบคุมการเล่นวิดีโอจากเครื่องเล่นวิดีโอ
16. Icon Color Palette ใช้ในการกำหนดให้อิคอนต่าง ๆ มีสีตามที่เรากำลังต้องการ ทำให้เราสังเกตได้ง่าย

2.6 การวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

2.6.1 พฤติกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ด้านพุทธิพิสัย

Wilson (อ้างใน พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538 : 6075) ได้นำเอาการจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาของ Benjamin S. Bloom และคณะ มาแบ่งพฤติกรรมในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ทางด้านพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) ออกเป็น 4 ระดับ ซึ่งจะสามารถสร้างแบบวัดพฤติกรรมในระดับต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. ความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ (Computation)

ระดับนี้เป็นการวัดเกี่ยวกับทักษะในการคิดคำนวณ ได้แก่ การวัดความรู้ ความจำแบบง่าย ๆ เกี่ยวกับสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนผ่านไปแล้ว เช่น ระลึกถึงแบบฝึกหัดที่ทำไปแล้วโดยไม่มีกระบวนการตัดสินใจ พฤติกรรมระดับนี้แบ่งออกเป็น 3 ชั้น คือ

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) หมายถึง การถามเพื่อจะวัดความรู้ความจำเกี่ยวกับเนื้อหาวิชาในรูปแบบเดียวกับที่ผู้เรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว นอกจากนี้ยังรวมถึงความรู้พื้นฐานซึ่งผู้เรียนต้องนำมาใช้เสมอ

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) หมายถึง การถามให้ผู้เรียนบอกความหมายของคำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ตามที่ได้เคยเรียนมาแล้ว โดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณแต่อย่างใด และไม่ต้องการหาความรู้อื่นมาช่วย

1.3 ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) หมายถึง การที่ผู้เรียนสามารถนำสิ่งที่โจทย์กำหนดให้มาดำเนินการตามกระบวนการของการคิดคำนวณในแบบที่ได้เคยเรียนมาแล้ว ในขั้นนี้มิได้มุ่งหมายให้ผู้เรียนคิดหากระบวนการคิดคำนวณแบบใหม่ด้วยตนเอง เช่น ลำดับขั้นตอนในการหารยาว ลำดับขั้นตอนในการหา ห.ร.ม. หรือ ค.ร.น.

2. ความเข้าใจ (Comprehension)

ความเข้าใจ หมายถึง ความสามารถในการนำความรู้ที่รู้แล้วมาสัมพันธ์กับโจทย์หรือปัญหาใหม่ ตลอดจนสามารถตีความ แปลความ สรุปความ และขยายความให้ การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 6 ชั้น คือ

2.1 ความรู้เกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) หมายถึง ความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนมาตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กันโดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง หรืออาจจะกล่าวได้ว่ามโนคติเป็นเซตของสิ่งที่เกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง

2.2 ความรู้เกี่ยวกับหลักการ กฎ และการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles, Rules and Generalization) เป็นความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติและตัวปัญหา ซึ่งผู้เรียนควรรู้หลังจากที่เรียนเรื่องนั้นจบไปแล้ว คำถามในระดับนี้บางครั้งอาจเป็นการวัดพฤติกรรมในชั้นการวิเคราะห์ก็ได้ ถ้าหากคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักและกฎที่ผู้เรียนที่เพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก

2.3 ความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical) หมายถึง การถามเพื่อวัดความสามารถในการมองเห็นส่วนประกอบย่อยของข้อความทางด้านคณิตศาสตร์ตามลักษณะที่มุ่งหวัง ส่วนใหญ่จะเป็นคำถามเกี่ยวกับศัพท์และนิยามในคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์

2.4 ความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability of Transform Elements from One Mode to Another) หมายถึง ความสามารถในการเปลี่ยนข้อความให้เป็นสัญลักษณ์หรือสมการ ในขั้นนี้มิได้หมายรวมถึงการคิดคำนวณหาคำตอบจากสมการนั้น

2.5 ความสามารถในการดำเนินตามเหตุผล (Ability of Follow a Line of Reasoning) คณิตศาสตร์ส่วนมากอยู่ในรูปของการอนุมาน (Deductive Format) ดังนั้น การที่จะเข้าใจบทความหรือผลงานทางคณิตศาสตร์จึงต้องอาศัยความสามารถในการดำเนินการตามแนวเหตุผลขณะที่อ่าน

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Mathematics Problem) หมายถึง ความสามารถในการอ่านและตีความจากโจทย์ ความสามารถระดับนี้รวมทั้งการแปลความหมายจากกราฟหรือข้อมูลทางสถิติ ตลอดจนการแปลสมการหรือตัวเลขให้เป็นรูปภาพ

3. การนำไปใช้ (Application)

เป็นการนำความรู้ กฏ หลักการ ข้อเท็จจริง ทฤษฎี ฯลฯ ที่ได้เรียนรู้มาแล้วไปแก้ปัญหาใหม่ให้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้โจทย์ปัญหาที่ใช้วัดในระดับนี้จะต้องไม่ใช่โจทย์ข้อเดิมที่อยู่ในแบบฝึกหัด หรือที่เคยทำมาแล้ว การวัดพฤติกรรมในระดับนี้แบ่งเป็น 4 ชั้น ดังนี้

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหารoutine (Ability to Solve Routine Problem) ปัญหารoutine หมายถึง ปัญหาคล้ายกับปัญหาที่เคยเรียนมาแล้วในห้องเรียนโดยที่ผู้เรียนจะต้องจัดรูปของพฤติกรรมขั้นความเข้าใจและการใช้กระบวนการเพื่อที่จะแก้ปัญหา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) หมายถึง การถามที่คาดหวังให้ผู้เรียนนึกถึงรายละเอียดที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เช่น มโนคติ กฏ ศัพท์ นิยาม ของข้อมูล 2 ชุด เพื่อค้นพบความสัมพันธ์เปรียบเทียบและนำมาสรุปในการตัดสินใจ

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการแยกแยะ จำแนกปัญหาโจทย์ออกเป็นส่วนย่อยว่ามีความจำเป็นหรือไม่ในการนำไปใช้แก้โจทย์

3.4 ความสามารถในการมองเห็นรูปแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphisms and Symmetries) พฤติกรรมในขั้นนี้จะเกี่ยวกับการระลึกถึงข้อมูล แปลงปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล ระลึกถึงความสัมพันธ์จะเป็นการถามคำถามให้ผู้เรียนหาสิ่งที่คุ้นเคยกับข้อมูลที่กำหนดให้หรือจากปัญหาที่กำหนดให้

4. การวิเคราะห์ (Analysis)

พฤติกรรมในชั้นนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในด้านพุทธิพิสัย ผู้เรียนที่ตอบปัญหาที่วัดพฤติกรรมขั้นนี้ได้ต้องมีความสามารถในระดับสูง จะเป็นการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดาหรือโจทย์ปัญหาที่ไม่คุ้นเคยกับที่รู้มาก่อน ไม่เคยฝึกทำมาก่อน แต่ทั้งนี้มิได้หมายความว่า โจทย์ปัญหานั้นจะอยู่นอกขอบข่ายเนื้อหาวิชาที่เคยเรียนมา ดังนั้นการแก้ปัญหานี้จึงครอบคลุมความรู้ความสามารถในชั้นที่กล่าวมารวมทั้งมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ เพื่อสามารถค้นพบวิธีการหรือแนวทางในการแก้โจทย์ปัญหานั้น ๆ ได้ พฤติกรรมในชั้นนี้แบ่งออกเป็น 5 ชั้นย่อย ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่แปลกกว่าธรรมดา (Ability to Solve Nonroutine Problems) หมายถึง ความสามารถในการถ่ายโยงความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้อย่างมาแล้วไปสู่เนื้อหาใหม่ ซึ่งผู้เรียนจะต้องแยกปัญหาออกเป็นส่วนย่อย ๆ สำรวจว่ารู้อะไรบ้างในแต่ละตอน รวมทั้งการเรียนรู้สัญลักษณ์ใหม่เพื่อนำไปสู่คำตอบ การแก้ปัญหาลักษณะนี้ส่วนมากเป็นปัญหาสถานการณ์ด้วย จะนำกระบวนการคิดคำนวณมาใช้โดยตรงไม่ได้ ต้องพยายามหาวิธีการใหม่

4.2 ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ (Ability to Discover Relationships) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์ใหม่หรือนำสัญลักษณ์จากสิ่งที่กำหนดให้มาสร้างสูตรใหม่ได้ด้วยตนเอง หรือเพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในการหาคำตอบ

4.3 ความสามารถในการแสดงพิสูจน์ (Ability to Construct Proofs) หมายถึง ความสามารถในการพิสูจน์ด้วยตนเองซึ่งไม่เหมือนกับความสามารถในการพิสูจน์ขั้นนำไปใช้โดยผู้ตอบจะต้องอาศัยนิยามและทฤษฎีต่าง ๆ เข้ามาช่วยแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ (Ability to Criticize Proofs) หมายถึง ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ การพิสูจน์ เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่เป็นความสามารถที่ยุ่ยากซับซ้อนกว่าการเรียนการพิสูจน์เพราะจะต้องใช้เหตุผลว่าการพิสูจน์นั้นถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างและแสดงความสมเหตุสมผลของการทำให้เป็นกรณีทั่วไป (Ability to Formulate and Validate Generalization) หมายถึง ความสามารถในการค้นพบความสัมพันธ์และเขียนการพิสูจน์ความสัมพันธ์ที่ค้นพบ ข้อคำถามจะให้แสดงความสมเหตุสมผล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย ในระดับ “ความเข้าใจ” และ “การนำไปใช้” ซึ่งในระดับความเข้าใจวัดขั้นความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่งและขั้นความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนในระดับการนำไปใช้วัดขั้นความสามารถในการแก้ปัญหารวม

2.6.2 ลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดี

ภัทรา นิคมานนท์ (2532) ได้สรุปลักษณะของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ดีไว้ ดังนี้

1. ความเที่ยงตรง (Validity) เป็นลักษณะที่สำคัญที่สุดที่ทำให้เครื่องมือวัดผลนั้นมีคุณภาพดีเพราะเป็นการแสดงให้เห็นว่าเครื่องมือนั้นสามารถวัดได้อย่างมีประสิทธิภาพ นั่นคือ วัดได้ตรงและครบถ้วนตามเนื้อหาที่ต้องการวัด วัดได้ตรงตามจุดหมาย วัดได้ตรงตามสภาพความเป็นจริงและวัดแล้วสามารถนำผลการวัดไปพยากรณ์หรือคาดคะเนอนาคตได้

2. มีความเชื่อมั่นสูง (Reliability) เครื่องมือวัดผลที่ดีวัดสิ่งเดียวกันหลาย ๆ ครั้งผลที่ได้จากการวัดจะเหมือนกันหรือแตกต่างกันน้อยมาก

3. ความเป็นปรนัย (Objectivity) เครื่องมือที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนในตัวเอง เช่น ข้อสอบที่มีความเป็นปรนัยจะมีความชัดเจนอยู่ 3 ประการ คือ คำถามชัดเจนอ่านแล้วเข้าใจตรงกัน คำตอบแน่นอน ใครตรวจก็ให้คะแนนตรงกัน และประการสุดท้ายคือ แปลความหมายได้ตรงกัน

4. มีความยากง่ายพอเหมาะ (Difficulty) ไม่ยากเกินไปและไม่ง่ายเกินไป ข้อสอบข้อใดที่มีคนตอบถูกมากแสดงว่าง่าย ข้อที่มีคนตอบถูกน้อยแสดงว่ายาก ค่าความยากง่ายของข้อสอบ (p) มีค่าอยู่ระหว่าง 0-1.00 ข้อสอบที่ดีมีค่า p อยู่ระหว่าง .20-.80

5. มีอำนาจจำแนก (Discrimination) หมายถึง สามารถแบ่งแยกคนออกเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ถูกต้อง ข้อสอบที่จำแนกได้หมายถึงข้อสอบที่คนเก่งตอบถูก คนอ่อนตอบผิด ข้อสอบที่จำแนกกลับคนเก่งจะตอบผิดแต่คนอ่อนจะตอบถูก และข้อสอบที่จำแนกไม่ได้คนเก่งและคนอ่อนจะตอบถูกและตอบผิดพอ ๆ กัน ไม่ใคร่มีความแตกต่างกันมากนัก อำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่า (r) อยู่ระหว่าง 1.00 ถึง +1.00 ข้อสอบที่ค่า r เป็นเครื่องหมายลบหมายความว่าจำแนกไม่ได้ กลุ่มคนเก่งตอบถูกน้อยกว่าคนอ่อน ข้อสอบที่ค่า r เป็นเครื่องหมายบวกหมายความว่าจำแนกได้คนเก่งตอบถูกมากกว่าคนอ่อน และข้อสอบที่มีค่า r ใกล้ศูนย์ ($r = -0.19$ ถึง $+0.19$) เป็นข้อสอบที่จำแนกไม่ได้เพราะคนเก่งตอบถูกพอ ๆ กับคนอ่อน ข้อสอบที่ดีควรมีค่า r อยู่ระหว่าง 0.20-1.00

6. มีประสิทธิภาพ (Efficiency) คือเครื่องมือที่สามารถทำให้ได้ข้อมูลที่ดีที่สุด เชื่อถือได้มากโดยใช้วิธีการที่สะดวก รวดเร็ว คล่องตัว แต่เสียเวลาน้อย ลงทุนน้อยและใช้เวลาน้อย

7. มีความยุติธรรม (Fair) ไม่เปิดโอกาสให้มีการได้เปรียบเสียเปรียบกันระหว่างผู้ที่ถูกวัดด้วยกัน

8. ใช้คำถามถามลึก (Searching) ข้อสอบที่ดีต้องถามให้ผู้ตอบใช้ความสามารถในการคิดค้นก่อนที่จะตอบ

9. ใช้คำถามยั่ว (Exemplary) มีลักษณะที่ทำให้ทายให้ผู้สอบอยากคิดอยากตอบและทำด้วยความเต็มใจ

10. คำถามจำเพาะเจาะจง (Definite) ไม่ถามกว้างเกินไป หรือถามคลุมเครือให้คิดได้หลายแง่หลายมุม

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยได้หาความเที่ยงตรง ความยากง่าย อำนาจจำแนก และความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับ เพื่อให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ

2.7 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิชาคณิตศาสตร์และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีดังนี้

นิพนธ์ ศุขปรีดี (2531 : 16) ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาซอฟต์แวร์เพื่อการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์สำหรับผู้เรียนไทยโดยให้ครูเป็นผู้พัฒนาซอฟต์แวร์ การผลิตซอฟต์แวร์บทเรียน ผลการวิจัยพบว่าคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ระหว่างนักเรียนกลุ่มควบคุมและกลุ่มทดลองดีกว่าคะแนนก่อนเรียน ผลสัมฤทธิ์หลังเรียน วิทยาศาสตร์เปรียบเทียบระหว่างเพศพบว่า ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ในด้านเจตคติของผู้เรียนส่วนใหญ่พอใจในการเรียนตามเอกภาพของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอน

ลัดดา เต็มตุ้ม (2532 : 62) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “เส้นขนานและความคล้าย” โดยใช้สื่อประสมกับการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอยุธยาธรรม จังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่า กลุ่มที่สอนโดยใช้สื่อประสมมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่ากลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วีระพล ชัยเจริญ (2533 : 45) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเสริมด้วยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์กับการสอนปกติ พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนกลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนเสริมด้วยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ สูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนเสริมปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.84/77.78 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ 80/80 ตามที่ตั้งไว้

ไพฑูรย์ นพภาค (2535 : 57) ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง “การแยกตัวประกอบของพหุนาม” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 75/70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 60/60 ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่ากลุ่มที่สอนซ่อมเสริมแบบวิธีปกติ

นฤบาล เนื่องทอง (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “การนำเสนอข้อมูล” ระหว่างกลุ่มที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทบทวนโดยครู กลุ่มที่ครูสอนและทบทวนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่ครูสอนและทบทวน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา

คณิตศาสตร์ของนักเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มที่ครูสอนและทบทวนโดยใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่า กลุ่มที่ครูสอนและทบทวน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

รุจิเรข ปราชญากุล (2540 : 49) ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “ระบบสมการ” โดยใช้สื่อประสมกับการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธธีรังษีพิบูล จังหวัดฉะเชิงเทรา พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง “ระบบสมการ” ที่เรียนจากการสอนโดยใช้สื่อ สูงกว่า กลุ่มที่สอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีย์ มีมุงกิจ (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการ สอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้ โปรแกรม Authorware พบว่า เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลางและ ระดับต่ำ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุภิญญา สุพรรณการ (2543 : 58-59) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ การสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม Authorware พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี ประสิทธิภาพ 72.5/64.0 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ 90/90 ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุนทร สร้อยเรืองศรี (2546 : 47-48) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อ การสอนทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดย ใช้โปรแกรม Authorware พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 77.33/71.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุกมา มุ่ยสี (2546 : 41-42) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เพื่อสอนเสริม เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 74.50/77.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และ ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากการศึกษาผลการวิจัยข้างต้น พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีบทบาทสำคัญ เป็นอย่างมากต่อการเรียนการสอน ทำให้การเรียนการสอนมีประสิทธิภาพ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนสูงขึ้น และจากการศึกษา พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชา คณิตศาสตร์ที่พัฒนาขึ้นส่วนใหญ่อยู่ในเกณฑ์ 70/70 ดังนั้น ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปี ที่ 5 ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ตั้งเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนไว้ที่ 70/70

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอน ทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 นี้ ผู้วิจัยขอเสนอ รายละเอียดตามหัวข้อต่อไปนี้

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

3.1 ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

3.1.1 ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ โรงเรียน ดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวนนักเรียน 45 คน

3.1.2 กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แผนการเรียน วิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ โรงเรียน ดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน โดยวิธีสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) ด้วยการจับสลาก

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการ

เชิงเส้น

3.2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นแบบฝึกทบทวน (Drill and Practice) ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นด้วยโปรแกรม Macromedia Authorware ภายใต้ระบบปฏิบัติการ Windows 98 Thai Edition และมีวิธีนำเสนอแบบแนวเส้นตรง (Linear Program) เพื่อใช้สอน

ทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนดังนี้

3.2.1.1 ศึกษาเนื้อหารายละเอียดวิชา

1. ศึกษาหลักสูตร จุดมุ่งหมายของหลักสูตร จุดประสงค์การเรียนรู้ และ ขอบข่ายของเนื้อหาวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 5 จากหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533)

2. แบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยย่อย ๆ และจัดลำดับเนื้อหา โดยผู้วิจัยได้ วิเคราะห์บทเรียนและแบ่งเนื้อหาออกเป็นหน่วยเรียนได้ 4 เรื่องย่อย เพื่อที่จะช่วยให้สามารถ นำไปเป็นกรอบของเนื้อหาแต่ละตอน และมีแนวทางการนำเสนอเนื้อหาที่ชัดเจน ดังนี้

1. กราฟของสมการและอสมการ
2. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์
3. การเขียนกราฟของสมการจุดประสงค์และอสมการข้อจำกัด
4. การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา

การแบ่งเนื้อหาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็น 4 เรื่องย่อย ๆ นั้นได้ แบ่งออกโดยคำนึงถึงเนื้อหาที่ระยะเวลาที่นักเรียนจะต้องใช้ในการเรียน โดยกำหนดให้ใช้ ระยะเวลาสำหรับการเรียนเนื้อหาแต่ละตอน เฉลี่ยตอนละ 30 นาที

3.2.1.2 การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1. ศึกษาการใช้งานเครื่องมือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่นำมาใช้ในการสร้าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

- การใช้งานโปรแกรม Macromedia Authorware
- การใช้งานโปรแกรม Adobe Photoshop
- การใช้งานโปรแกรม Cool Edit 2000
- การใช้งานโปรแกรม ImageStyler
- การใช้งานโปรแกรม Macromedia Flash

2. ศึกษาทฤษฎีหลักการ เทคนิคการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จากวารสาร ตำรา และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง (สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าพระนครเหนือ : 6-9) สรุปได้ดังนี้

การเลือกรูปแบบและขนาดของตัวอักษร

1. ผู้วิจัยเลือกใช้แบบตัวอักษร (Font) ที่สามารถใช้ได้กับทุก เครื่อง เลือกแบบที่อ่านง่าย ตัวหนา และไม่ตกแต่งตัวอักษร เพราะจะทำให้อ่านยาก ขนาด ตัวอักษรที่ใช้มีความสูงไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร และระยะห่างในการมองจากหน้าจอคอมพิวเตอร์ 27 - 29 เซนติเมตร เพื่อให้ผู้เรียนอ่านได้ง่าย

2. ผู้วิจัยใช้ตัวอักษรเพียง 2 แบบในแต่ละหน้าจอ โดยใช้วิธีเปลี่ยนขนาด ใช้ตัวเอียงหรือใช้ตัวหนาแทนตามความเหมาะสม
3. ผู้วิจัยไม่ใส่ข้อความจำนวนมากเกินไปในแต่ละหน้าจอ เพื่อให้ไม่ให้อึดแน่นเกินไป แต่จะใช้วิธีการเพิ่มหน้าจอให้มากขึ้น หรือแสดงเฉพาะข้อความที่สำคัญเท่านั้น และใช้วิธีการบรรยายแทน
4. ผู้วิจัยใช้ขนาดของตัวอักษรให้สัมพันธ์กับข้อความที่นำเสนอ โดยขนาดตัวอักษรของหัวข้อให้มีขนาดใหญ่กว่าขนาดตัวอักษรของข้อความปกติ
5. ผู้วิจัยจัดระยะห่างระหว่างบรรทัดของข้อความในแต่ละหน้าจอไม่ให้ชิดกันเกินไป และจัดระยะช่องไฟให้เหมาะสม เพื่อให้เกิดความสวยงาม ผู้เรียนอ่านง่าย และสบายตา
6. ในกรณีที่ผู้วิจัยต้องการให้ตัวอักษรสะดุดตาหรือเน้นข้อความสำคัญ ก็จะใช้วิธีเปลี่ยนสีตัวอักษร หรือวางข้อความบนพื้นสีต่าง ๆ และบนรูปทรงต่าง ๆ
7. ในบางหน้าจอผู้วิจัยก็จะเลือกใช้วิธีสร้างเงา (Drop Shadows) เพื่อให้ตัวอักษรเด่นและสะดุดตามากขึ้น

การเลือกใช้สี

1. ผู้วิจัยหลีกเลี่ยงการสลับสีที่ใช้สีทางปลายสุดของแถบสี เพราะหลักการของแสง ที่ประกอบด้วยความยาวคลื่นต่างกัน และประกอบเป็นสีต่างกันจากสีม่วง คราม น้ำเงิน เขียว เหลือง แสด แดง ในการใช้สีผู้วิจัยก็จะไม่ใช่สีแดงแสดงผลสลับกับสีฟ้าหรือสีม่วง เพราะจะทำให้ตาของผู้เรียนต้องปรับโฟกัสอยู่ตลอดเวลา ทำให้เกิดการเมื่อยตาและปวดตา การใช้สีผู้วิจัยจึงเลือกใช้สีที่ใกล้เคียงกันเพื่อลดการปรับโฟกัสของตา
2. ผู้วิจัยไม่ใช่สีฟ้าเป็นสีของตัวอักษร เส้นบาง ๆ หรือรูปภาพขนาดเล็ก เพราะระบบการมองเห็นของมนุษย์ไม่สามารถจับโฟกัสและการรับรู้สีที่มีความยาวคลื่นสั้นได้ดี ดังนั้น จึงยากที่จะมองรายละเอียดหรือรูปร่างของภาพ ในทางตรงข้ามผู้วิจัยจึงใช้สีฟ้าเป็นสีพื้นของตัวอักษร
3. ผู้วิจัยคำนึงถึงความเข้มของแสงกับวัยของผู้เรียน เพราะในการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ผู้ที่มีอายุมากกว่า ต้องการความเข้มของแสงมากกว่า เพื่อแยกความแตกต่างของสี ดังนั้น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้ความเข้มของแสงน้อยในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้
5. ผู้วิจัยหลีกเลี่ยงสีเขียวที่จะแสดงบริเวณส่วนขอบบนจอภาพขนาดใหญ่ เพราะจากคุณสมบัติของเรตินาส่วนกลางจะรับภาพสีเขียวได้ แต่ส่วนขอบจะรับได้ไม่ดี
6. ผู้วิจัยเลือกสีตรงข้ามมาใช้ร่วมกัน เช่น สีแดงและสีเขียว หรือสีเหลืองและสีฟ้า เพื่อทำให้มองเห็นชัดเจนในกรณีที่ต้องการเน้นความสนใจ
7. ผู้วิจัยหลีกเลี่ยงการสร้างความแตกต่างของภาพด้วยสีเดียว เพราะคนตาบอดสี มักขาดส่วนการรับสีในเรตินา ซึ่งอาจเป็นสีเหลืองหรือสีเขียว มักจะมีปัญหาใน

การมองภาพ ผู้วิจัยจึงคำนึงในหลักการนี้ กล่าวคือ ถ้าจอภาพแสดงสีซึ่งประกอบด้วยสีสามสีผสมกัน แต่หากใช้สองสี สีคงที่และแปรเปลี่ยนความเข้มของสีที่สาม ซึ่งก็จะได้สีในตาคนปกติ แต่สำหรับคนตาบอดสีแล้ว จะแยกความแตกต่างไม่ออก ในการผสมสีผู้วิจัยจึงใช้หลักการแปรเปลี่ยนค่าของสีอย่างน้อยสองสี

8. ตัวอย่างคู่มือบนจอคอมพิวเตอร์ที่มีผู้วิจัยเลือก เพราะเป็นคู่มือที่ให้ผลการรับรู้ดีที่สุด

- ตัวอักษรสีแดงพื้นสีขาว
- ตัวอักษรสีดำพื้นสีเหลือง
- ตัวอักษรสีม่วงพื้นสีเหลือง

การเลือกระบบเสียง

1. ผู้วิจัยได้เลือกใช้โปรแกรม Cool Edit 2000 เป็นเครื่องมือในการบันทึกเสียงและตัดต่อเสียง เพราะเป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการตัดต่อ ปรับความดังของเสียงได้ เพิ่มคุณสมบัติต่าง ๆ ได้ ประกอบกับสามารถรวมเสียงบรรยายและเสียงดนตรีเข้าด้วยกัน

2. ในการบันทึกเสียงได้ใช้ระบบโมโนและ

2. ออกแบบผังงาน (Flowchart) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงรูปแบบและลำดับขั้นตอนการนำเสนอบทเรียน

3. เขียนแนวทางการดำเนินเรื่อง (Storyboard) ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามผังงานที่ได้ออกแบบไว้ ได้ทั้งหมด 119 กรอบ และนำไปให้อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์และอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วมพิจารณาความถูกต้องของเนื้อหา ความเหมาะสมในการนำเสนอบทเรียน ตลอดจนสำนวนที่ใช้ในบทเรียน

4. สร้างข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์และบันทึกเสียงตามแนวทางการดำเนินเรื่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบไว้ โดยใช้โปรแกรม Macromedia Authorware ได้ทั้งหมด 119 กรอบ

5. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้นมาแล้วนั้น ไปปรึกษาและขอคำแนะนำจากอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ จำนวน 3 ท่าน ดังนี้คือ

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา ประกอบด้วย

1. อาจารย์สมหวัง สำราญเวชพร
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางน้ำเปรี้ยววิทยา จ.ฉะเชิงเทรา
2. อาจารย์วิโรจน์ อังกูรวัฒนา
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนนวมินทราชินูทิศสวนกุหลาบวิทยาลัย
จ.ปทุมธานี
3. อาจารย์สุนทร สร้อยเรืองศรี
อาจารย์ 1 ระดับ 5 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สุวินทวงศ์
จ.ฉะเชิงเทรา

ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ประกอบด้วย

1. อาจารย์วัฒน์ พัฒทวี
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม จ.ฉะเชิงเทรา
2. นางนพวรรณ ธงเดชชัย
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางน้ำเปรี้ยววิทยา จ.ฉะเชิงเทรา
3. นายศุภวิทย์ สงคง
อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนหนองเสือวิทยา จ.ปทุมธานี

เป็นผู้ตรวจสอบในความถูกต้อง ความเหมาะสม ความเป็นปัจจุบัน และ ความสอดคล้องเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในด้านเนื้อหาและด้านเทคนิคการผลิตสื่อ หลังจากที่อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหาทั้ง 3 ท่าน และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ ทั้ง 3 ท่าน ได้พิจารณาแล้ว และให้คำแนะนำเกี่ยวกับส่วนที่ต้องปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้ได้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์มากขึ้น ดังนี้คือ

- ด้านตัวอักษร ตัวอักษรบางหน้าของบทเรียนมีขนาดเล็กเกินไป ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนขนาดของตัวอักษรให้ใหญ่ขึ้น
- ด้านฉากหลัง สีสันทันดูสดใส น่าสนใจ ผู้วิจัยจึงปรับเปลี่ยนสีของฉากหลังให้สดใสขึ้น
- ด้านภาพประกอบ บางหน้าของบทเรียนมีพื้นที่ว่างควรมีรูปเพื่อความสมดุล ผู้วิจัยจึงใส่ภาพที่สอดคล้องกับเนื้อหาลงในบริเวณที่ว่าง
- ด้านเสียงบรรยาย ระดับเสียงดังไม่เท่ากัน ผู้วิจัยจึงปรับเสียงบรรยายของทุกหน้าของบทเรียนให้มีระดับเสียงเท่ากัน
- ด้านการอธิบายคำสั่ง ควรมีคำอธิบายเพื่อให้นักเรียนศึกษาได้ถูกวิธี ผู้วิจัยจึงเพิ่มคำอธิบายไปในหน้าจอคอมพิวเตอร์

6. ผู้วิจัยได้ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องตามคำแนะนำของอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเทคนิคการผลิตสื่อ และนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปหาประสิทธิภาพ

3.2.1.3 การดำเนินการทดลองและหาประสิทธิภาพของบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการทดลองและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บข้อมูลด้วยตนเอง ณ ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ อาคาร 1 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม จังหวัดฉะเชิงเทรา ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. การทดลองรายบุคคล ทำการทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชา คณิตศาสตร์ ค 013 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ที่คัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน โดยพิจารณาจากเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเกรดเฉลี่ยสูง 1 คน ปานกลาง 1 คน และต่ำ 1 คน (เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีดังนี้ คือ เกรดเฉลี่ยสะสม 2.70 ขึ้นไปเป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยสูง เกรดเฉลี่ยสะสม 2.30 ถึง 2.69 เป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยปานกลาง และเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.30 เป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยต่ำ) ให้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น ทำการทดลองครั้งละ 1 คน การทดลองครั้งนี้ทำขึ้นเพื่อหาข้อบกพร่องของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น โดยใช้วิธีการสังเกตพฤติกรรมและสัมภาษณ์ผู้เข้ารับการทดลอง จากการทดลองพบว่า นักเรียนให้ความสนใจและสนุกกับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ส่วนการแสดงภาพและข้อความไม่สัมพันธ์กับเสียง มีคำพิมพ์ผิด เนื้อหาข้อความบางช่วงยาวเยิ่นเย้อเกินไป เมื่อเรียนแล้วเข้าใจยาก การนำเสนอ เนื้อหายากแก่การเข้าใจ สีสันบางหน้าไม่สบายตา เสียงบางช่วงขาดหายไป ผู้วิจัยนำข้อมูลที่ได้จากการทดลองรายบุคคลมาปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปทดลองกลุ่มย่อยต่อไป

2. การทดลองกลุ่มย่อย ทำการทดลองกับนักเรียนที่เคยเรียนวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น และไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 6 คน ที่คัดเลือกมาจากนักเรียนที่มีระดับความสามารถต่างกัน โดยพิจารณาจากเกรดเฉลี่ยสะสมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่มีเกรดเฉลี่ยสูง 2 คน ปานกลาง 2 คน และต่ำ 2 คน (เกณฑ์ที่ใช้ในการพิจารณามีดังนี้ คือ เกรดเฉลี่ยสะสม 2.70 ขึ้นไปเป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยสูง เกรดเฉลี่ยสะสม 2.30 ถึง 2.69 เป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยปานกลาง และเกรดเฉลี่ยสะสมต่ำกว่า 2.30 เป็นกลุ่มเกรดเฉลี่ยต่ำ) การทดลองครั้งนี้ทำขึ้นเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยให้ทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพร้อมกัน โดยใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง ต่อ 1 คน พบว่า ผลการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนในแต่ละบทเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 เลือก บทเรียนละ 5 ข้อ รวมทั้งหมด 20 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน มีคะแนนเต็ม 20 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 11 คะแนน สูงสุด 18 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.15 ผลการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ชนิดเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวนทั้งหมด 15 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน มีคะแนนเต็ม 15 คะแนน ได้คะแนนต่ำสุด 8 คะแนน สูงสุด 14 คะแนน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.22

3. นำข้อมูลที่ได้จากการทดลองกลุ่มย่อยมาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตร E_1/E_2

$$E_1 = \frac{(\sum X)}{\frac{N}{A}} \times 100 \quad (3.1)$$

$$E_2 = \frac{(\sum F)}{\frac{N}{B}} \times 100 \quad (3.2)$$

เมื่อ	E_1	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	E_2	แทน	ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum X$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน
	$\sum F$	แทน	คะแนนรวมของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด
	A	แทน	คะแนนเต็มของคะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน
	B	แทน	คะแนนเต็มของคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

4. นำค่าประสิทธิภาพของบทเรียนไปเทียบกับความแปรปรวน $\pm 2.5\%$

3.2.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อใช้ในการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) และหลังเรียน (Post-test) ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น มีลักษณะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก ซึ่งในชั้นแรกสร้างไว้ 40 ข้อ เป็นโจทย์คำถามที่สัมพันธ์กับจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยวัดพฤติกรรมทางด้านพุทธิพิสัยในระดับ “ความเข้าใจ” และ “การนำไปใช้” ซึ่งในระดับความเข้าใจวัดพฤติกรรมในชั้นความสามารถในการแปลงส่วนประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง และชั้นความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนในระดับการนำไปใช้วัดพฤติกรรมในชั้นความสามารถในการแก้ปัญหา

ธรรมดา โดยมีเกณฑ์การให้คะแนน คือ ให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบได้ถูกต้อง และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการออกข้อสอบเพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์ในแต่ละระดับ ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนข้อสอบที่ใช้จริงกับที่ออกไว้เกิน จำแนกตามจุดประสงค์

จุดประสงค์	ความเข้าใจ (ข้อ)		การนำไปใช้ (ข้อ)		รวม (ข้อ)	
	ใช้จริง	ออกไว้เกิน	ใช้จริง	ออกไว้เกิน	ใช้จริง	ออกไว้เกิน
1. เขียนสมการจุดประสงค์ อสมการข้อจำกัด จากโจทย์ปัญหาที่กำหนดได้	4	6	-	-	4	6
2. เขียนกราฟของสมการจุดประสงค์ และอสมการข้อจำกัดได้	3	3	1	3	4	6
3. หาพิกัดของจุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมที่ได้จากกราฟของสมการและอสมการได้	2	3	2	3	4	6
4. หาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ตามเทคนิคของกำหนดการเชิงเส้นได้	-	-	3	7	3	7
รวม	9	12	6	13	15	25

จากนั้นนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปตรวจสอบหาคุณภาพซึ่งมีวิธีการดังนี้

1. หาความเที่ยงตรง (Validity)

นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม และผู้ทรงคุณวุฒิด้านเนื้อหา จำนวน 4 ท่าน ดังนี้คือ

1. รศ.ดร.อำพล ธรรมเจริญ

หัวหน้าภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
จ.ชลบุรี

2. อาจารย์สุวิมล มั่นมงคล

อาจารย์ 2 ระดับ 7 ประธานโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏราชชนครินทร์
จ.ฉะเชิงเทรา

3. อาจารย์สมหวัง สำราญเวชพร

อาจารย์ 2 ระดับ 7 โรงเรียนบางน้ำเปรี้ยววิทยา จังหวัดฉะเชิงเทรา

4. อาจารย์เพ็ญนภา เจริญศิลป์

อาจารย์ 1 ระดับ 4 แผนกวิชาคณิตศาสตร์ คณะวิชาสามัญ
สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตบพิตรพิมุข จักรวรรดิ

เป็นผู้ตรวจสอบความเที่ยงตรงด้านเนื้อหา โดยใช้สูตร (บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526 : 88-90) ดังนี้

$$IOC = \frac{\sum R}{N} \quad (3.3)$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
 $\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้ทรงคุณวุฒิ
ด้านเนื้อหา
N แทน จำนวนผู้ทรงคุณวุฒิ

ซึ่งมีหลักเกณฑ์ที่กำหนดความคิดเห็น ดังนี้

คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับจุดประสงค์
การเรียนรู้
คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่ามีความสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
คะแนน 1 สำหรับข้อสอบที่แน่ใจว่าไม่มีความสอดคล้องกับ
จุดประสงค์การเรียนรู้
นำคะแนนที่ผู้ทรงคุณวุฒิประเมินให้ในแต่ละข้อมาหาค่าเฉลี่ยแล้วนำไป
เปรียบเทียบกับเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดย
กำหนดเกณฑ์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ตั้งแต่ .5 ขึ้นไป ถือ
ว่าข้อสอบข้อนั้นมีความเที่ยงตรง

เมื่อพิจารณาแล้วปรากฏว่า ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงจำนวน 30 ข้อ โดยมี
ค่า IOC เท่ากับ 1.00 ทุกข้อ

2. หาค่าความยากง่าย (Item difficulty) และค่าอำนาจจำแนก
(Discrimination power)

โดยนำข้อสอบที่มีความเที่ยงตรง จำนวน 30 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียน
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ ที่ไม่ใช่

กลุ่มตัวอย่าง โรงเรียนบางน้ำเปรี้ยววิทยา อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา และนำผลไปวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ แล้วคัดเลือกข้อสอบไว้ 15 ข้อ

การหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบเป็นรายข้อ ใช้เทคนิค 50% ของกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ ซึ่งข้อสอบ 15 ข้อที่ทำการคัดเลือกมีค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.78 และได้ค่าอำนาจจำแนกระหว่าง 0.20 - 0.54 คำนวณโดยใช้สูตร (กานดา พูนลาภทวี. 2528 : 159 - 160)

$$p = \frac{R}{N} \quad (3.4)$$

เมื่อ P แทน ระดับความยากง่ายของข้อสอบ
 R แทน จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบนั้นถูกต้อง
 N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ตอบข้อสอบ

$$r = \frac{R_H - R_L}{N_H \text{ หรือ } N_L} \quad (3.5)$$

เมื่อ D แทน ค่าอำนาจจำแนก
 R_H แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มสูง
 แทน จำนวนนักเรียนที่ตอบถูกในกลุ่มต่ำ
 N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ

3. หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยนำข้อสอบที่คัดเลือกไว้ 15 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เคยเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ รายวิชา ค 013 คณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ สุวินทวงศ์ จังหวัดฉะเชิงเทรา จำนวน 60 คน โดยใช้สูตร KR-20 ของ Kuder Richardson (พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538 : 126)

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left[1 - \frac{\sum pq}{S^2} \right] \quad (3.6)$$

เมื่อ แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
 n แทน จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
 p แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบถูก
 q แทน สัดส่วนของผู้เรียนที่ตอบผิด
 S^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนทั้งหมด

นำคะแนนที่ได้หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ได้ค่าความเชื่อมั่น 0.72

3.3 การดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเองที่โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของโรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคมเป็นสถานที่ทดลอง ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ในเดือนกันยายน 2547
2. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบก่อนเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก
3. ผู้วิจัยแนะนำวิธีการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้นด้วยตนเอง โดยให้ผู้เรียนเรียน 1 คน ต่อเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง
4. ให้ผู้เรียนเรียนทบทวนเนื้อหาวิชาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ในเดือนกันยายน 2547 จำนวน 4 ครั้ง ซึ่งโดยเฉลี่ยแล้วผู้เรียนใช้เวลาในแต่ละบทเรียนน้อยที่สุด 20 นาที และใช้เวลามากที่สุด 48 นาที
5. หลังจากให้ผู้เรียนได้ศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์เพื่อทบทวน ด้วยตนเองจนครบแล้ว ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ในเดือนกันยายน 2547
6. ตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน โดยให้คะแนน 1 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบถูกต้อง และให้ 0 คะแนนสำหรับข้อที่ตอบผิดหรือไม่ได้ตอบหรือตอบมากกว่า 1 ตัวเลือก แล้วนำข้อมูลที่ได้จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ไปวิเคราะห์หาค่าทางสถิติต่อไป

3.4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปทางสถิติ SPSS for Windows (Statistical Package for the Social Science for Windows) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. ทดสอบการแจกแจงของข้อมูล โดยใช้คำสั่ง Explore พิจารณาค่าสถิติ Kolmogorov-Smirnov ปรากฏว่าการแจกแจงข้อมูลมีลักษณะไม่เป็นโค้งปกติ
2. เมื่อการแจกแจงของข้อมูลมีลักษณะไม่เป็นโค้งปกติ จึงไม่สามารถใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้ จึงต้องใช้สถิตินอนพาราเมตริก The Wilcoxon Signed Ranks Test (อำนาจ เลิศชัยนที. 2539 : 174-179) ในการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อทดสอบสมมติฐานในการวิจัยครั้งนี้

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การดำเนินการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้พัฒนาและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พร้อมทั้งเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถสรุปผลการทดลอง ตามลำดับได้ดังนี้

1. การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กับกลุ่มทดลอง 20 คน

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ผลการทดลอง	คะแนนสอบ		ค่าเฉลี่ยร้อยละ	ประสิทธิภาพของบทเรียนที่คำนวณได้	ประสิทธิภาพของบทเรียนที่กำหนดไว้ในสมมติฐาน	การเปรียบเทียบประสิทธิภาพกับค่าความแปรปรวน $\pm 2.5\%$
	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย				
คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน	20	14.50	72.50	72.50/71.67	70/70	เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด
คะแนนแบบทดสอบหลังเรียน	15	10.75	71.67			

จากตารางที่ 4.1 แสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 72.50/71.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

ตารางที่ 4.2 แสดงผลการเปรียบเทียบคะแนนสอบก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

การสอบ	ค่าเฉลี่ยของอันดับตามเครื่องหมาย		Z	p
	เครื่องหมาย +	เครื่องหมาย -		
หลังเรียน ก่อนเรียน	10.50	0.00	-3.952**	0.00**

** $p < .01$

จากตาราง 4.2 แสดงว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีประสิทธิภาพ และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้น โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2547 จำนวน 20 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น เป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 15 ข้อ

การทดลองครั้งนี้ใช้เวลาทดลอง 6 วัน คือ ทำการทดสอบก่อนเรียน 1 วัน ทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นและทดสอบหลังเรียน รวม 5 วัน จากนั้นผู้วิจัยได้นำผลที่ได้จากการทดลองไปวิเคราะห์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามเกณฑ์มาตรฐาน 70/70 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ด้วยวิธี

The Wilcoxon Signed Ranks Test

ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อทบทวนเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.2 อภิปรายผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เพื่อทบทวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 72.50/71.67 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของไพฑูรย์ นพภาค (2535 : 57) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 75/70 รจนา หาญพิมพ์ (2544 : บทคัดย่อ) ได้ทำการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า บทเรียนมีประสิทธิภาพ 73.63/65.67 และสุกมา มุยสี (2546 : 41-42) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนเสริม เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 74.50/77.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 70/70 ที่ตั้งไว้ และสอดคล้องกับผลการวิจัยของสุนทร สร้อยเรืองศรี (2546 : 47-48) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่ามีประสิทธิภาพ 77.33/71.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนที่ถูกต้องตามความคิดของผู้วิจัยที่ได้นำแนวคิดของสุขเกษม อยุโต (2540 : 41) , Alessi and Trollip (1985 : 274-278) ประกอบกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความน่าสนใจ เนื่องจากมี เนื้อหา ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว รวมอยู่ด้วยกัน ทำให้การเรียนรู้เข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น ผู้เรียนสามารถย้อนกลับไปศึกษาเนื้อหาที่ผ่านมาแล้ว เข้าได้โดยไม่มีกำหนดเวลา ประกอบกับกระบวนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทำอย่างเป็นระบบ มีแบบแผน และผ่านการพัฒนา ปรับปรุง แก้ไขจุดบกพร่องและข้อผิดพลาดต่าง ๆ จากผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

2. การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลการทดลองพบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับผลการวิจัยของ ไพฑูรย์ นพภาค (2535 : 57) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนกลุ่มที่สอนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่าการสอนแบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นฤบาล เนื่องทอง (2538 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล

ระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบททวนโดยครู กลุ่มที่ครูสอนและบททวนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับกลุ่มที่ครูสอนและบททวน พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง “การนำเสนอข้อมูล” ของกลุ่มที่ครูสอนและบททวนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สูงกว่ากลุ่มที่ครูสอน และบททวนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 สุภิญญา สุพรรณการ (2543 : 57) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ ของนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูงในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อารีย์ มีมุงกิจ (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 พบว่า เมื่อนำไปใช้กับนักเรียนที่มีผลการเรียนอยู่ในระดับปานกลาง และนักเรียนที่มีผลการเรียนในระดับต่ำ ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักเรียนที่มีผลการเรียนทั้งสองระดับสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 อัจฉราพร พงษาปาน (2545 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ของนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นปีที่ 1 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 นอกจากนี้ สุนทร สร้อยเรืองศรี (2546 : 47-48) ที่ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การที่ผลการวิจัยเป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจาก บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีการแบ่งเนื้อหาออกเป็นบทเรียนย่อย ๆ ซึ่งประกอบไปด้วยตัวอย่างที่ให้นักเรียนได้ศึกษาทำความเข้าใจ เลือกเรียนเนื้อหาใดก่อนหรือหลังก็ได้ ตามความต้องการ และเมื่อผู้เรียนยังเข้าใจเนื้อหาใด ก็สามารถย้อนกลับไปศึกษาใหม่ได้ นอกจากนี้การให้ข้อมูลย้อนกลับโดยทันทีของบทเรียน ช่วยส่งผลดีต่อการเรียนของผู้เรียนอีกทางหนึ่ง เนื่องจากผู้วิจัยได้ให้นักเรียนทำแบบทดสอบหลังการเรียนเนื้อหาแต่ละบทเรียน และสามารถทราบผลคะแนนหลังการทำแบบทดสอบของตนเองได้ทันที ดังนั้นเมื่อนักเรียนตอบถูกก็จะมีความกระตือรือร้นที่จะเรียนในบทเรียนต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็สามารถกลับมาศึกษาบทเรียนใหม่อีกครั้ง ด้วยเหตุนี้การให้นักเรียนสามารถศึกษาบทเรียนได้ตรงตามความต้องการ จึงส่งผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน

ก่อนการศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น นักเรียนคิดแก้โจทย์ปัญหาด้วยความรู้และประสบการณ์เดิมของแต่ละบุคคล แต่หลังจากศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งผู้วิจัยได้นำเสนอวิธีการแก้โจทย์ปัญหาที่เป็นระบบ จึงทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหามากยิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แล้วนำข้อมูลไปเปรียบเทียบกับผลการทดสอบก่อนเรียน จึงพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 ข้อเสนอแนะเพื่อการนำผลการวิจัยไปใช้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น นี้สามารถนำไปใช้สอน ทบทวน หรือซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ได้

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น นี้สามารถนำไปให้นักเรียน ศึกษาเพิ่มเติม สำหรับนักเรียนที่เลือกเรียนชุมนุมคณิตศาสตร์ เนื่องจากนักเรียนส่วนใหญ่เป็น นักเรียนที่มีความสนใจทางด้านคณิตศาสตร์ จึงควรส่งเสริมศักยภาพของนักเรียนให้เต็ม ความสามารถ

3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น นี้สามารถนำไปใช้ใน ห้องสมุดของโรงเรียน เพื่อให้นักเรียนยืมไปศึกษาทบทวน เตรียมตัวสอบเข้าศึกษาต่อในระดับ ชั้นที่สูงขึ้น

4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น นี้สามารถนำไปใช้ ใน การทบทวนเนื้อหา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ได้

5.3.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยต่อไป

1. ควรพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในวิชาคณิตศาสตร์ในเนื้อหาอื่น ๆ สำหรับ นักเรียนในระดับชั้นอื่น ๆ โดยควรพัฒนาให้หลากหลายและบอกกลุ่มเป้าหมายให้ชัดเจน เช่น เพื่อทบทวน เพื่อเริ่มต้นเรียนรู้ เพื่อเพิ่มทักษะ เพราะความละเอียดของเนื้อหาจะมีความแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังเป็นการพัฒนาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ให้มีความน่าเรียนรู้โดยใช้ เทคโนโลยีใหม่ ๆ เข้ามาช่วย ซึ่งสอดคล้องกับการเรียนที่ยึดนักเรียนเป็นสำคัญ โดยเน้นให้ นักเรียนเรียนรู้ด้วยตนเองและส่งเสริมความแตกต่างระหว่างบุคคล

2. จากผลการวิจัยครั้งนี้ จะเห็นว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนั้นควรที่จะวิเคราะห์เนื้อหาที่มีความยากในวิชาคณิตศาสตร์ แล้วนำมา พัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้เหมาะสมกับความสามารถของนักเรียนทุกระดับ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ได้ดียิ่งขึ้น

3. ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยครูผู้สอนนั้น ควรมีการดำเนินงาน ร่วมกันเป็นทีม ประกอบไปด้วยบุคลากรที่มีความรู้ ความสามารถหลาย ๆ ด้าน เช่น ในด้าน เนื้อหาวิชา วิธีการสอน ด้านโปรแกรมสำหรับสร้างเป็นบทเรียน ด้านกราฟิกตกแต่งบทเรียน ให้มี ความสวยงามน่าสนใจ เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากครูผู้สอนเพียงคนเดียวอาจไม่มีความถนัดในทุก ๆ ด้าน ดังนั้นควรจะมีคณะทำงานในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้บทเรียนมี ประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

บรรณานุกรม

- กมล เอกไทยเจริญ. ม.ป.ป.. คู่มือคณิตศาสตร์ ม.5 เล่ม 3 ค 013. นนทบุรี : เทพเนรมิตการพิมพ์.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. คู่มือครูการประเมินผลการเรียน ระดับมัธยมศึกษา ตามหลักสูตรฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2535. หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2538. การประเมินผลการใช้หลักสูตรระดับมัธยมศึกษาตอนต้น พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533) และระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533). กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2538 บรรณนิเทศน์งานวิชาการ (พ.ศ. 2531-2537). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2539. แนวทางการสร้างแบบสอบวินิจฉัย เพื่อพัฒนาการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2540. สาระสำคัญของผลการวิจัย เรื่อง สัมฤทธิ์ผลของหลักสูตรมัธยมศึกษา ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533 “วิสัยทัศน์การมัธยมศึกษาในอนาคต : สาระและมุมมอง”. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. 2541. รายงานการวิจัยเรื่อง การศึกษาสภาพความคาดหวัง สภาพปัจจุบันและปัญหาการจัดการเรียนการสอนระดับประถมศึกษาและมัธยมศึกษาในวิชาภาษาไทย ภาษาอังกฤษ คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ. 2542. เอกสารชุดแนวทางปฏิรูปการศึกษาในโรงเรียนสังกัดกรมสามัญศึกษา “การจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง”. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา.
- กานดา พูนลาภทวี. 2528. การประเมินผลการศึกษา. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เทคโนโลยี คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- กิดานันท์ มลิทอง. 2540. เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- ชินชฎา ชานนท์. 2531. “เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอน.” เทคโนโลยีทางการศึกษา. 1(1) : 7-13.

- เจริญ ภูภัทรพงศ์ และศรีลัดดา ภูภัทรพงศ์. ม.ป.ป.. *คู่มือและเทคนิคคิดลัดโจทย์คณิตศาสตร์ 3*. กรุงเทพฯ : ไซน์เซ็นเตอร์.
- ฉลอง ทับศรี. 2536. “กระบวนการสอนโดยคอมพิวเตอร์.” *ชลบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. เอกสารอัดสำเนา.
- ฉลอง ทับศรี. 2536. “เอกสารประกอบการฝึกอบรม ชุดที่ 9 เรื่อง การพัฒนา CAI ด้วยมัลติมีเดีย.” *ชลบุรี : ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา*. เอกสารอัดสำเนา.
- ชวลิต แซ่ทอง. 2543. “คู่มือปฏิบัติงาน เรื่อง การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียของสำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา.” กรุงเทพฯ : สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. 2521. *ระบบสื่อการสอน*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. 2541. *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : เทพเนรมิตร.
- เชิดศักดิ์ โฆวาลินธุ์. 2532. *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษา และจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2541. *หลักการออกแบบและการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม Multimedia ToolBook*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : วงกลม โปรดักชัน.
- ถาวร อานุภาพไตรรงค์. 2528. *เทคนิคการออกแบบโปรแกรม*. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ธวัชชัย งามสันติวงศ์. 2540. *มัลติมีเดีย ToolBook หลักการพัฒนางานคอมพิวเตอร์ระบบมัลติมีเดีย*. กรุงเทพฯ : เซ็นจูรี่.
- ธีรพงศ์ อ่อนอก. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อสอนการใช้ออร์เธอแวร์ โปรเฟสชันนอล.” *วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา*.
- นนุช วรรณวหะ. 2535. *คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- นฤบาล เนืองทอง. 2538. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง การนำเสนอข้อมูล ระหว่างกลุ่มที่ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนและทบทวนโดยครู กลุ่มที่สอนและทบทวนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน กับกลุ่มที่ครูสอนและทบทวน.” *วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์*.
- นิพนธ์ ศุขปรีดี. 2530. “บทบาทของคอมพิวเตอร์ต่อการศึกษาของไทยในอนาคต.” *ไมโครคอมพิวเตอร์*. 4(27) : 63-65.

- นิพนธ์ สุขปรีดี. 2531. โสตทัศนศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บรรลือศักดิ์ จำนง. 2542 “กระแสการปฏิรูปการศึกษา ณ วันนี้.” ปฏิรูปการศึกษา.
1(1) : 20.
- บุญชู ใจชื้อกุล. 2543. “เอกสารประกอบการฝึกอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่อง การผลิตสื่อการสอน
วิทยาศาสตร์สุขภาพ.” ฉะเชิงเทรา : สำนักงานสามัญศึกษาจังหวัดฉะเชิงเทรา.
เอกสารอัดสำเนา.
- บุญเชิด ภิญโญอนันตพงษ์. 2526. การทดสอบแบบอิงเกณฑ์ : แนวคิดและวิธีการ.
กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์.
- บุญเรือง พฤกษ์ศศิธร และทิพย์วรรณ ทิพย์แสง. 2542. “การใช้โปรแกรม
Authorware 4.0.” จันทบุรี : สถาบันราชภัฏรำไพพรรณี. เอกสารอัดสำเนา.
- บุปผชาติ ทัพทิกรณ์. 2539. การศึกษางานวิจัยทางวิทยาศาสตร์ศึกษา. กรุงเทพฯ :
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- บุรณะ สมชัย. 2542. การสร้าง CAI-Multimedia ด้วย Authorware 4.0. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- เบญจวรรณ โรจน์พานิช. 2540. “ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้ภาพจำลอง
สถานการณ์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์สำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2.”
วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- พร้อมพรรณ อุดมสิน. 2538. การวัดผลและการประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์.
กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. 2531. วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. กรุงเทพฯ :
เจริญผล.
- ไพฑูริย์ นพภาค 2535. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับสอนซ่อมเสริมวิชา
คณิตศาสตร์ เรื่อง การแยกตัวประกอบของพหุนาม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.”
วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ไพโรจน์ คชชา. 2539. คู่มือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วยโปรแกรม
Authorware. กรุงเทพฯ : สหธรรมิก.
- ภัทรา นิคมานนท์. 2529. การประเมินผลและการสร้างแบบทดสอบ. กรุงเทพฯ :
คณะวิชาครุศาสตร์ วิทยาลัยครูจันทระเกษม.
- มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. 2542. เอกสารการสอนชุดวิชา คณิตศาสตร์และสถิติ
สำหรับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. นนทบุรี : โรงพิมพ์มหาวิทยาลัย
สุโขทัยธรรมาธิราช.
- ยีน ภู่วรรณ. 2531. การใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ : ภาควิชา
เทคโนโลยีทางการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ยีน ภูววรรณ. 2531. “อนาคตการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” ไมโครคอมพิวเตอร์. 36(2) : 142-147.
- ยุพิน พิพิธกุล. 2524. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. 2539. การวัดและการสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รจนา หาญพิมพ์. 2544. “การสอนซ่อมเสริมนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความน่าจะเป็น โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- รุจิเรข ปราชญากุล. 2540. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบสมการ โดยใช้สื่อประสมกับการสอนแบบปกติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนพุทธธำรงสิปปบูล จังหวัดฉะเชิงเทรา.” วิทยานิพนธ์ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. 2538. เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- ลัดดา เต็มตุ่ม. 2532. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เส้นขนานและความคล้าย โดยใช้สื่อประสมแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนอยุธยาอนุสรณ์ จังหวัดพระนครศรีอยุธยา.” วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วรรณ ขุนศรี. 2539. “ความคิดเห็นของครูคณิตศาสตร์เกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).” วารสาร การวิจัยทางการศึกษา. 1(3) : 36-53.
- วิภาวรรณ สิงห์พริ้ง. 2541. การวิจัยและการดำเนินงาน เล่ม 1. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- วีระพล ชัยเจริญ. 2533. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยการสอนซ่อมเสริมด้วยโปรแกรมไมโครคอมพิวเตอร์กับการสอนเสริมปกติ.” วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- วีระพันธ์ คำดี. 2543. สร้างงานมัลติมีเดียสมบูรณ์แบบโดยใช้ macromedia AUTHORWARE 5. กรุงเทพฯ : ชัคเชสมิเดีย.
- วุฒิชัย ประสารสอย. 2543. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน : นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ : วี. เจ. พรินติ้ง.
- ศักดิ์ชัย เสรีรัฐ. 2530. “การพัฒนาบทเรียนแบบโปรแกรมที่ใช้กับเรื่องไมโครคอมพิวเตอร์ สำหรับสอนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ (ค 204) เรื่อง สมการ.” วิทยานิพนธ์ ศิลปศาสตรมหาบัณฑิต (ศึกษาศาสตร์-การสอน) บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัย

เกษตรศาสตร์.

ศิริชัย สงวนแก้ว 2534. “แนวทางการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”

คอมพิวเตอร์รีวิว. 7(78) : 173-179.

ศิริรัตน์ โตรอด. 2537. “ลักษณะที่เหมาะสมของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับครูระดับมัธยมศึกษาในกรุงเทพมหานคร.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาโสตทัศนศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2536. คู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ ค 013 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ. 2536. หนังสือเรียนคณิตศาสตร์ ค 013 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย. ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.

สมพงษ์ คนค่อง. 2538. เอบีซี โฟล์ชาร์ดเตอร์. กรุงเทพฯ : สยามสปอร์ต ซินดิเคท.

สมศักดิ์ ขจรเจริญกุล. 2539. “สภาพการจัดการเรียนการสอนของครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา สังกัดกรมสามัญศึกษา เขตการศึกษา 2 ปีการศึกษา 2538.” วารสารการวิจัยทางการศึกษา. 1(3) : 36-53.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ สำนักงานกฤษฎมนตรี. 2539. แผนพัฒนาการศึกษาฉบับที่ 8 (พ.ศ. 2540-2544). กรุงเทพฯ : อรรถพลการพิมพ์.

สำนักพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ. 2543. “คู่มือปฏิบัติงานเรื่องการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย.”

กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าพระนครเหนือ. เอกสารอัดสำเนา.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. 2535. “การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วารสารรวมคำแหง. 15(3) : 4248.

สุกมา มุ่ยสี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เพื่อสอนเสริมเรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

สุขเกษม อยุ่โต. 2540. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาประวัติศาสตร์การถ่ายภาพหลักสูตรศิลปภาพถ่าย ระดับปริญญาตรี.” ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต วิชาเอกเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. 2529. “สื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา.” วิทยาวิวัฒน์. 1(3) : 8-10.

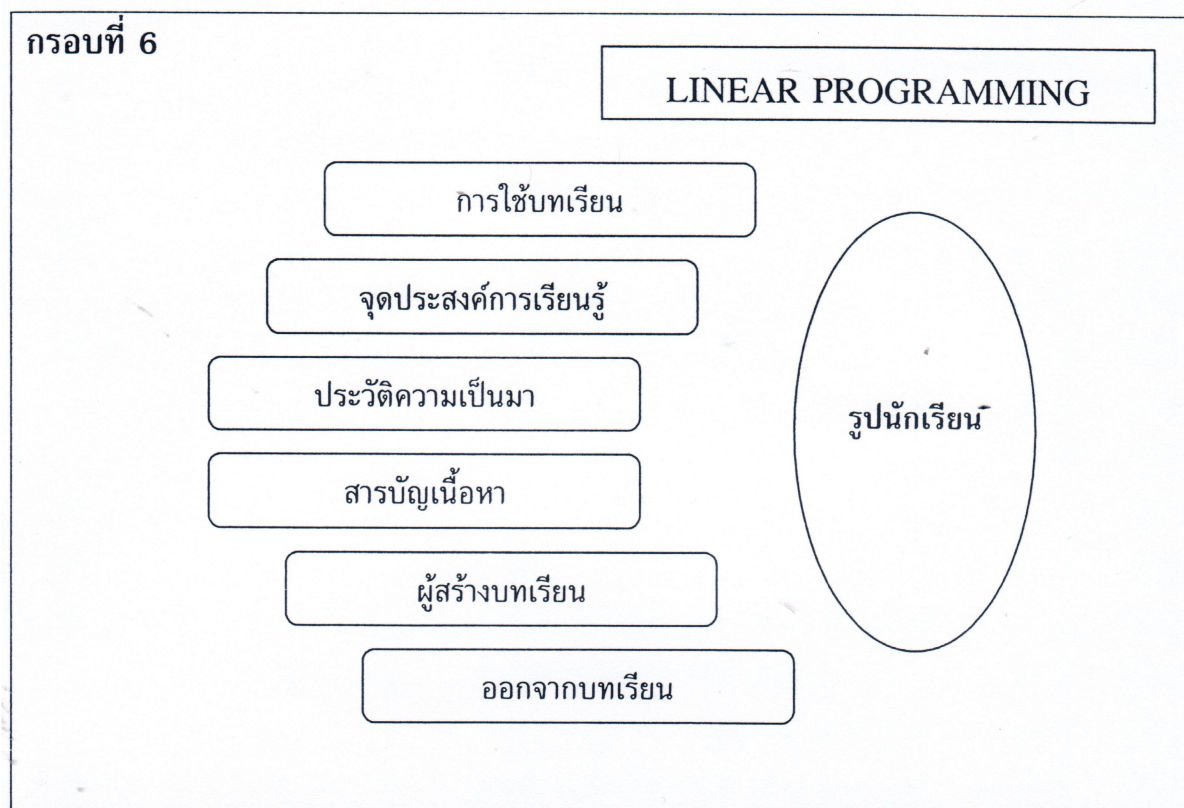
- สุนทร ร้อยเรืองศรี. 2546. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.”
วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์)
บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- สุพิทย์ กาญจนพันธุ์. 2541. *รวมศัพท์เทคโนโลยีและสื่อสารเพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ :
ซีเอ็ดยูเคชั่น.
- สุภิญญา สุพรรณการ. 2543. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อสอนเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ร้อยละ สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถทางคณิตศาสตร์สูง
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ
ทหารลาดกระบัง.
- สุรางค์ โค้วตระกูล. 2533. *จิตวิทยาการศึกษา*. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์
มหาวิทยาลัย.
- เสาวณีย์ ลีขาบัณฑิต. 2528. *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อัจฉราพร พงษาปาน. 2545. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม เรื่อง ฟังก์ชัน
ตรีโกณมิติ.” วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรมมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยี
การศึกษาทางการอาชีพและเทคโนโลยีศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยี
พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- อารีย์ มีมุงกิจ. 2541. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง เศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์
ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต (วิจัยและประเมินผลการศึกษา) บัณฑิตวิทยาลัย,
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- อำนาจ เลิศขยันดี. 2539. *สถิติอนพาราเมตริก*. กรุงเทพฯ : ศิลปสนองการพิมพ์.
- Alessi, S.M. and Trollip, S.R. 1985. *Computer-Based Instruction : Method
and Development*. New Jersey : Prentice Hall.
- Dale, E. 1969. *Audiovisual Materials in Teaching*. 3th ed. New York : Holt Rinchart
and Windton.
- Macromedia, 1993. *Authorware Professional for Windows : User Guide*. 2nd ed.
San Francisco : Macromedia.
- Stolurow, L.M. 1971. “Computer.” *The Encyclopedia of Education*. Vol. 3 :
390-400.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

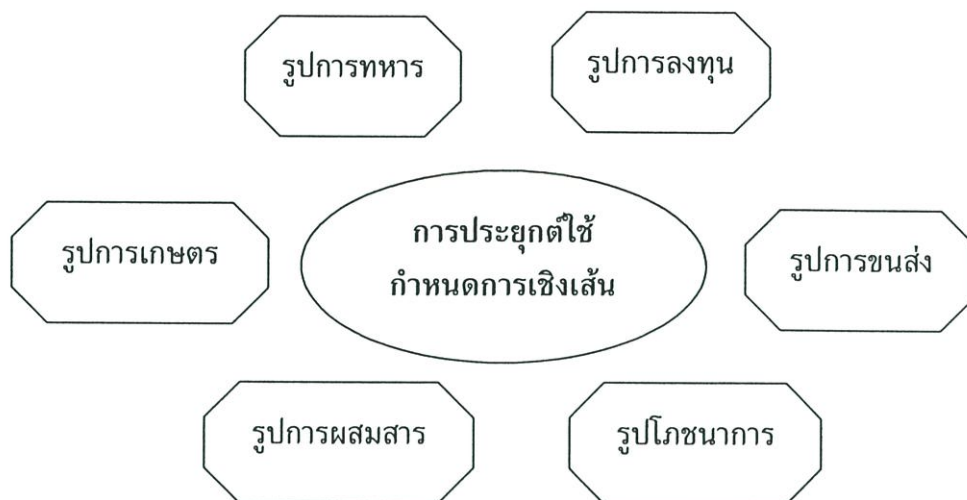
ตัวอย่างแนวทางการดำเนินเรื่องของบทเรียน

ตัวอย่างแนวทางการดำเนินเรื่องของบทเรียน



วัตถุ	ชื่อไฟล์รูปภาพ	ชื่อไฟล์เสียง	เหตุการณ์ เมื่อเมาส์ผ่าน	เหตุการณ์ เมื่อคลิกเมาส์
1. พื้นหลังมีชื่อเรื่อง	Bg0001	-	-	-
2. รูปนักเรียน	Student1	-	-	-
3. การใช้บทเรียน	Button-use1 Button-use2	Sound-use1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 7
4. จุดประสงค์	Button-obj1 Button-obj2	Sound-obj1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 8
5. ประวัติความเป็นมา	Button-his1 Button-his2	Sound-his1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 9
6. สารบัญเนื้อหา	Button-con1 Button-con2	Sound-con1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 17
7. ผู้สร้างบทเรียน	Button-man1 Button-man2	Sound-man1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 18
8. ออกจากบทเรียน	Button-exit1 Button-exit2	Sound-exit1	เมื่อเมาส์ผ่านจะเกิดเสียง และปุ่มจะเปลี่ยนสี	ไปกรอบที่ 4


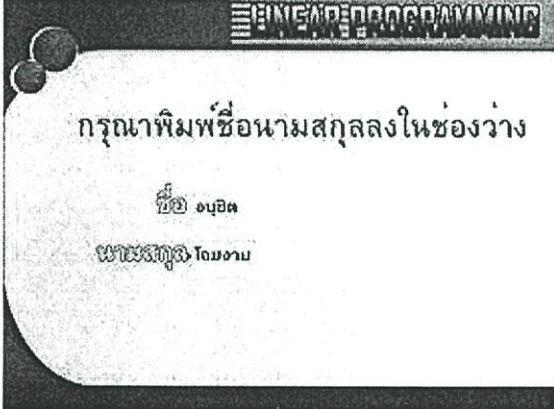
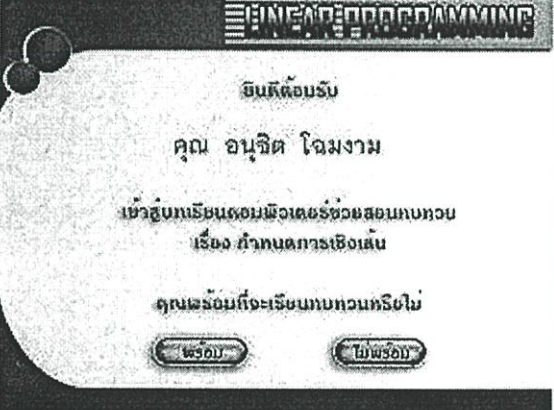
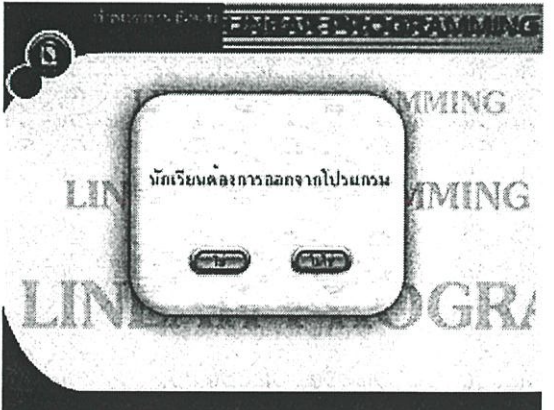
กรอบที่ 10



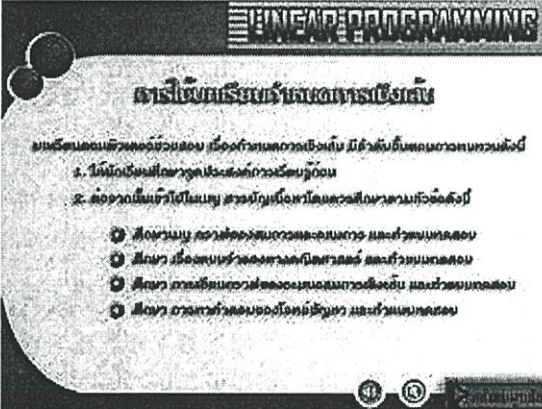
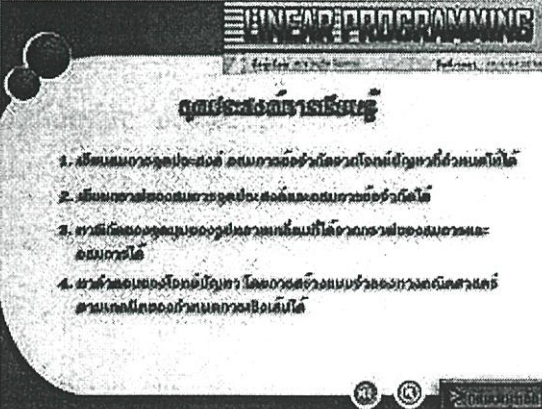


วัตถุ	ชื่อไฟล์รูปภาพ	ชื่อไฟล์เสียง	ชื่อไฟล์วีดิทัศน์	เหตุการณ์ เมื่อคลิกเมาส์
1. พื้นหลัง	Bg0002	-	-	-
2. หัวข้อเรื่อง	Apply1	-	-	-
3. การลงทุน	Money1	Sound-money1	Vedio-money1	ไปกรอบที่ 11 แสดง วีดิทัศน์และเสียง
4. การขนส่ง	Tran1	Sound-tran1	Vedio-tran1	ไปกรอบที่ 12 แสดง วีดิทัศน์และเสียง
5. โภชนาการ	Food1	Sound-food1	Vedio-food1	ไปกรอบที่ 13 แสดง วีดิทัศน์และเสียง
6. การผสมสาร	Mix1	Sound-mix1	Vedio-mix1	ไปกรอบที่ 14 แสดง วีดิทัศน์และเสียง
7. การเกษตร	Plants1	Sound-plants1	Vedio-plants1	ไปกรอบที่ 15 แสดง วีดิทัศน์และเสียง
8. การทหาร	Soilder1	Sound-soilder1	Vedio-soilder1	ไปกรอบที่ 16 แสดง วีดิทัศน์และเสียง

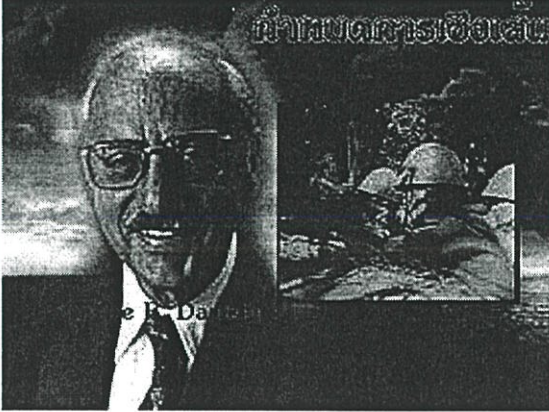

ภาคผนวก ข


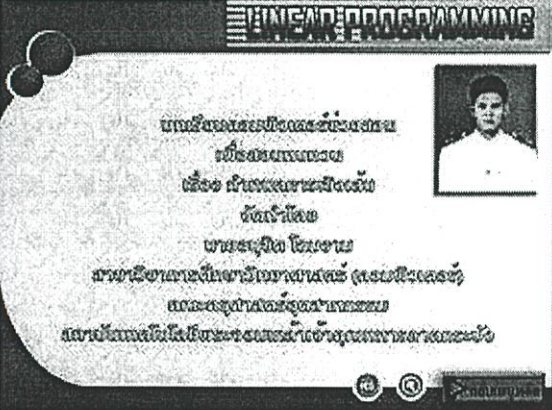
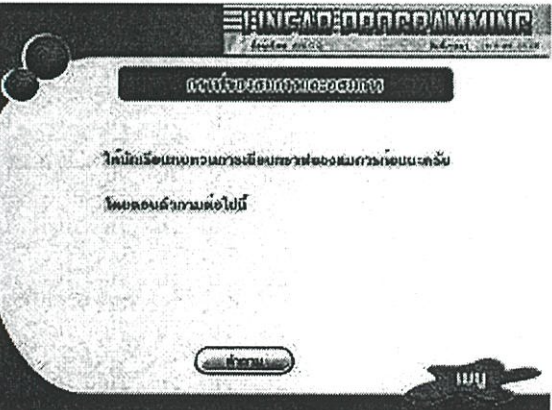
ตัวอย่างสคริปต์บทเรียนและตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

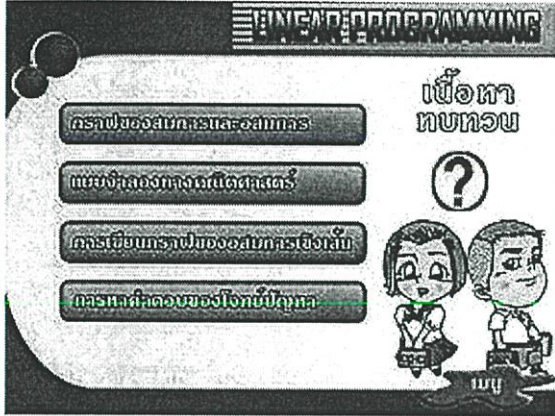
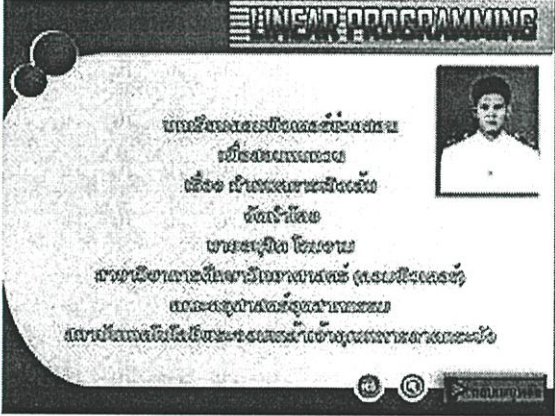
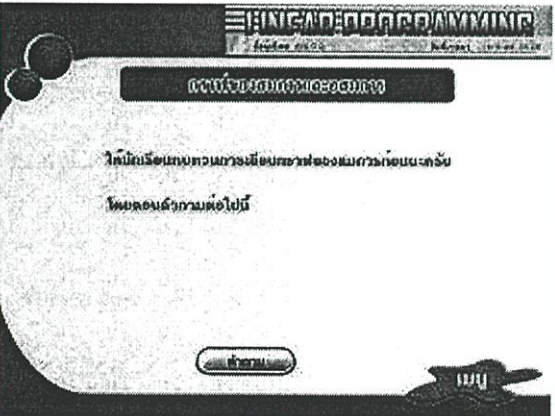
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
 <p data-bbox="353 437 664 567">กำหนดการเชิงเส้น LINEAR PROGRAMMING</p>	<p data-bbox="795 222 1043 265">กรอบที่ 1 ชื่อเรื่อง</p> <ul data-bbox="795 286 1176 426" style="list-style-type: none"> - แสดงชื่อบทเรียน - มีภาพเคลื่อนไหวประกอบ - แสดงทั้งภาษาไทยและอังกฤษ
 <p data-bbox="293 761 746 804">กรุณาพิมพ์ชื่อนามสกุลลงในช่องว่าง</p> <p data-bbox="368 847 464 868">ชื่อ อนุจิต</p> <p data-bbox="316 890 471 922">นามสกุล ใจมงาม</p>	<p data-bbox="795 653 1169 696">กรอบที่ 2 กรอบลงทะเบียน</p> <ul data-bbox="795 717 1295 804" style="list-style-type: none"> - ให้พิมพ์ชื่อ-นามสกุล ก่อนเข้าสู่บทเรียน - คลิก Enter หรือ คลิกเมาส์ไปกรอบที่ 3
 <p data-bbox="457 1170 553 1192">ยินดีต้อนรับ</p> <p data-bbox="390 1213 598 1246">คุณ อนุจิต ใจมงาม</p> <p data-bbox="338 1278 672 1343">เข้าสู่บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบททวน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น</p> <p data-bbox="368 1375 642 1397">คุณพร้อมที่จะเรียนบททวนหรือไม่</p> <p data-bbox="390 1429 464 1450">พร้อม</p> <p data-bbox="553 1429 627 1450">ไม่พร้อม</p>	<p data-bbox="795 1084 1117 1127">กรอบที่ 3 กรอบต้อนรับ</p> <ul data-bbox="795 1149 1221 1343" style="list-style-type: none"> - แสดงความต้อนรับ - ให้ยืนยันความพร้อมเข้าสู่บทเรียน - คลิก พร้อม ไปกรอบที่ 6 - คลิก ไม่พร้อม ไปกรอบที่ 4
 <p data-bbox="368 1688 612 1709">นักเรียนต้องการออกจากโปรแกรม</p> <p data-bbox="405 1763 464 1785">ใช่</p> <p data-bbox="509 1763 568 1785">ไม่ใช่</p>	<p data-bbox="795 1515 1243 1558">กรอบที่ 4 เมนูออกจากโปรแกรม</p> <ul data-bbox="795 1580 1102 1666" style="list-style-type: none"> - คลิก ใช่ ไปกรอบที่ 5 - คลิก ไม่ใช่ ไปกรอบที่ 6

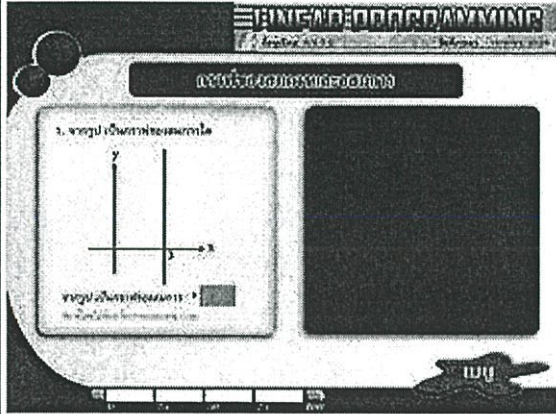
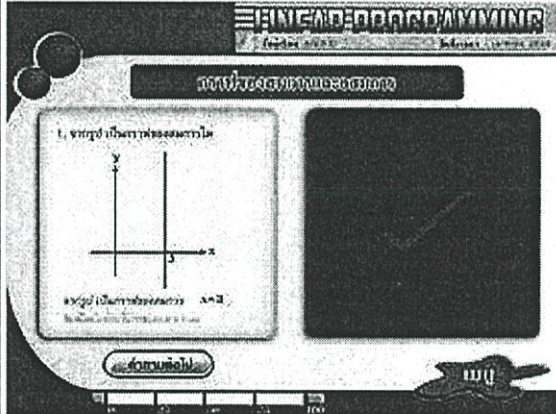
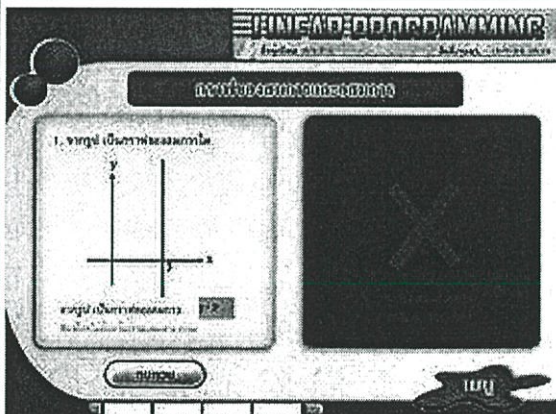
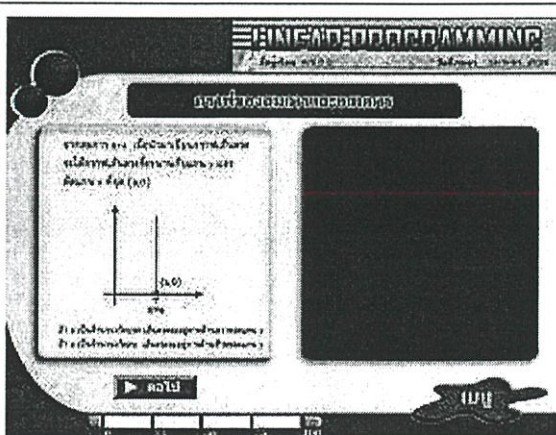
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
 <p>ตัวอย่างบทเรียน</p>	<p>กรอบที่ 5 กรอบออกจากบทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - มีข้อความอวยพร ขอให้โชคดี ก่อนออกจากบทเรียน
 <p>ตัวอย่างบทเรียน</p>	<p>กรอบที่ 6 เมนูหลัก</p> <ul style="list-style-type: none"> - เมนูการใช้บทเรียน - เมนูจุดประสงค์การเรียนรู้ - เมนูประวัติความเป็นมา - เมนูสารบัญเนื้อหา - แสดงเมนูผู้สร้างบทเรียน - เมื่อกดออกจากโปรแกรม
 <p>ตัวอย่างบทเรียน</p>	<p>กรอบที่ 7 เมนูการใช้บทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายขั้นตอนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น - คลิก ปุ่มเสียง เพื่อฟังเสียงบรรยาย - คลิก ปุ่มหยุดเสียง เพื่อหยุดเสียงบรรยาย - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6
 <p>ตัวอย่างบทเรียน</p>	<p>กรอบที่ 8 เมนูจุดประสงค์การเรียนรู้</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น - คลิก ปุ่มเสียง เพื่อฟังเสียงบรรยาย - คลิก ปุ่มหยุดเสียง เพื่อหยุดเสียงบรรยาย - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6

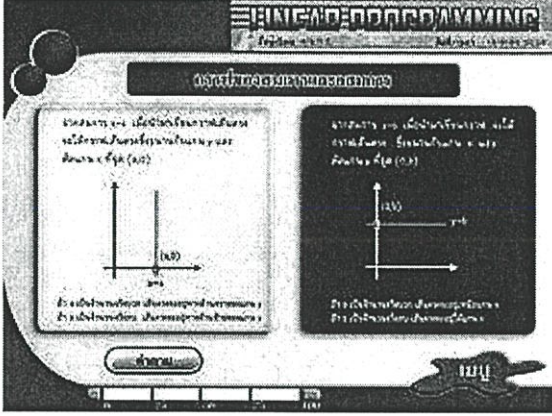
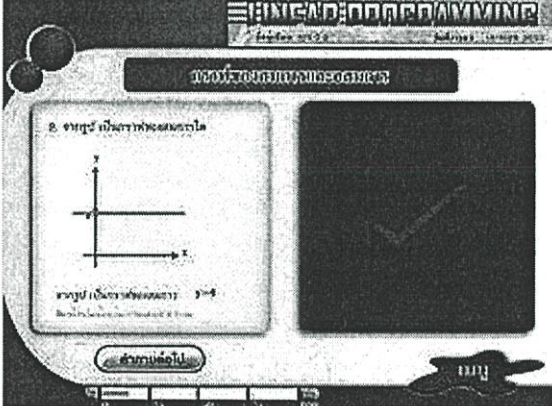
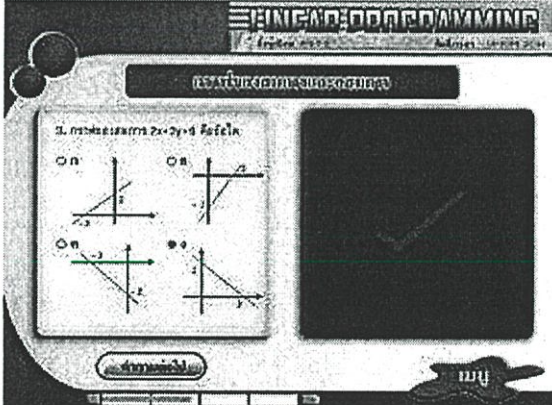
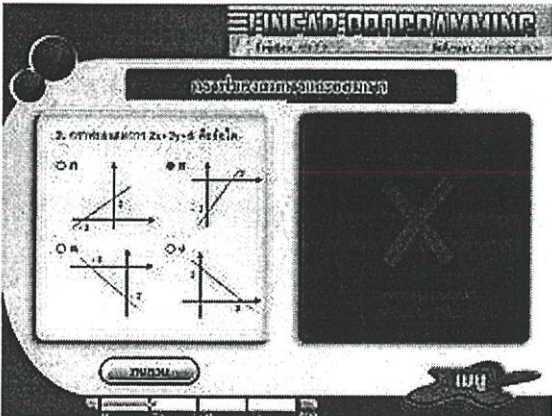
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 9 เมนูประวัติความเป็นมา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงประวัติความเป็นมาของเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยมีวีดิทัศน์ ประกอบการบรรยาย
	<p>กรอบที่ 10 เมนูประวัติความเป็นมา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น - คลิก ภาพ ไปกรอบที่ 11- 16 - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 11 แสดงวีดิทัศน์การประยุกต์ใช้ในปัญหาการลงทุน</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาการลงทุน
	<p>กรอบที่ 12 แสดงวีดิทัศน์การประยุกต์ใช้ในปัญหาการขนส่ง</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาการขนส่ง

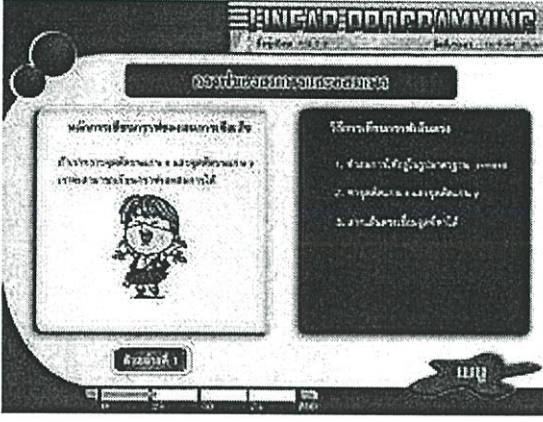
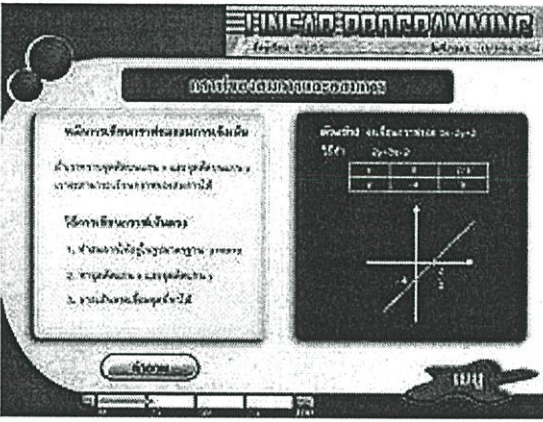
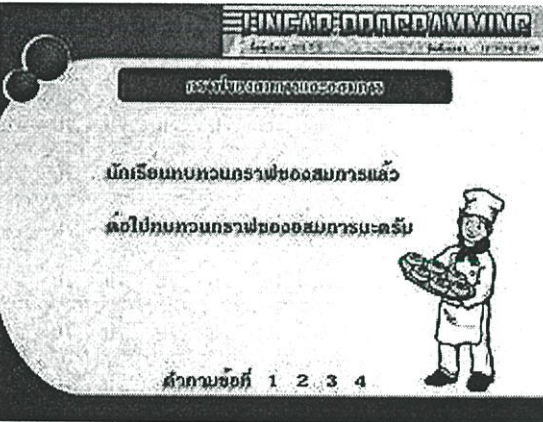
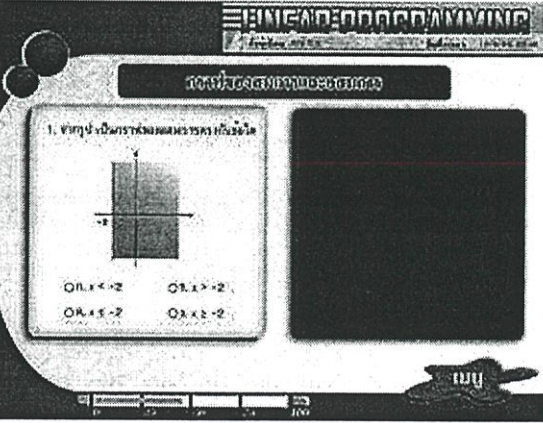
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 9 เมนูประวัติความเป็นมา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงประวัติความเป็นมาของเรื่อง กำหนดการเชิงเส้น โดยมีวีดิทัศน์ ประกอบการบรรยาย
	<p>กรอบที่ 10 เมนูประวัติความเป็นมา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น - คลิก ภาพ ไปกรอบที่ 11- 16 - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 11 แสดงวีดิทัศน์การประยุกต์ใช้ในปัญหาการลงทุน</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาการลงทุน
	<p>กรอบที่ 12 แสดงวีดิทัศน์การประยุกต์ใช้ในปัญหาการขนส่ง</p> <ul style="list-style-type: none"> - อธิบายการประยุกต์ใช้กำหนดการเชิงเส้น ในการแก้ปัญหาการขนส่ง

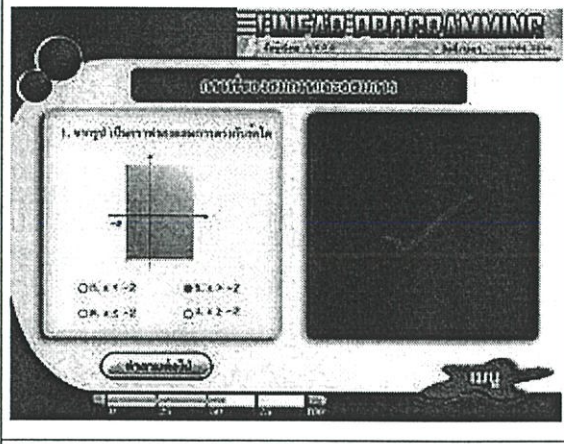
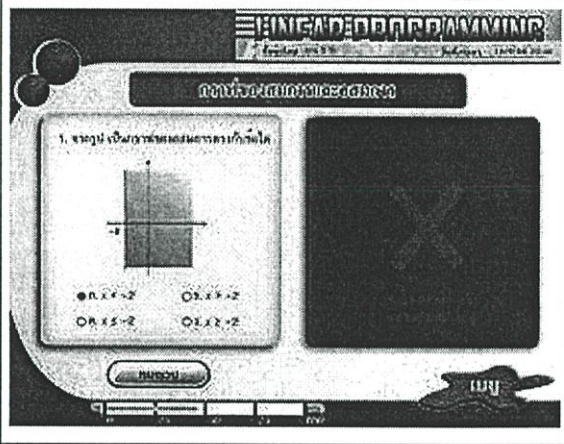
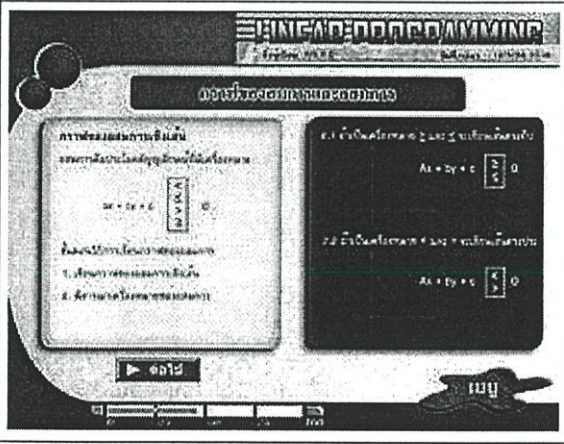
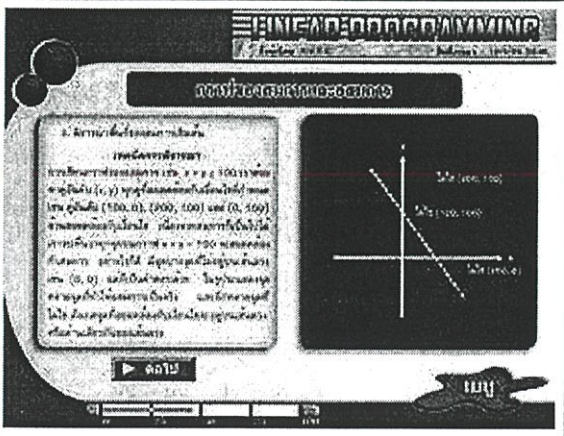
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 17 เมนูสารบัญเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงบทเรียนทบทวน จำนวน 4 บทเรียน - คลิก กราฟของสมการและอสมการ ไปกรอบที่ 19 - คลิก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไปกรอบที่ 51 - คลิก การเขียนกราฟของสมการเชิงเส้น ไปกรอบที่ 82 - คลิก การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ไปกรอบที่ 107 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 18 เมนูผู้สร้างบทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อมูลของผู้สร้างบทเรียน - คลิก ปุ่มเสียง เพื่อฟังเสียงบรรยาย - คลิก ปุ่มหยุดเสียง เพื่อหยุดเสียงบรรยาย - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 19 กรอบทบทวน กราฟของสมการและอสมการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความ ให้ทบทวน เรื่อง กราฟของสมการ โดยการใช้คำถาม - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 20 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

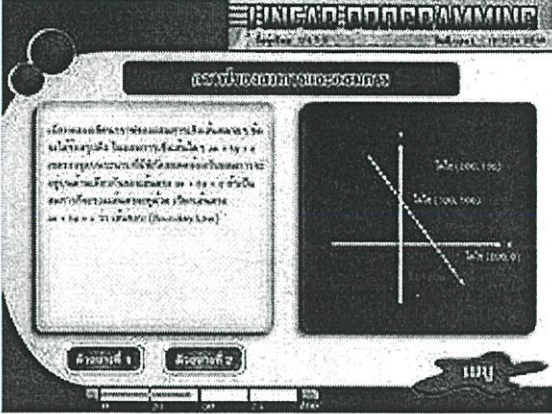
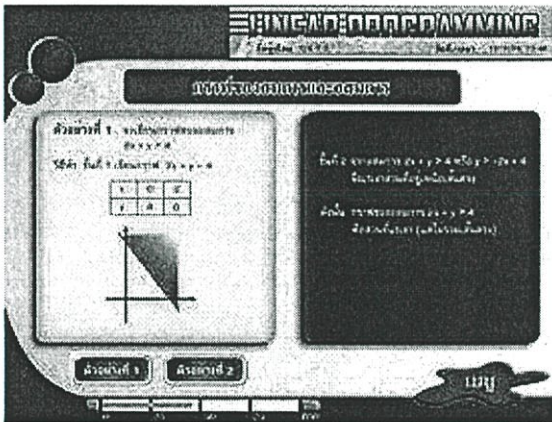
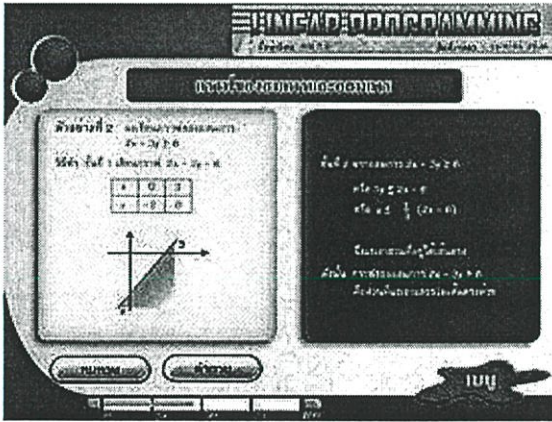
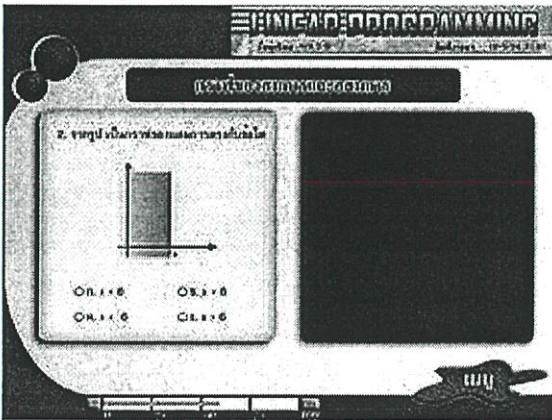
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 17 เมนูสารบัญเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงบทเรียนบททวน จำนวน 4 บทเรียน - คลิก กราฟของสมการและอสมการ ไปกรอบที่ 19 - คลิก แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ ไปกรอบที่ 51 - คลิก การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น ไปกรอบที่ 82 - คลิก การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา ไปกรอบที่ 107 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 18 เมนูผู้สร้างบทเรียน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อมูลของผู้สร้างบทเรียน - คลิก ปุ่มเสียง เพื่อฟังเสียงบรรยาย - คลิก ปุ่มหยุดเสียง เพื่อหยุดเสียงบรรยาย - คลิก กลับเมนูหลัก ไปกรอบที่ 6
	<p>กรอบที่ 19 กรอบบททวน กราฟของสมการและอสมการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความ ให้บททวน เรื่อง กราฟของสมการ โดยการใช้คำถาม - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 20 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

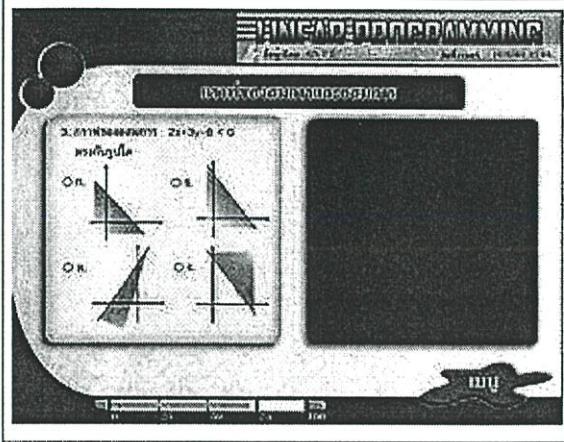
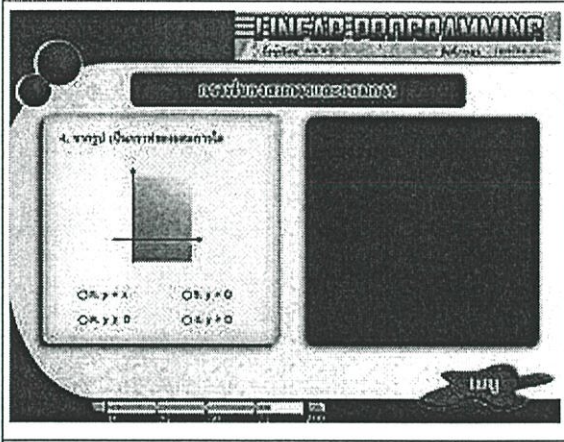
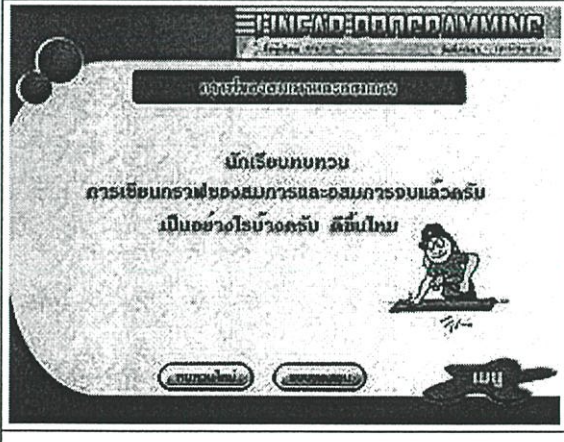
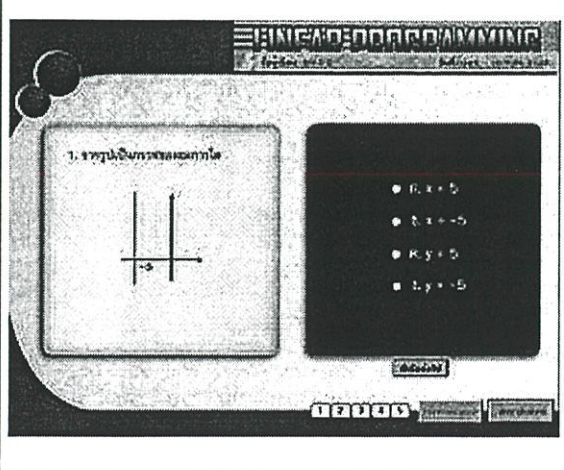
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 20 กรอบทบทวน กราฟของสมการ (คำถามที่ 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง กราฟของสมการและอสมการ โดยใช้คำถาม - แสดงคำถามที่ 1 - พิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง และเคาะ Enter ไปกรอบที่ 21 หรือ 22 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 21 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 25 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 22 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด และมีข้อความให้ทบทวนเนื้อหา แล้วกลับมาตอบคำถามใหม่ - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 23 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 23 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่องกราฟของสมการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน เรื่อง กราฟของสมการ - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 24 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

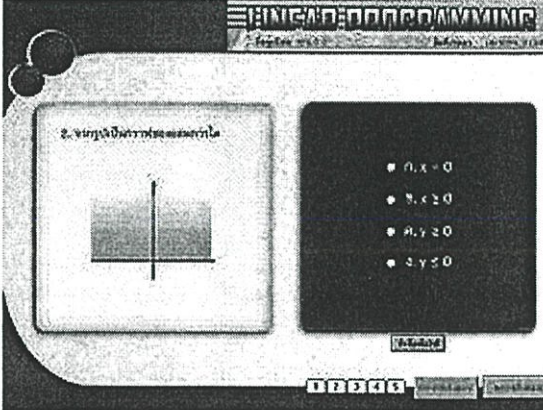
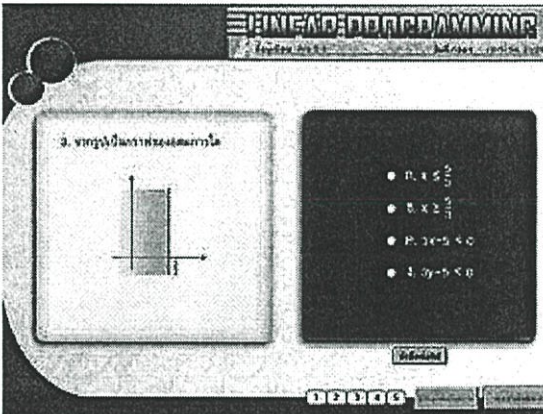
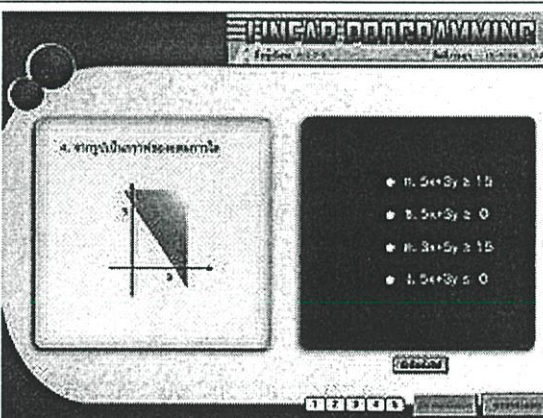
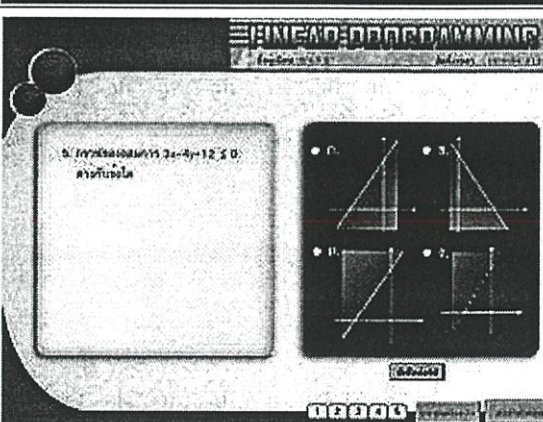
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 24 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง กราฟของสมการ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน เรื่อง กราฟของสมการ - คลิก คำถาม ไปกรอบคำถามเดิม - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 25 กรอบทบทวน กราฟของสมการ (คำถามที่ 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 2 - พิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง และเคาะ Enter - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 26 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 23 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 26 กรอบทบทวน กราฟของสมการ (คำถามที่ 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 3 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 30 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 27 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 27 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง กราฟของสมการ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด และมีข้อความให้ทบทวนเนื้อหา แล้วกลับมาตอบคำถามใหม่ - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 28 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

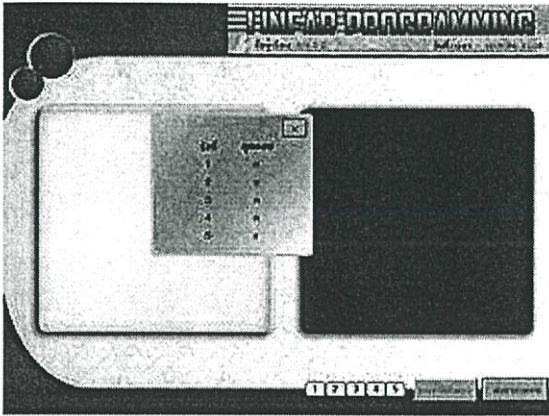
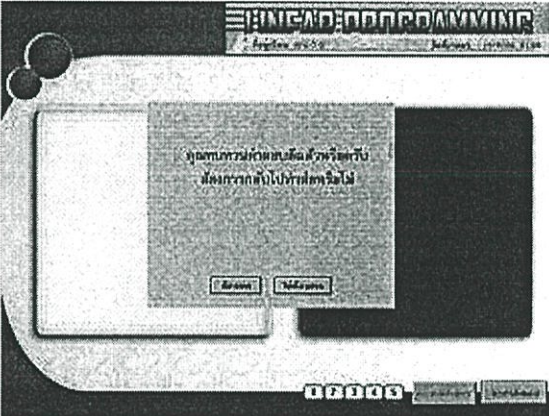
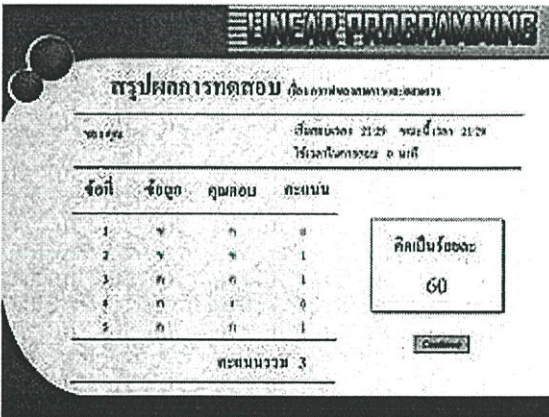
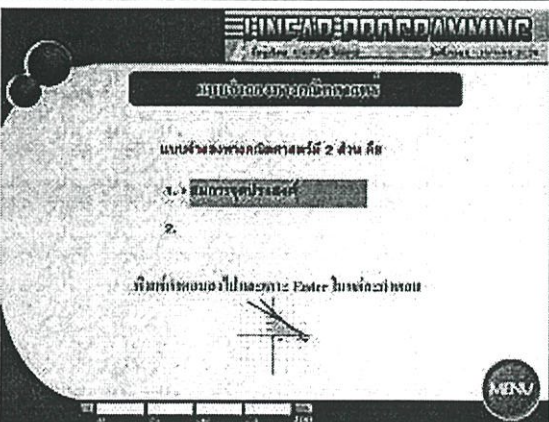
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 28 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง กราฟของสมการ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงหลักการเขียนกราฟ - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 29 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 29 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง กราฟของสมการ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างการเขียนกราฟ - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 26 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 30 กรอบทบทวน กราฟของ อสมการ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความ ให้ทบทวน เรื่อง กราฟของ อสมการ โดยการใช้คำถาม - คลิก 1 ไปกรอบที่ 31 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 39 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 40 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 41
	<p>กรอบที่ 31 กรอบทบทวน กราฟของ อสมการ (คำถามที่ 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 1 - คลิกเลือกตัวเลือก - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 32 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 33 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

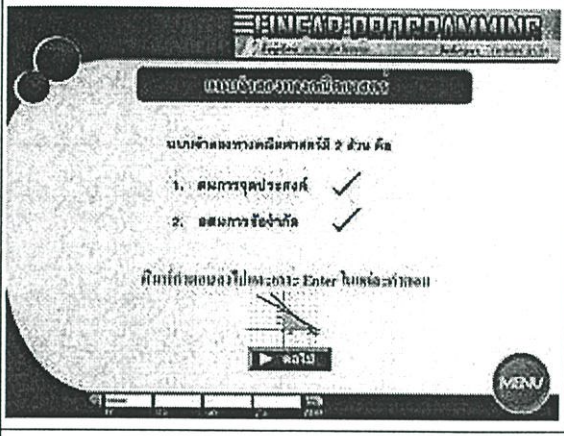
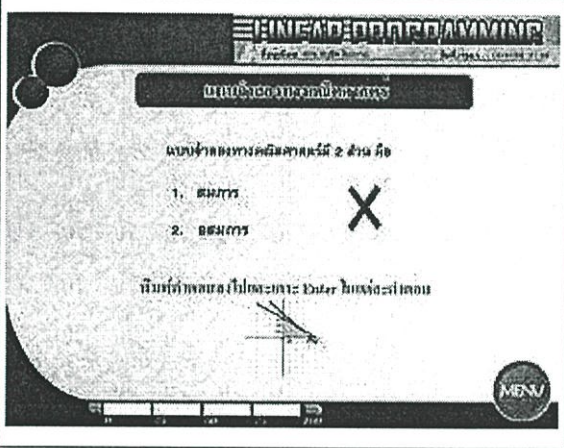
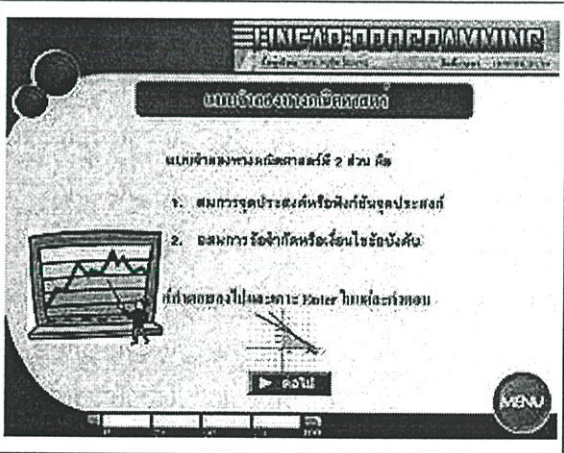
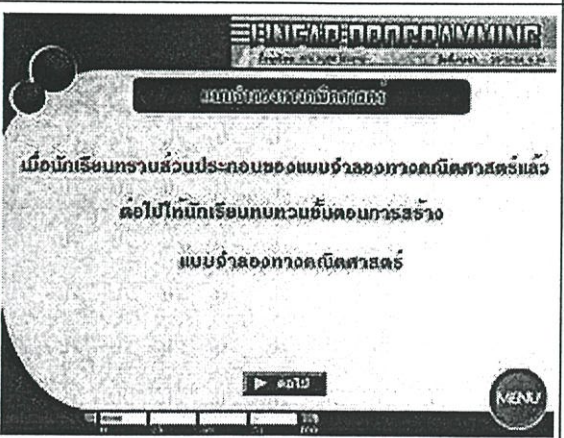
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 32 กรอบแสดงการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 30 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 33 กรอบแสดงการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 34 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 34 กรอบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 35 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 35 กรอบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ) - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 36 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

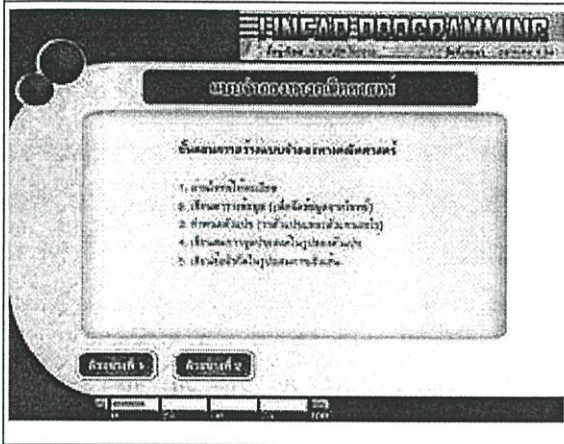
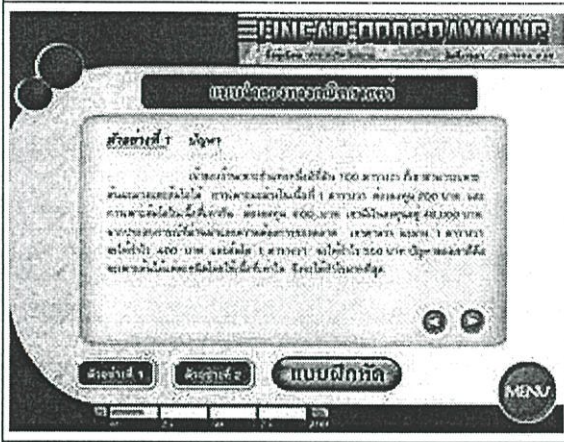

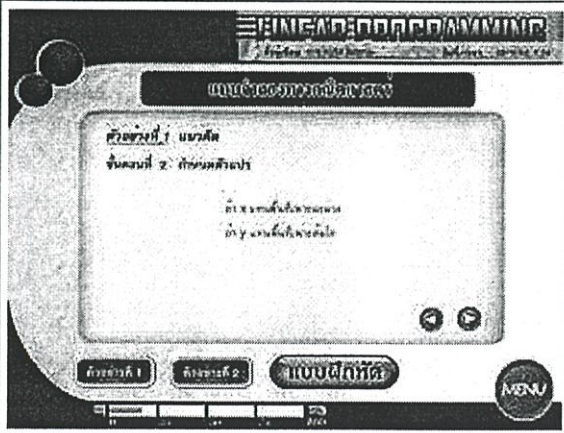
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 36 กรอบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 37 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 38 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 37 กรอบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 38 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 38 กรอบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของอสมการเชิงเส้น (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 34 - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 31 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 39 กรอบทบทวน กราฟของอสมการ (คำถามที่ 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 2 - คลิกเลือกตัวเลือก - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 40 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 34 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17





ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 40 กรอบทบทวน กราฟของ อสมการ (คำถามที่ 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 3 - คลิกเลือกตัวเลือก - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 41 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 34 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 41 กรอบทบทวน กราฟของ อสมการ (คำถามที่ 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 4 - คลิกเลือกตัวเลือก - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 42 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 34 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 42 กรอบจบการทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความจบทบทวน เรื่อง กราฟของสมการและอสมการ - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 19 - คลิก แบบทดสอบ ไปกรอบที่ 43 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 43 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบเพื่อทดสอบความเข้าใจข้อที่ 1 จากทั้งหมด 5 ข้อ - คลิก 2 ไปกรอบที่ 44 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 45 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 46 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 47 - คลิก กระดาษคำตอบ ไปกรอบที่ 48 - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบที่ 49



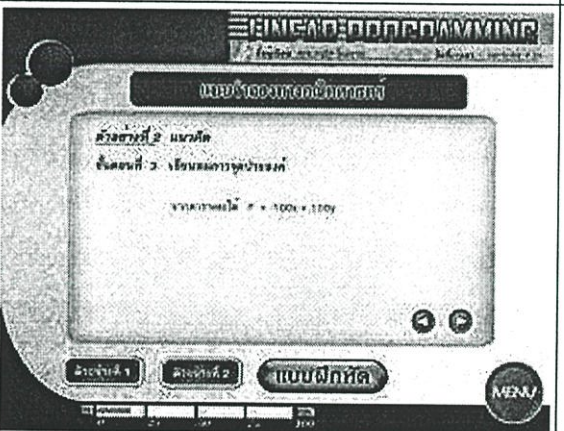

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 44 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบ ข้อที่ 2 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 43 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 45 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 46 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 47 - คลิก กระจายคำตอบ ไปกรอบที่ 48 - คลิก ตรววจำตอบ ไปกรอบที่ 49
	<p>กรอบที่ 45 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบ ข้อที่ 3 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 43 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 44 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 46 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 47 - คลิก กระจายคำตอบ ไปกรอบที่ 48 - คลิก ตรววจำตอบ ไปกรอบที่ 49
	<p>กรอบที่ 46 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบ ข้อที่ 4 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 43 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 44 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 45 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 47 - คลิก กระจายคำตอบ ไปกรอบที่ 48 - คลิก ตรววจำตอบ ไปกรอบที่ 49
	<p>กรอบที่ 47 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบ ข้อที่ 5 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 43 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 44 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 45 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 46 - คลิก กระจายคำตอบ ไปกรอบที่ 48 - คลิก ตรววจำตอบ ไปกรอบที่ 49


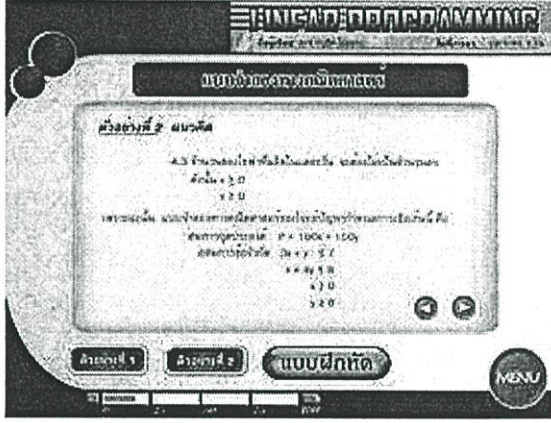
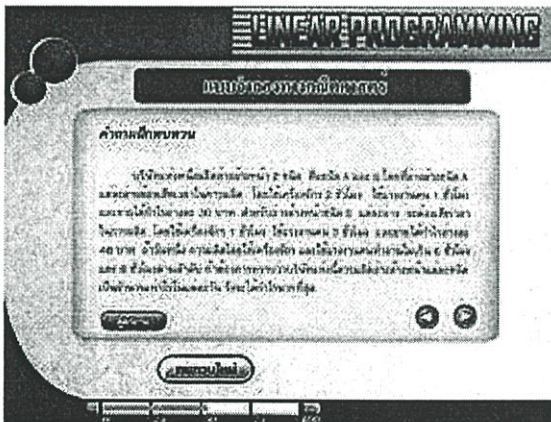
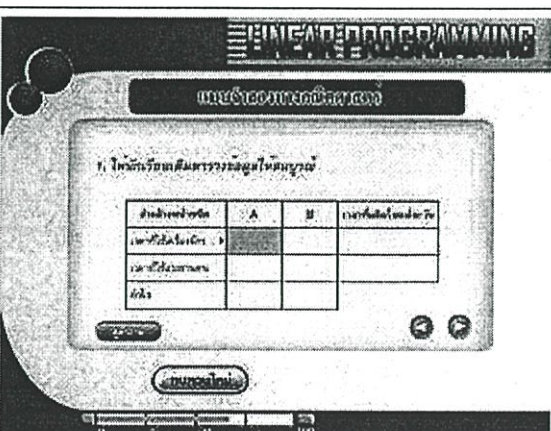
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน																								
	<p>กรอบที่ 48 กรอบกระดานคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงกระดานคำตอบเพื่อตรวจสอบว่าข้อใดทำไปแล้วบ้าง - คลิก กากบาท เพื่อปิดกรอบนี้ 																								
	<p>กรอบที่ 49 กรอบตรวจคำตอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความ ยืนยันว่าต้องการตรวจสอบคำตอบหรือไม่ - คลิก ต้องการ ไปกรอบที่ 43 - คลิก ไม่ต้องการ ไปกรอบที่ 50 																								
 <p>สรุปผลการทดสอบ การทำแบบทดสอบแบบทดสอบ</p> <p>ข้อที่ 1 ถึง 5</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ข้อที่</th> <th>ข้อถูก</th> <th>ถูกตอบ</th> <th>คะแนน</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>✓</td> <td>ก</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>✓</td> <td>ข</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>✓</td> <td>ค</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>✓</td> <td>ง</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>✓</td> <td>ก</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table> <p>คะแนนรวม 3</p> <p>คิดเป็นร้อยละ 60</p> <p>Continue</p>	ข้อที่	ข้อถูก	ถูกตอบ	คะแนน	1	✓	ก	0	2	✓	ข	1	3	✓	ค	1	4	✓	ง	0	5	✓	ก	1	<p>กรอบที่ 50 กรอบผลการทำแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ - คลิก Continue ไปกรอบที่ 17
ข้อที่	ข้อถูก	ถูกตอบ	คะแนน																						
1	✓	ก	0																						
2	✓	ข	1																						
3	✓	ค	1																						
4	✓	ง	0																						
5	✓	ก	1																						
 <p>แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ 2 ส่วน คือ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. จำนวนการจุดประสงค์ 2. <p>พิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง และเคาะ Enter</p>	<p>กรอบที่ 51 กรอบทบทวน แบบจำลองทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถาม ส่วนประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - พิมพ์คำตอบลงในช่องว่าง และเคาะ Enter - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 52 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 53 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 																								

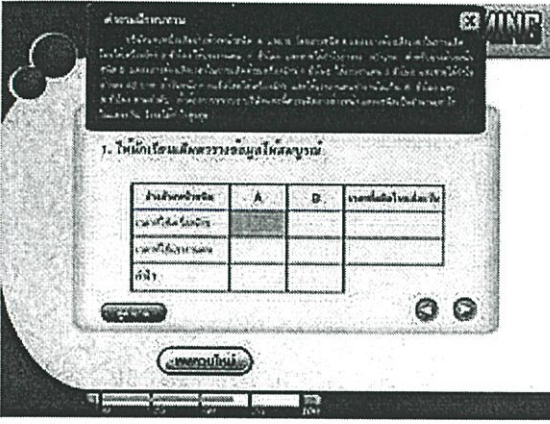
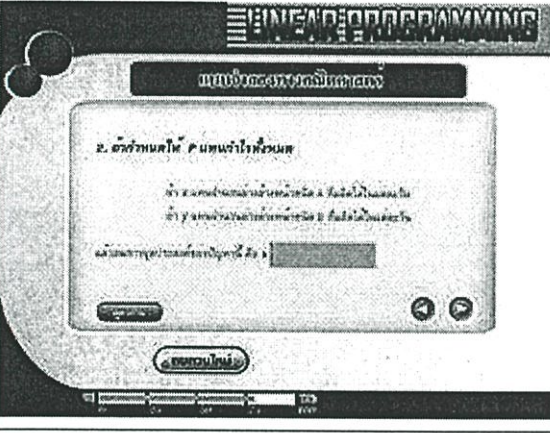
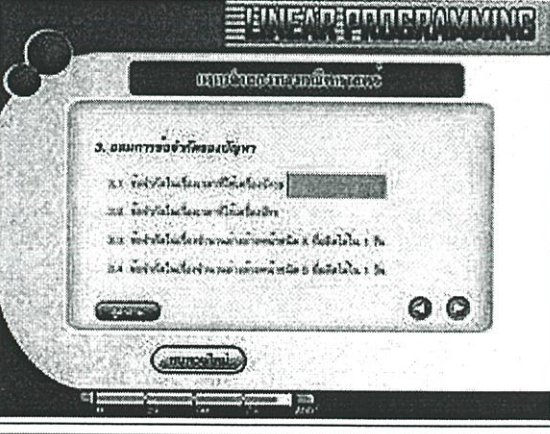
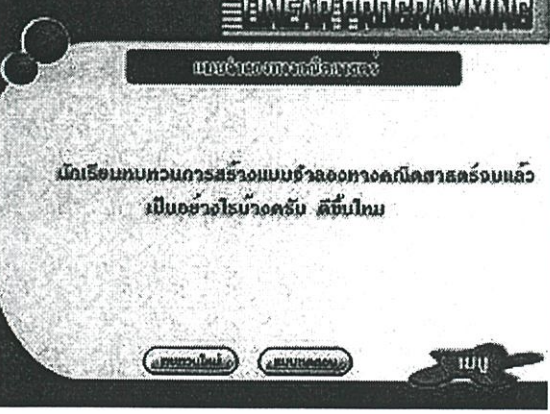
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 52 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 55 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 53 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด และไปกรอบที่ 54 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 54 กรอบทบทวน ส่วนประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความประกอบเสียงบรรยาย - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 55 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 55 กรอบทบทวน เรื่องแบบจำลองทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความให้นักเรียนทบทวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 56 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

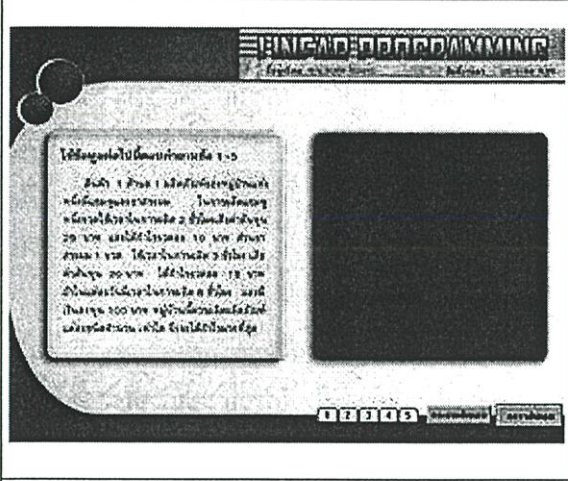
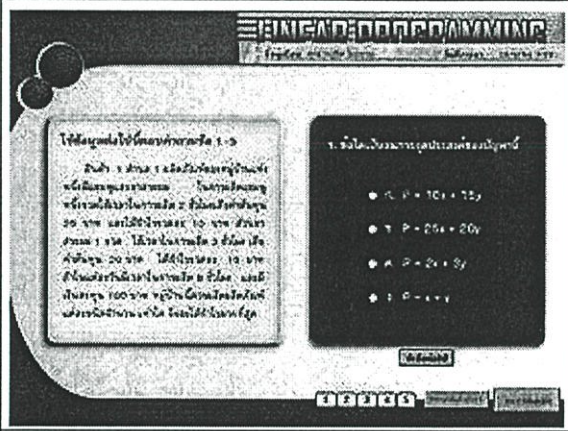
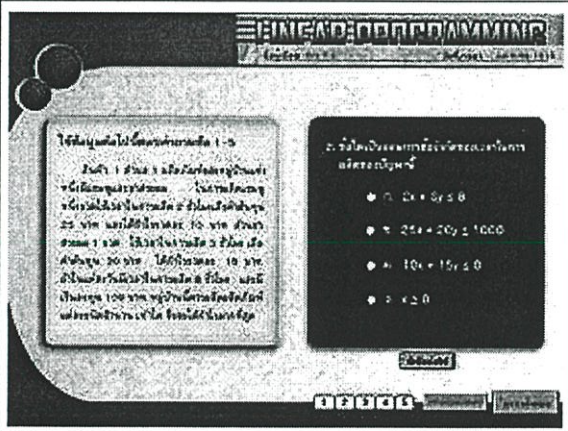
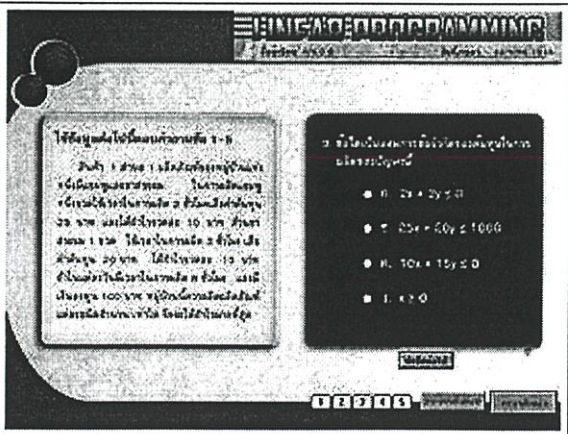
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน																
	<p>กรอบที่ 56 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความอธิบาย ขั้นตอนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 																
	<p>กรอบที่ 57 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 58 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 																
 <table border="1" data-bbox="368 1302 629 1375"> <thead> <tr> <th></th> <th>จำนวน</th> <th>สี</th> <th>ร้อยละ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>สีฟ้า</td> <td>1</td> <td>1</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>สีชมพู</td> <td>200</td> <td>200</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>สีอื่น</td> <td>400</td> <td>400</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		จำนวน	สี	ร้อยละ	สีฟ้า	1	1	100	สีชมพู	200	200	100%	สีอื่น	400	400	100%	<p>กรอบที่ 58 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 57 หรือ 59 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	จำนวน	สี	ร้อยละ														
สีฟ้า	1	1	100														
สีชมพู	200	200	100%														
สีอื่น	400	400	100%														
	<p>กรอบที่ 59 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 58 หรือ 60 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 																

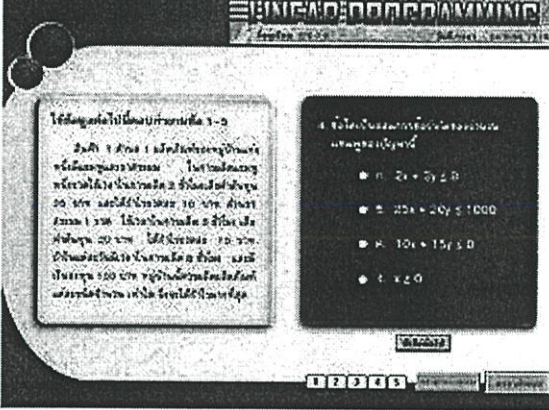
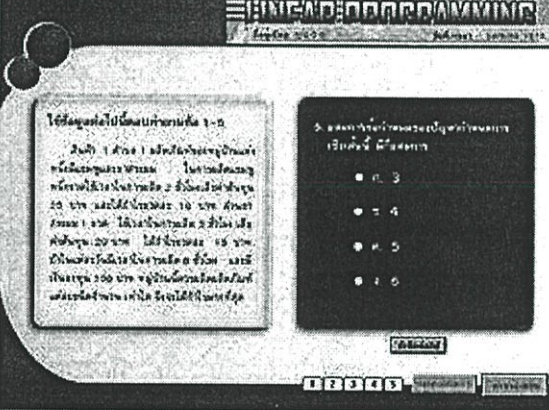
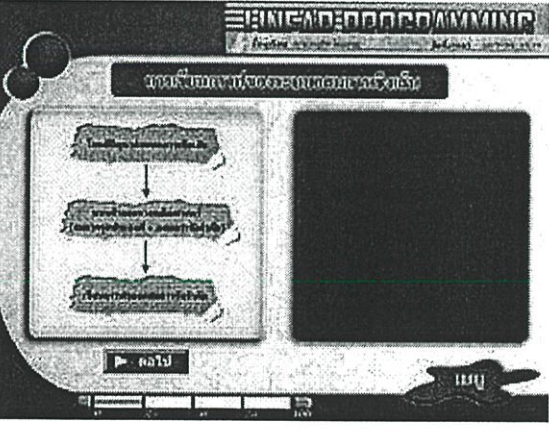
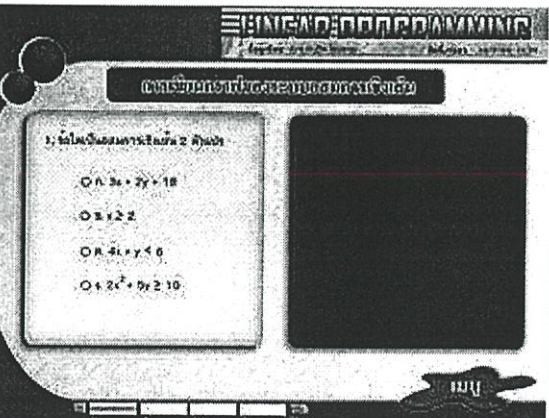
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 60 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 59 หรือ 61 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 61 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 60 หรือ 62 - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 63 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 62 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 1 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 2 ไปกรอบที่ 61 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 63 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

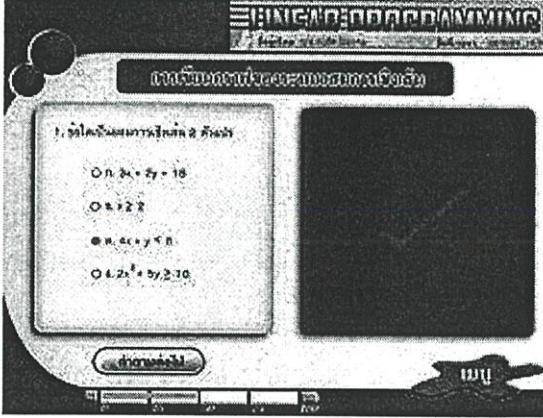
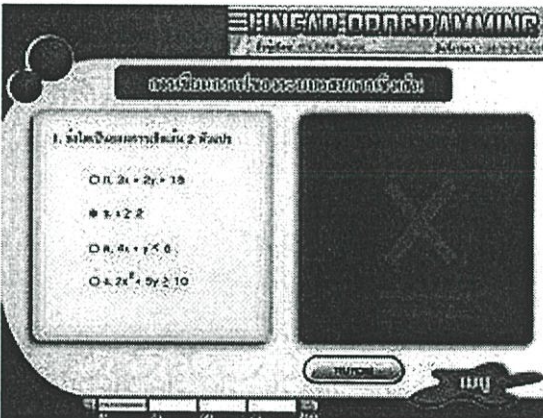
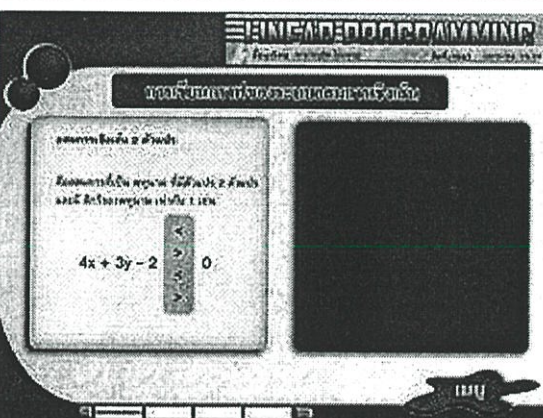
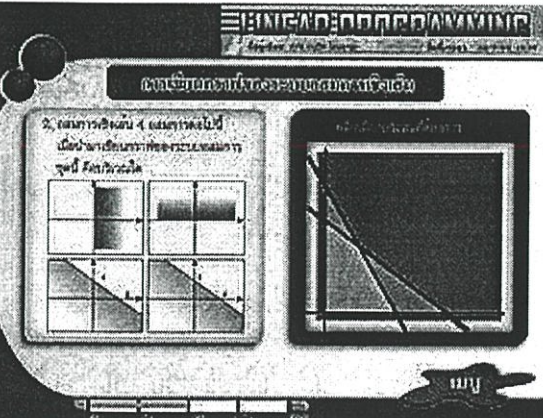
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 64 กรอบบททวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 63 หรือ 65 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 65 กรอบบททวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 64 หรือ 66 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 66 กรอบบททวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 65 หรือ 67 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 67 กรอบบททวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 66 หรือ 68 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

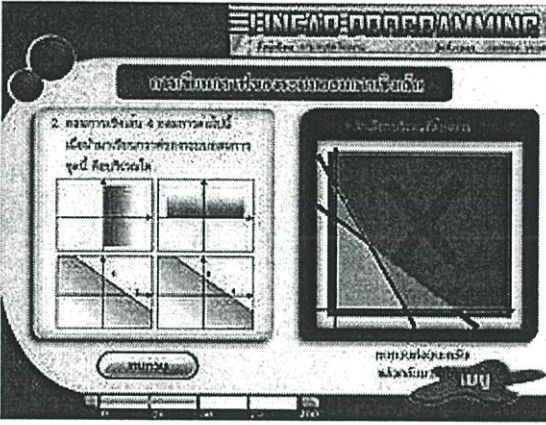
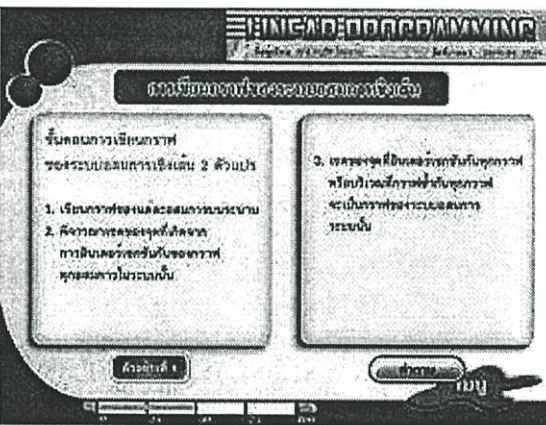
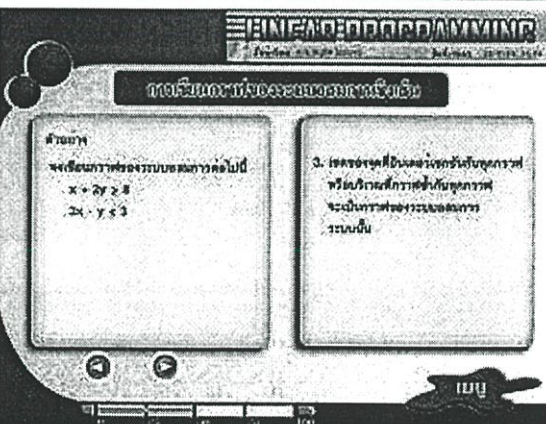
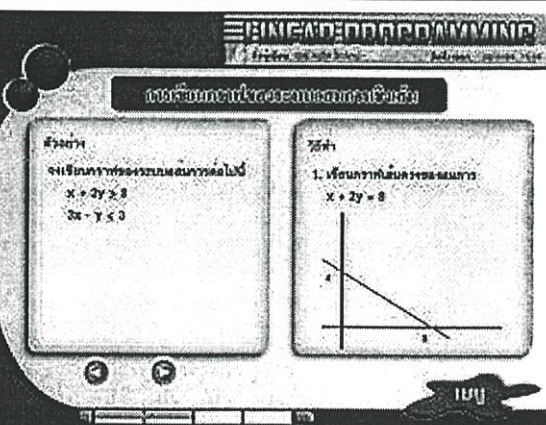
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 68 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 67 หรือ 69 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 69 กรอบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างที่ 2 การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ (ต่อ) - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบที่ 57 - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 68 - คลิก แบบฝึกหัด ไปกรอบที่ 70 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 70 กรอบฝึกทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบฝึกหัดฝึกทบทวนการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 71 - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 56
	<p>กรอบที่ 71 กรอบฝึกทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตารางคำถามที่ 1 เพื่อให้ผู้เรียนเติมข้อมูลให้ถูกต้อง - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 70 หรือ 73 - คลิก ดูคำถาม ไปกรอบที่ 72 - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 56

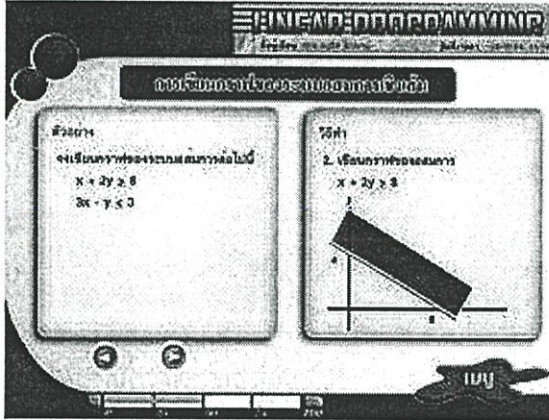
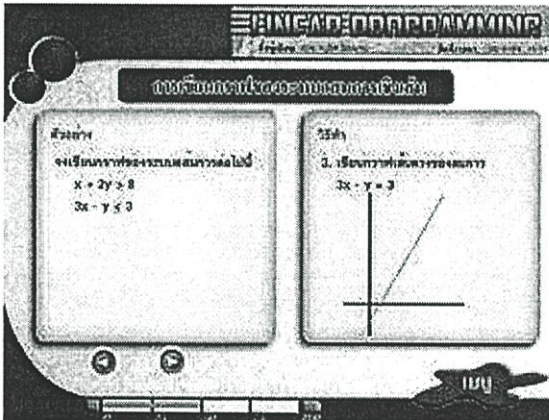
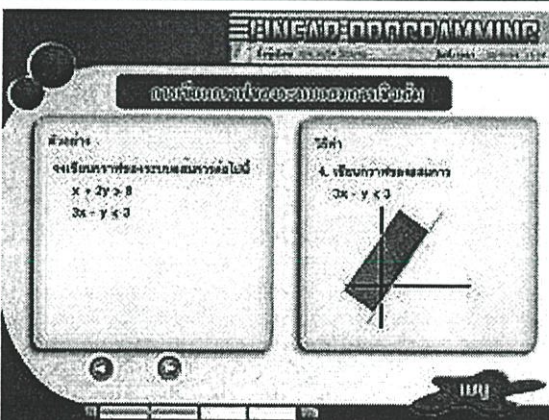
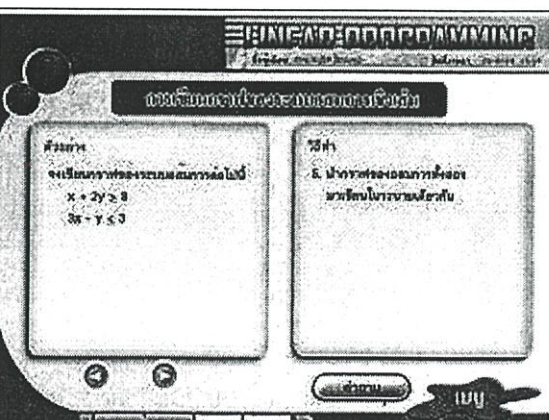
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน																
 <p>ตัวอย่างหน้าจอแสดงตารางข้อมูล:</p> <table border="1" data-bbox="338 405 649 519"> <thead> <tr> <th>ประเภทข้อคิด</th> <th>A</th> <th>B</th> <th>แนวคิดที่เกี่ยวข้อง</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>แนวคิดเชิงจิตวิทยา</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>แนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>ค่านิยม</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	ประเภทข้อคิด	A	B	แนวคิดที่เกี่ยวข้อง	แนวคิดเชิงจิตวิทยา				แนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์				ค่านิยม				<p>กรอบที่ 72 กรอบฝึกทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงโจทย์คำถาม - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 70 หรือ 73 - คลิก กากบาท เพื่อปิดโจทย์คำถาม
ประเภทข้อคิด	A	B	แนวคิดที่เกี่ยวข้อง														
แนวคิดเชิงจิตวิทยา																	
แนวคิดเชิงเศรษฐศาสตร์																	
ค่านิยม																	
 <p>ตัวอย่างหน้าจอแสดงคำถาม:</p> <p>2. จำนวนคนใน ๘ มณฑลทั่วประเทศ</p> <p>ถ้า ๕ มณฑลแรกมีจำนวนคน ๕ ล้านคนในมณฑลที่ ๖ ถ้า ๙ มณฑลแรกมีจำนวนคน ๕ ล้านคนในมณฑลที่ ๙</p> <p>ผลรวมจำนวนคนทั้งหมดในมณฑลที่ ๖ คือ</p>	<p>กรอบที่ 73 กรอบฝึกทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตารางคำถามที่ 2 เพื่อให้ผู้เรียนเติมข้อมูลให้ถูกต้อง - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 71 หรือ 74 - คลิก ดูคำถาม ไปกรอบที่ 72 - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 56 																
 <p>ตัวอย่างหน้าจอแสดงคำถาม:</p> <p>3. อสมการของจังหวัดระยอง</p> <p>๓.๑ จังหวัดในมณฑลที่มีประชากรมากที่สุด</p> <p>๓.๒ จังหวัดในมณฑลที่มีประชากรน้อยที่สุด</p> <p>๓.๓ จังหวัดในมณฑลที่มีประชากรมากที่สุด ๕ จังหวัดใน ๙ มณฑล</p> <p>๓.๔ จังหวัดในมณฑลที่มีประชากรมากที่สุด ๕ จังหวัดใน ๙ มณฑล</p>	<p>กรอบที่ 74 กรอบฝึกทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตารางคำถามที่ 3 เพื่อให้ผู้เรียนเติมข้อมูลให้ถูกต้อง - คลิก ลูกศร ไปกรอบที่ 73 หรือ 75 - คลิก ดูคำถาม ไปกรอบที่ 72 - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 56 																
 <p>ตัวอย่างหน้าจอแสดงคำถาม:</p> <p>นักเขียนบทภาพยนตร์สร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์จนแล้ว เป็นอย่างไรบ้างครับ ดิฉันใหม่</p>	<p>กรอบที่ 75 กรอบจบการทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความจบทบทวน เรื่อง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 51 - คลิก แบบทดสอบ ไปกรอบที่ 76 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 																


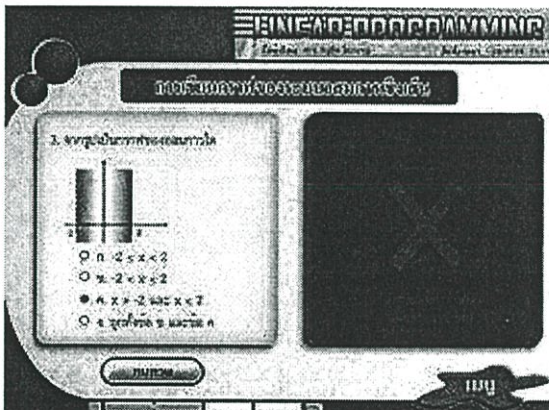
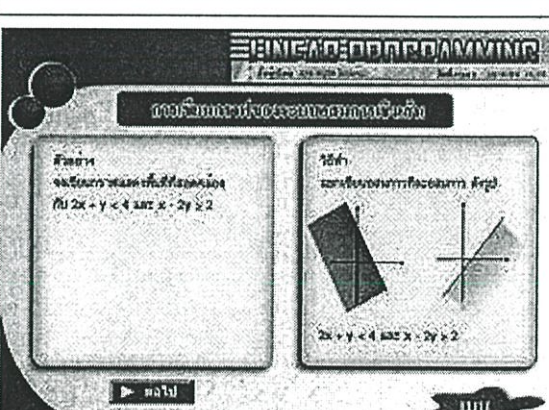
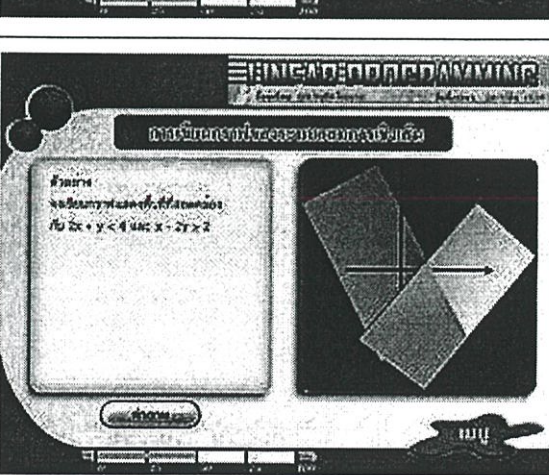
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 76 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงโจทย์ของแบบทดสอบ - คลิก 1 ไปกรอบที่ 77 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 78 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 79 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 80 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 81 - คลิก กระดาษคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 77 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 1 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 78 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 79 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 80 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 81 - คลิก กระดาษคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 78 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 2 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 77 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 79 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 80 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 81 - คลิก กระดาษคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 79 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 3 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 77 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 78 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 80 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 81 - คลิก กระดาษคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้

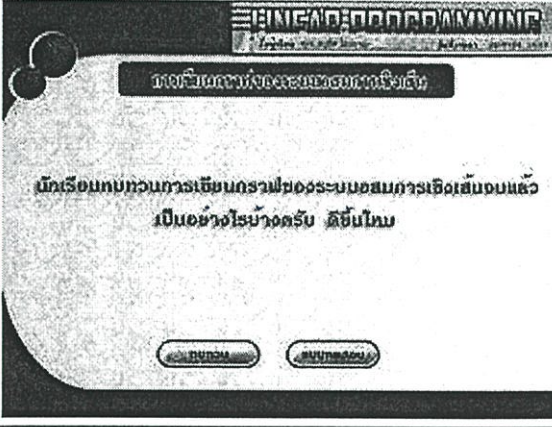
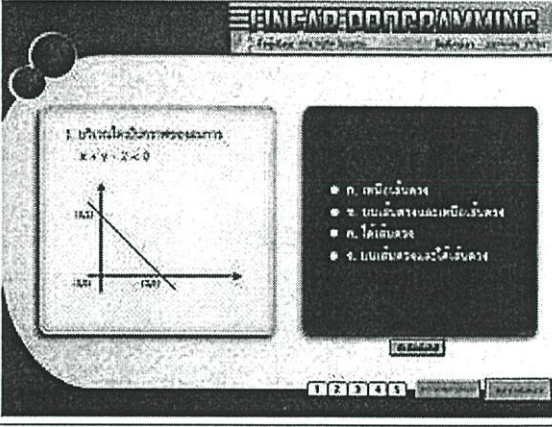
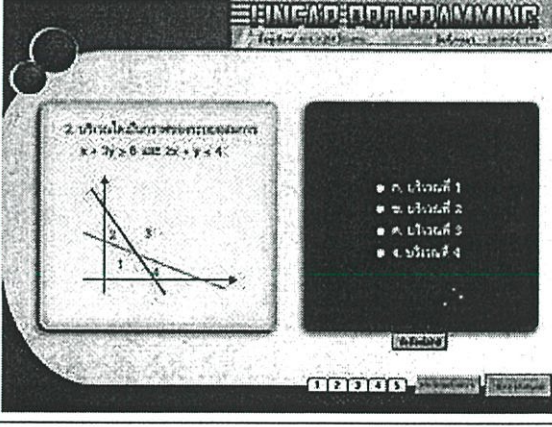
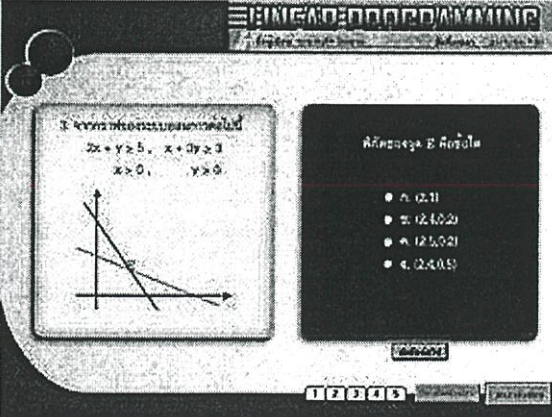
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 80 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 4 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 77 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 78 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 79 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 81 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 81 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 5 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 77 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 78 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 79 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 80 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 82 กรอบทบทวนเรื่องการเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้น</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงรูปขั้นตอนการเขียนกราฟของสมการ - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 83
	<p>กรอบที่ 83 กรอบคำถามทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 1 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 84 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 85 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

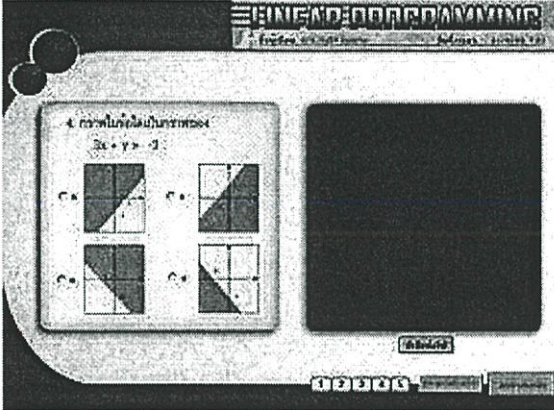
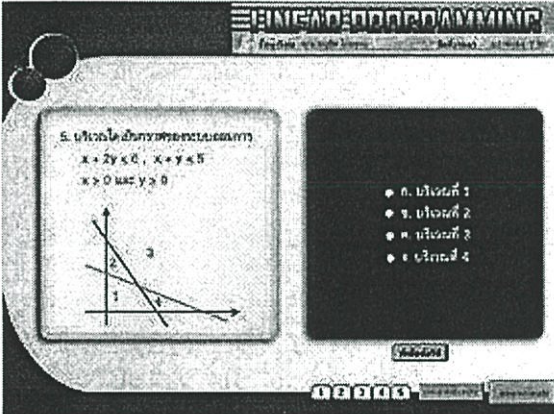
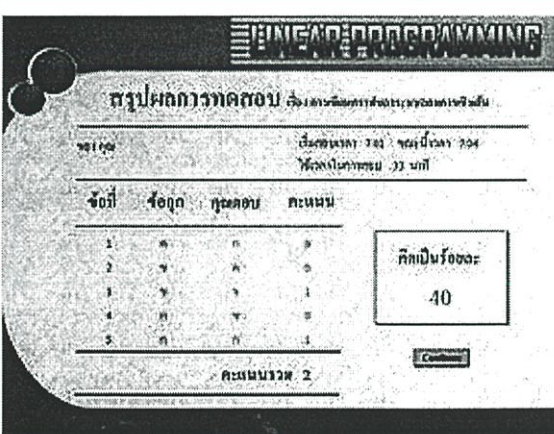
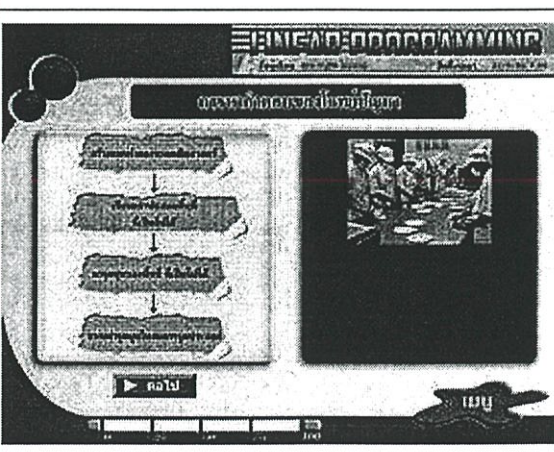
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 84 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 87 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 85 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 86 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 86 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 83
	<p>กรอบที่ 87 กรอบคำถามทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 2 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 96 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 89 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

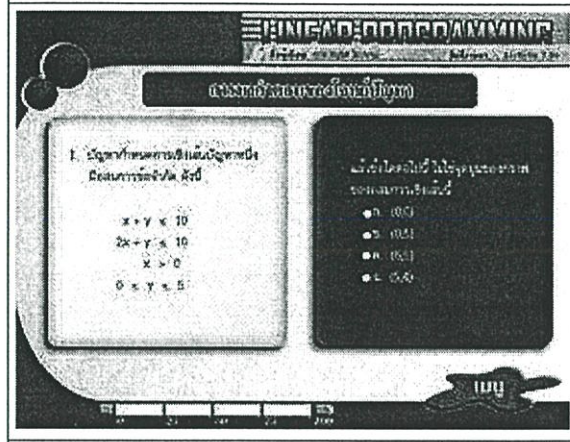
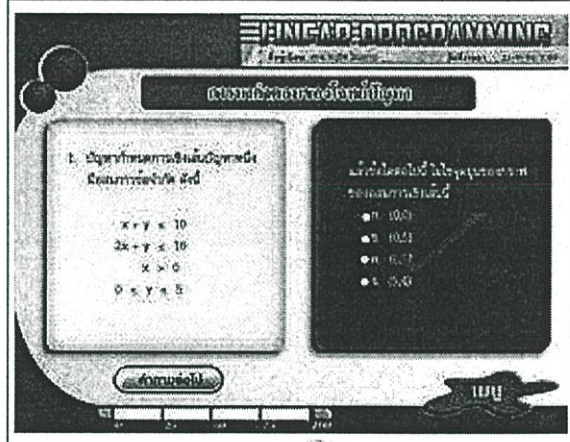
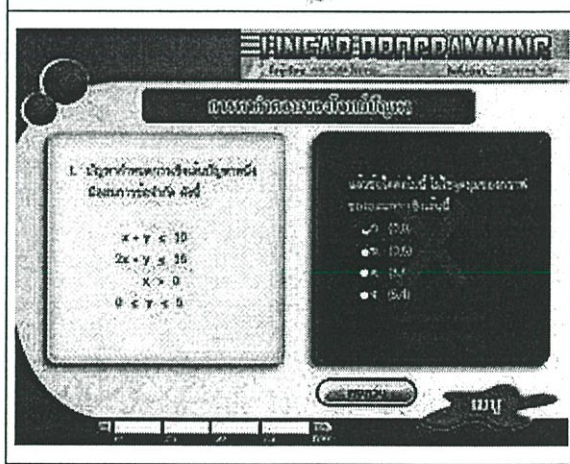
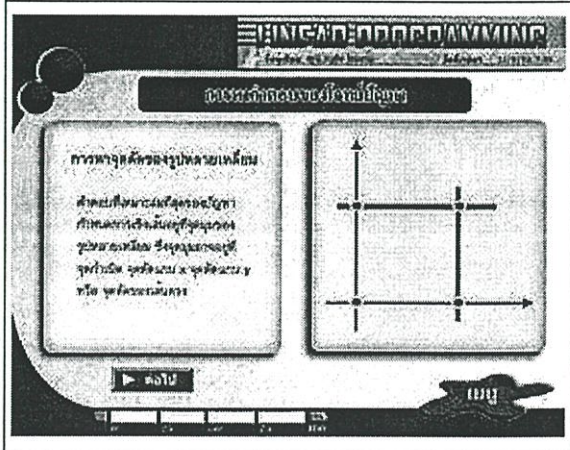
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 88 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 89 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 89 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเนื้อหาทบทวน - คลิก ตัวอย่างที่ 1 ไปกรอบ 90 - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 87
	<p>กรอบที่ 90 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างทบทวน - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 91 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 91 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีทำ - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 90 หรือ 92 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

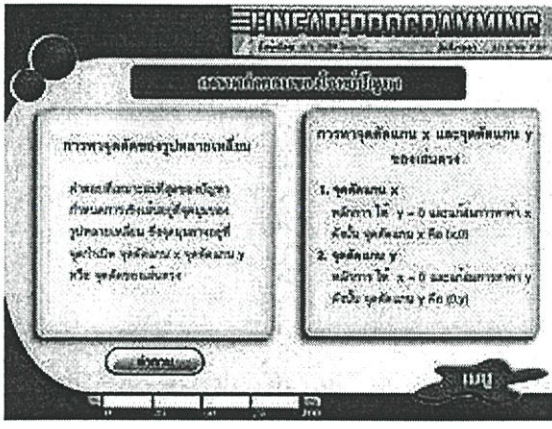
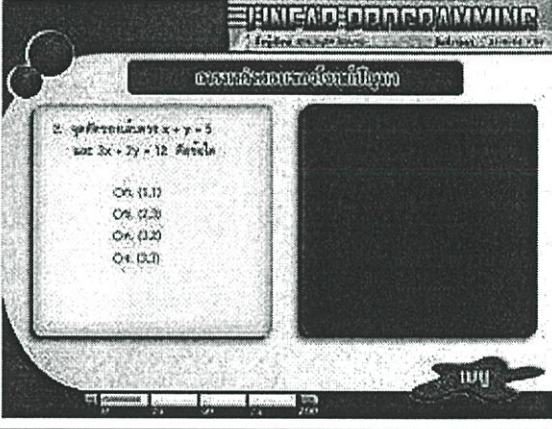
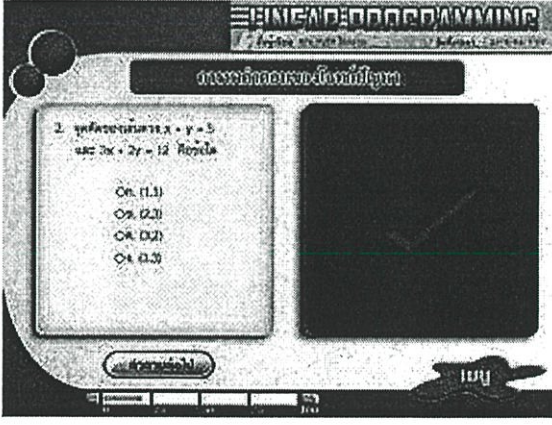
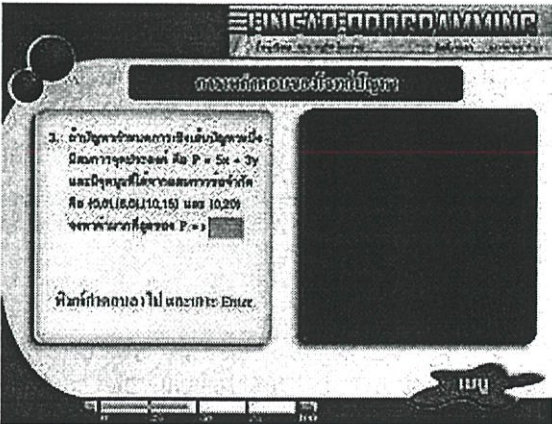
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 92 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีทำ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 91 หรือ 93 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 93 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีทำ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 92 หรือ 94 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 94 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีทำ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 93 หรือ 95 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 95 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงวิธีทำ (ต่อ) - คลิก ลูกศร ไปกรอบ 94 - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

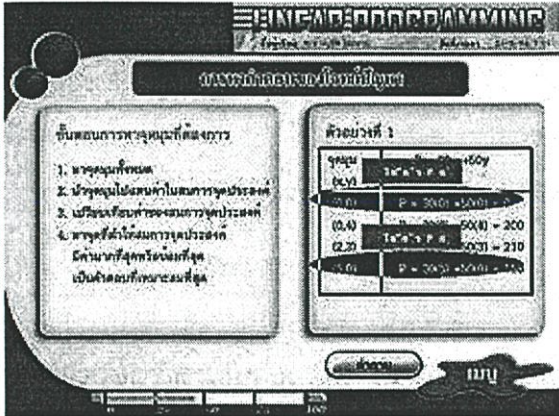


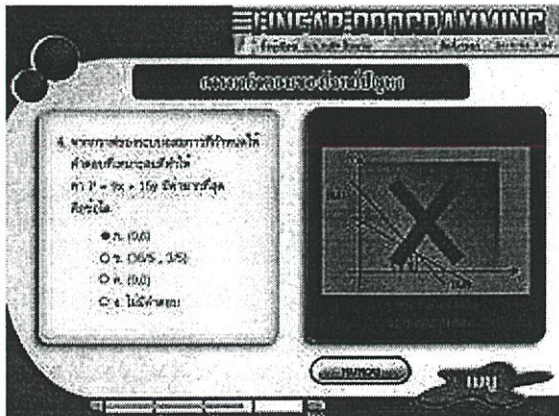
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 96 กรอบคำถามทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 3 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูก ไปกรอบที่ 100 - ถ้าตอบผิด ไปกรอบที่ 97 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 97 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 98 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 98 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงตัวอย่างและวิธีทำ - คลิก ต่อไป ไปกรอบ 99 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 99 กรอบทบทวนเนื้อหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพกราฟเคลื่อนซ้อนทับกัน - คลิก คำถาม ไปกรอบ 96 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

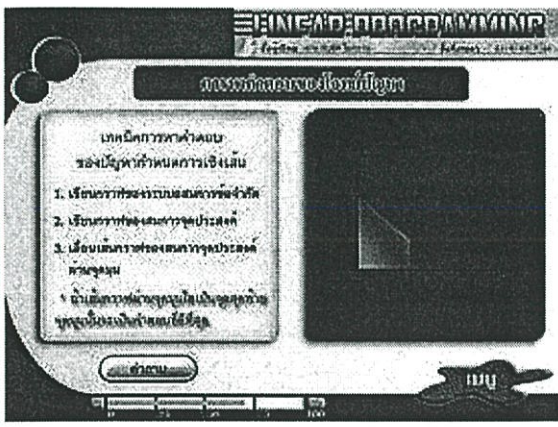
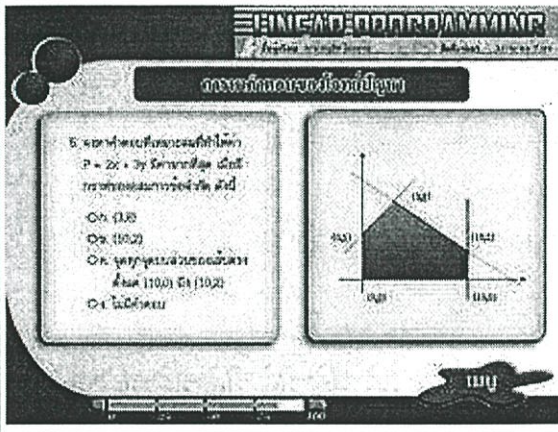
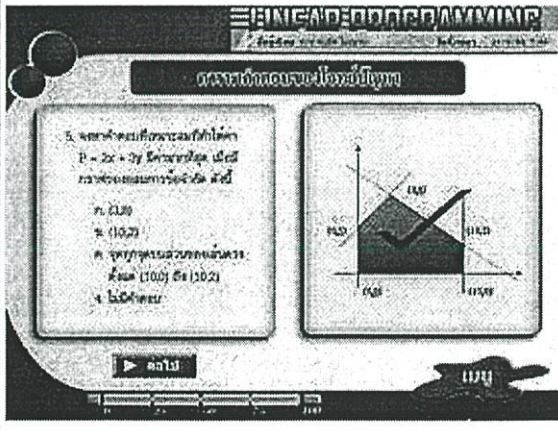
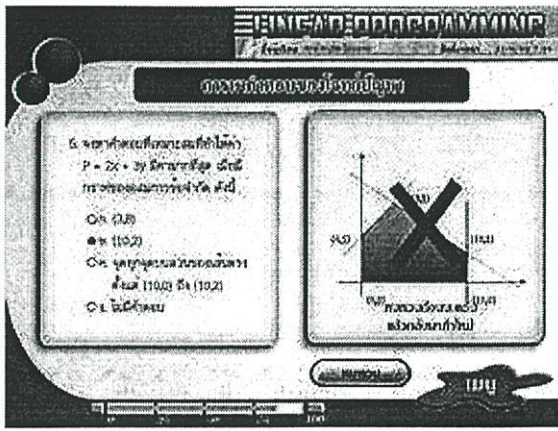
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 100 กรอบจบการทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความจบทบทวน เรื่อง การเขียนกราฟของระบบสมการเชิงเส้น - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 82 - คลิก แบบทดสอบ ไปกรอบที่ 101 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 101 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบข้อ 1 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 102 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 103 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 104 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 105 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูกระจายคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 102 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบข้อ 2 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 101 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 103 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 104 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 105 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูกระจายคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 103 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบข้อ 3 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 101 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 102 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 104 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 105 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูกระจายคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้

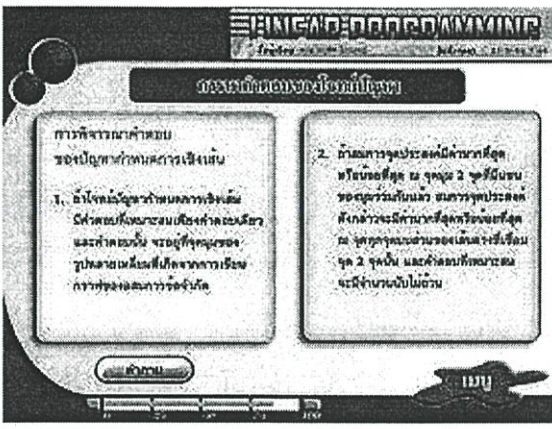
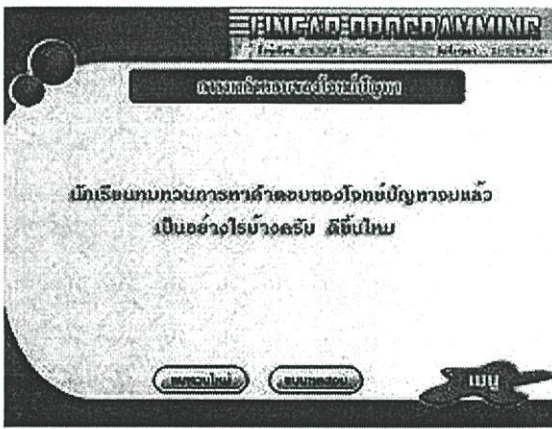
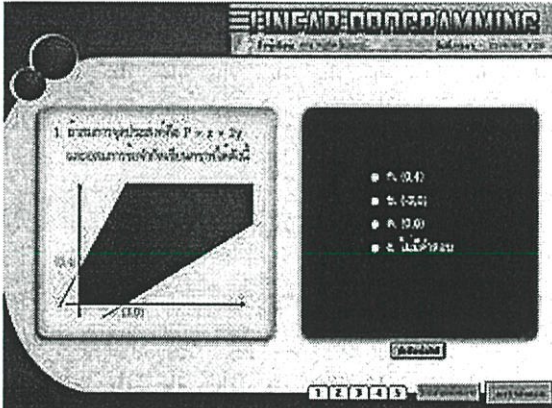
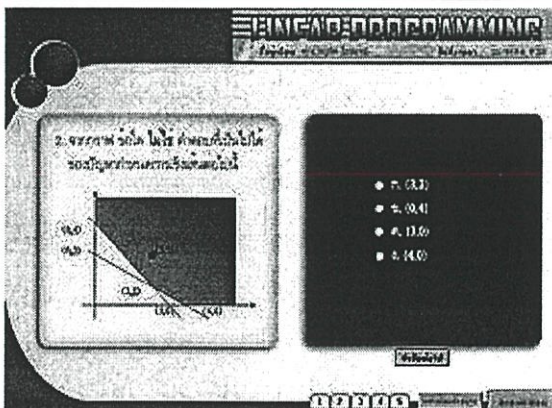
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 104 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบข้อ 4 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 101 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 102 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 103 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 105 - คลิก กระจาดคำตอบ เพื่อดูกระจาดคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ เพื่อดูคะแนนที่ได้
	<p>กรอบที่ 105 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงแบบทดสอบข้อ 5 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 101 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 102 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 103 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 104 - คลิก กระจาดคำตอบ เพื่อดูกระจาดคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบที่ 106
	<p>กรอบที่ 106 กรอบผลการทำแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ - คลิก Continue ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 107 กรอบบททวนเรื่องการทำคำตอบของโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงรูปขั้นตอนการแก้โจทย์ปัญหา - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 108 - คลิก เมนู ไปกรอบ 17

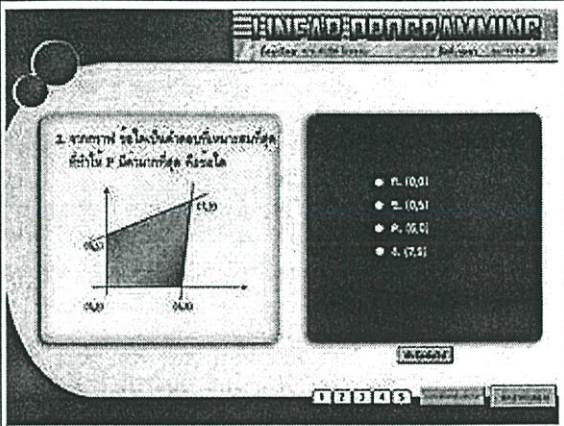
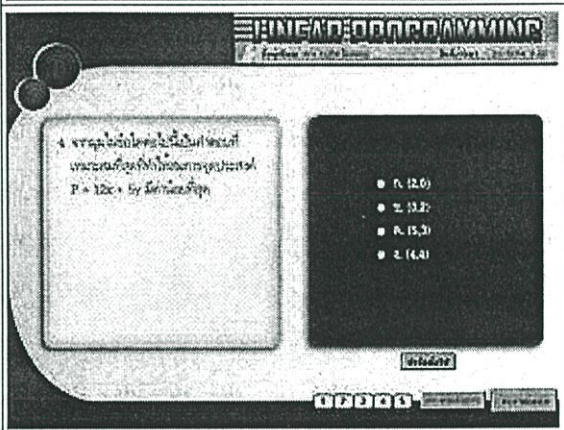
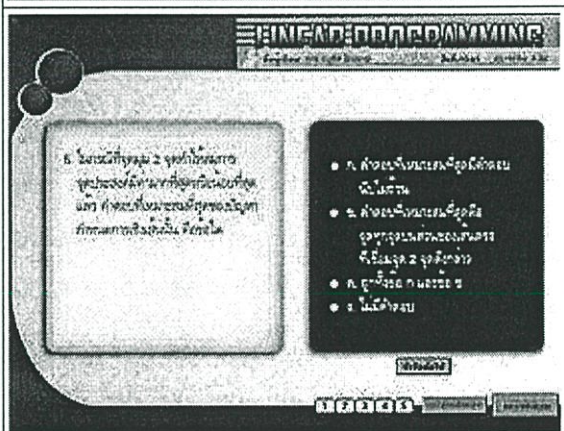
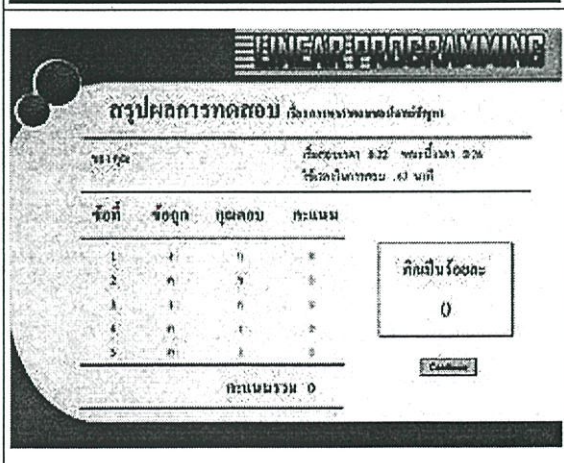
ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 108 กรอบทบทวน การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (คำถามที่ 1)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยใช้คำถาม - แสดงคำถามที่ 1 - คลิกเลือกคำตอบ ถ้าตอบถูกไปกรอบที่ 109 ถ้าตอบผิดไปกรอบที่ 110 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 109 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 113 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 110 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 111 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 111 กรอบทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการหาจุดตัดของรูปหลายเหลี่ยม - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 112 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 112 กรอบทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการหาจุดตัดของรูปหลายเหลี่ยม (ต่อ) - คลิก คำถามไปกรอบที่ 108 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 113 กรอบทบทวน การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (คำถามที่ 2)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยใช้คำถาม - แสดงคำถามที่ 2 - คลิกเลือกคำตอบ ถ้าตอบถูกไปกรอบที่ 114 ถ้าตอบผิดไปกรอบที่ 111 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 114 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 115 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 115 กรอบทบทวน การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (คำถามที่ 3)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยใช้คำถาม แสดงคำถามที่ 3 - พิมพ์คำตอบลงไป และเคาะ Enter ถ้าตอบถูกไปกรอบที่ 116 ถ้าตอบผิดไปกรอบที่ 117 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน								
 <p>ขั้นตอนการหาจุดตัดที่แสดงการ</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. หาจุดตัดที่แสดง 2. นำจุดตัดไปแทนค่าในสมการจุดประสงค์ 3. แก้สมการเพื่อหาค่าของสมการจุดประสงค์ 4. นำจุดตัดที่ได้มาแทนค่าในสมการจุดประสงค์ <p>เป็นคำตอบที่ถูกต้องที่สุด</p> <p>ตัวอย่างที่ 1</p> <table border="1"> <tr> <td>จุดตัด (x,y)</td> <td>ค่าของ P</td> </tr> <tr> <td>(0,4)</td> <td>$P = 30(0) + 50(4) = 200$</td> </tr> <tr> <td>(2,2)</td> <td>$P = 30(2) + 50(2) = 210$</td> </tr> <tr> <td>(4,0)</td> <td>$P = 30(4) + 50(0) = 120$</td> </tr> </table> <p>ปุ่ม: คำตอบต่อไป เมนู</p>	จุดตัด (x,y)	ค่าของ P	(0,4)	$P = 30(0) + 50(4) = 200$	(2,2)	$P = 30(2) + 50(2) = 210$	(4,0)	$P = 30(4) + 50(0) = 120$	<p>กรอบที่ 120 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (ต่อ)</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการพิจารณาจุดมุมที่ต้องการ - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 115 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
จุดตัด (x,y)	ค่าของ P								
(0,4)	$P = 30(0) + 50(4) = 200$								
(2,2)	$P = 30(2) + 50(2) = 210$								
(4,0)	$P = 30(4) + 50(0) = 120$								
 <p>4. จงหากราฟของสมการที่แสดงในค่าของสมการต่อไปนี้</p> <p>ค่า $P = 9x + 15y$ มีค่ามากที่สุดที่ใด</p> <p>คำตอบ</p> <p><input type="radio"/> ก. (0,0)</p> <p><input type="radio"/> ข. (0.5, 2.5)</p> <p><input type="radio"/> ค. (3,0)</p> <p><input type="radio"/> ง. ไม่มีคำตอบ</p> <p>ปุ่ม: คำตอบต่อไป เมนู</p>	<p>กรอบที่ 121 กรอบทบทวน การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (คำถามที่ 4)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยการใช้คำถาม แสดงคำถามที่ 4 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูกไปกรอบที่ 122 - ถ้าตอบผิดไปกรอบที่ 123 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 								
 <p>4. จงหากราฟของสมการที่แสดงในค่าของสมการต่อไปนี้</p> <p>ค่า $P = 9x + 15y$ มีค่ามากที่สุดที่ใด</p> <p>คำตอบ</p> <p><input type="radio"/> ก. (0,0)</p> <p><input type="radio"/> ข. (0.5, 2.5)</p> <p><input type="radio"/> ค. (3,0)</p> <p><input type="radio"/> ง. ไม่มีคำตอบ</p> <p>ปุ่ม: คำตอบต่อไป เมนู</p>	<p>กรอบที่ 122 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก คำถามต่อไป ไปกรอบที่ 125 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 								
 <p>4. จงหากราฟของสมการที่แสดงในค่าของสมการต่อไปนี้</p> <p>ค่า $P = 9x + 15y$ มีค่ามากที่สุดที่ใด</p> <p>คำตอบ</p> <p><input type="radio"/> ก. (0,0)</p> <p><input type="radio"/> ข. (0.5, 1.5)</p> <p><input type="radio"/> ค. (0,0)</p> <p><input type="radio"/> ง. ไม่มีคำตอบ</p> <p>ปุ่ม: คำตอบต่อไป เมนู</p>	<p>กรอบที่ 123 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 124 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17 								

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 124 กรอบทบทวนเนื้อหา เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงเทคนิคการหาคำตอบ - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 121 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 125 กรอบทบทวน การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา (คำถามที่ 5)</p> <ul style="list-style-type: none"> - สอนทบทวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา โดยการใช้คำถาม แสดงคำถามที่ 5 - คลิกเลือกคำตอบ - ถ้าตอบถูกไปกรอบที่ 126 - ถ้าตอบผิดไปกรอบที่ 127 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 126 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบถูก</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายถูก - คลิก ต่อไป ไปกรอบที่ 129 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
	<p>กรอบที่ 127 กรอบแสดงผลการตรวจคำตอบผิด</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงภาพ เครื่องหมายผิด - คลิก ทบทวน ไปกรอบที่ 128 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
 <p>การพิจารณาค่าตอบของปัญหาที่กำหนดการเขียน</p> <p>1. ถ้าให้ค่าของตัวแปรต้นและค่าของตัวแปรตาม แล้วหาค่าของตัวแปรตามในกรณีที่ฟังก์ชันการตอบของตัวแปรต้น</p> <p>2. ถ้าต้องการหาค่าของตัวแปรต้นที่สอดคล้องกับค่าของตัวแปรตาม แล้วหาค่าของตัวแปรต้นในกรณีที่ฟังก์ชันการตอบของตัวแปรต้น</p>	<p>กรอบที่ 128 กรอบบททวนเนื้อหา เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงการพิจารณาคำตอบ - คลิก คำถาม ไปกรอบที่ 125 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
 <p>มีเขียนบททวนการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาแล้ว เป็นอย่างไรบ้างครับ ดิฉันไหม</p>	<p>กรอบที่ 129 กรอบจบการทบทวน</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงข้อความจบบททวน เรื่อง การหาคำตอบของโจทย์ปัญหา - คลิก ทบทวนใหม่ ไปกรอบที่ 107 - คลิก แบบทดสอบ ไปกรอบที่ 130 - คลิก เมนู ไปกรอบที่ 17
 <p>1. ถ้าต้องการหาค่าของตัวแปรต้นที่สอดคล้องกับค่าของตัวแปรตาม แล้วหาค่าของตัวแปรต้น</p> <p>• ก. 0.4 • ข. 1.5 • ค. 1.0 • ง. 1.5 หรือ 1.0</p>	<p>กรอบที่ 130 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 1 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 131 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 132 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 133 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 134 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบ 135
 <p>2. จงหาค่าของตัวแปรต้นที่สอดคล้องกับค่าของตัวแปรตาม</p> <p>• ก. 0.3 • ข. 0.4 • ค. 1.0 • ง. 1.0</p>	<p>กรอบที่ 131 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 2 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 130 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 132 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 133 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 134 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบ 135

ตัวอย่างบทเรียน	ตัวอย่างสคริปต์บทเรียน
	<p>กรอบที่ 132 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 3 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 130 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 131 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 133 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 134 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบ 135
	<p>กรอบที่ 133 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 4 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 130 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 131 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 132 - คลิก 5 ไปกรอบที่ 134 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบ 135
	<p>กรอบที่ 134 กรอบแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงคำถามที่ 5 - คลิก 1 ไปกรอบที่ 130 - คลิก 2 ไปกรอบที่ 131 - คลิก 3 ไปกรอบที่ 132 - คลิก 4 ไปกรอบที่ 133 - คลิก กระจายคำตอบ เพื่อดูคำตอบ - คลิก ตรวจสอบคำตอบ ไปกรอบ 135
	<p>กรอบที่ 135 กรอบผลการทำแบบทดสอบ</p> <ul style="list-style-type: none"> - แสดงรายละเอียดของการทำแบบทดสอบ - คลิก Continue ไปกรอบที่ 17

ภาคผนวก ค

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

คำสั่ง จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียวจาก 1 - 4 แล้วทำเครื่องหมายกากบาท (×) ลงในกระดาษคำตอบ 15 ข้อ ในเวลา 60 นาที

1. บริษัทผลิตกระดาษแห่งหนึ่ง มีโรงงานผลิตอยู่ 2 โรงงาน และมีการผลิตกระดาษอยู่ 3 เกรด คือ เกรด A , B และ C แต่ละโรงงานมีความสามารถในการผลิตต่อวัน ดังนี้

โรงงานที่ 1 ผลิตกระดาษเกรด A ได้วันละ 2 ตัน กระดาษเกรด B วันละ 1 ตัน และกระดาษเกรด C วันละ 8 ตัน ในแต่ละวันเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตประมาณ 25,000 บาท

โรงงานที่ 2 ผลิตกระดาษเกรด A ได้วันละ 7 ตัน กระดาษเกรด B วันละ 1 ตัน และกระดาษเกรด C วันละ 2 ตัน ในแต่ละวันเสียค่าใช้จ่ายในการผลิตประมาณ 50,000 บาท

ถ้าบริษัทต้องการกระดาษเกรด A จำนวน 20 ตัน เกรด B จำนวน 5 ตัน และเกรด C จำนวน 16 ตัน เพื่อให้เสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ควรให้โรงงานผลิตกระดาษโรงงานละกี่วัน จากปัญหาคำหนดการเชิงเส้นนี้

ถ้าให้ x แทน จำนวนวันที่โรงงานที่ 1 ผลิตกระดาษ

y แทน จำนวนวันที่โรงงานที่ 2 ผลิตกระดาษ

P แทน ค่าใช้จ่ายของบริษัทในการผลิตกระดาษ

ข้อใดคือสมการจุดประสงค์ที่ถูกต้อง

1. $P = 50,000x + 25,000y$

2. $P = 25,000x + 50,000y$

3. $P = 20x + 5y$

4. $P = 20x + 16y$

2. บริษัทบ้านใหม่ จำกัด ได้รับเหมาก่อสร้างบ้านและทาวน์เฮ้าส์ โดยรับเงินเชื่อจากทางธนาคารสร้างได้ไม่เกิน 240 หลัง ในกรณีที่เป็นบ้านทางบริษัทจะได้รับกำไรหลังละ 80,000 บาท แต่ถ้าเป็นทาวน์เฮ้าส์ บริษัทจะได้รับกำไรหลังละ 60,000 บาท ในช่วงเวลาสัญญาก่อสร้าง บริษัทมีคนงาน 320 คน บ้านแต่ละหลังจะต้องใช้คนงานก่อสร้าง 20 คน ทาวน์เฮ้าส์แต่ละหลังต้องใช้คนงานก่อสร้าง 10 คน ถ้าต้องการให้ได้กำไรสูงสุดในการก่อสร้างครั้งนี้บริษัทควรรับสร้างบ้านและทาวน์เฮ้าส์อย่างละกี่หลัง จากปัญหาดังกล่าว ข้อใด ไม่ใช่ ส่วนประกอบของแบบจำลองทางคณิตศาสตร์นี้

1. $P = 8,000x + 6,000y$
2. $20x + 10y \leq 320$
3. $x + y \leq 240$
4. $x \geq 0$

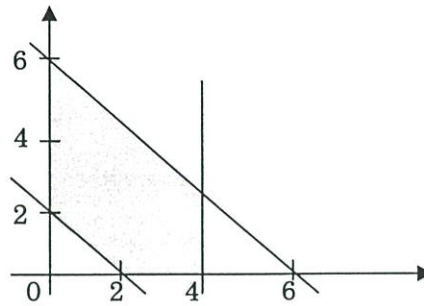
3. บริษัทผลิตเฟอร์นิเจอร์หนึ่งมีโรงงานสองแห่ง ในแต่ละวันโรงงานแห่งหนึ่งสามารถทำตู้ได้ 2 ตู้ ทำโต๊ะอาหารได้ 3 ตัว และทำม้านั่งได้ 4 ตัว ในขณะที่โรงงานที่สองสามารถทำตู้ได้ 2 ตู้ ทำโต๊ะอาหารได้ 2 ตัว และทำม้านั่งได้ 14 ตัว ค่าใช้จ่ายในการทำเฟอร์นิเจอร์ของโรงงานที่หนึ่งและที่สองในแต่ละวันเท่ากับ 4,000 บาท และ 5,000 บาท ตามลำดับ ถ้าบริษัทนี้ต้องการผลิตตู้อย่างน้อย 50 ตู้ โต๊ะอาหารอย่างน้อย 60 ตัว และม้านั่งอย่างน้อย 125 ตัว แล้วบริษัทนี้ควรจะเปิดโรงงานผลิตแห่งละกี่วัน จึงจะสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด ข้อใด ไม่ใช่ อสมการข้อจำกัดของปัญหานี้

1. $4,000x + 5,000y \geq 0$
2. $4x + 14y \geq 125$
3. $2x + 2y \geq 50$
4. $x \geq 0$

4. เกษตรกรรายหนึ่งมีที่ดินสำหรับเพาะปลูกจำนวน 150 ไร่ เขาต้องการปลูกพืช 2 ชนิด คือ ชนิด A และชนิด B ในการปลูกพืชชนิด A ต้องเสียค่าใช้จ่าย 400 บาทต่อไร่ และ 600 บาทต่อไร่สำหรับปลูกพืชชนิด B เกษตรกรผู้นี้มีทุนในการเพาะปลูกครั้งนี้ไม่เกิน 74,000 บาท และในการเพาะปลูกพืชชนิด A ต้องใช้แรงงาน 20 ชั่วโมงต่อไร่ และพืชชนิด B ต้องใช้แรงงานถึง 25 ชั่วโมงต่อไร่ ถ้าเขามีเวลาสำหรับการเพาะปลูกมากที่สุด 3,300 ชั่วโมง และเขาคาดหวังไว้ว่าพืชชนิด A และพืชชนิด B จะทำกำไรให้แก่เขาจำนวน 150 บาทต่อไร่ และ 200 บาทต่อไร่ ตามลำดับ เขาควรจะตัดสินใจเลือกปลูกพืชชนิด A และชนิด B เป็นเนื้อที่ชนิดละเท่าไรจึงจะได้กำไรมากที่สุด ข้อใด ไม่ใช่ อสมการข้อจำกัดของปัญหานี้

1. $400x + 600y \leq 74,000$
2. $150x + 200y \leq 77,300$
3. $20x + 25y \leq 3,300$
4. $x + y \leq 150$

5. บริเวณที่แรเงาในรูปที่กำหนดให้เป็นกราฟของระบบสมการในข้อใดต่อไปนี้



1. $x + y - 6 \geq 0$

$x + y - 2 \leq 0$

$0 \leq x \leq 4$

$y \geq 0$

2. $x + y - 6 \leq 0$

$x + y - 2 \leq 0$

$0 \leq x \leq 4$

$y \geq 0$

3. $x + y + 6 \leq 0$

$x + y - 2 \geq 0$

$0 \leq x \leq 4$

$y \geq 0$

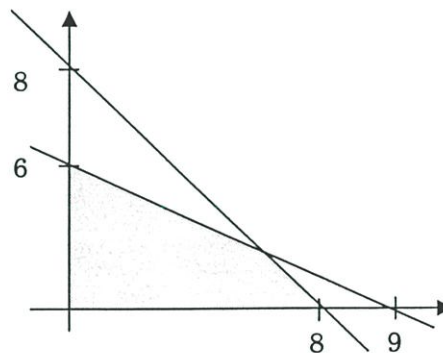
4. $x + y - 6 \leq 0$

$x + y - 2 \geq 0$

$0 \leq x \leq 4$

$y \geq 0$

6. บริเวณที่แรเงาในรูปที่กำหนดให้เป็นกราฟของระบบสมการในข้อใดต่อไปนี้



1. $2x + 3y \leq 18$

$x + y \leq 8$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

2. $3x + 2y \leq 18$

$x + y \geq 8$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

3. $2x + 3y \geq 18$

$2x + y \geq 8$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

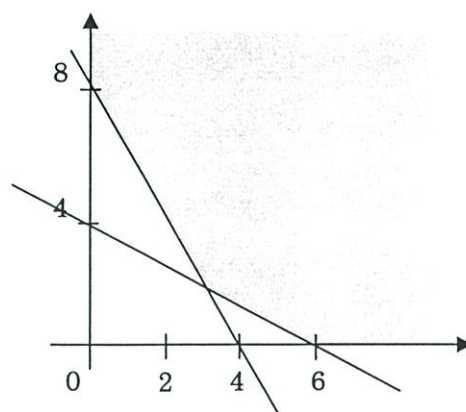
4. $x + y \leq 8$

$x + 2y \geq 18$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

7. บริเวณที่แรเงาในรูปที่กำหนดให้เป็นกราฟของระบบสมการในข้อใดต่อไปนี้



1. $2x + 3y \leq 12$

$2x + y \leq 8$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

3. $2x + 3y \geq 12$

$2x + y \geq 8$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

2. $2x + 3y \leq 12$

$2x + y \leq 8$

$x \leq 0$

$y \leq 0$

4. $2x + 3y \geq 12$

$2x + y \geq 8$

$x \leq 0$

$y \leq 0$

8. ข้อใดกล่าวถึงกราฟของสมการข้อจำกัดต่อไปนี้ ไม่ถูกต้อง

$2x + 4y \leq 80$

$5x + 2y \leq 80$

$x \geq 0$

$y \geq 0$

1. จุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมมีทั้งหมด 4 จุด
2. รูปหลายเหลี่ยมที่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยม
3. รูปหลายเหลี่ยมที่ได้มีลักษณะเปิด
4. รูปหลายเหลี่ยมที่ได้มีลักษณะปิด

9. กำหนด สมการจุดประสงค์ คือ $P = 6x + 9y$

อสมการข้อจำกัด คือ $2x + 3y \leq 6$

$$4x + 3y \leq 12$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

ค่าสูงสุดของ P ตรงกับข้อใด

1. 12

2. 14

3. 18

4. 20

10. จงหาค่า x และ y ที่ทำให้ P มีค่าสูงสุดตามเงื่อนไขข้อกำหนดต่อไปนี้

สมการจุดประสงค์ คือ $P = 5x + 6y$

อสมการข้อจำกัด คือ $2x + 4y \leq 80$

$$5x + 2y \leq 80$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

1. (16,0)

2. (10,15)

3. (0,20)

4. (15,15)

11. ข้อใด ไม่ใช่ จุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมของระบบอสมการต่อไปนี้

$$2x + y \geq 110$$

$$2x + 3y \geq 170$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

1. (0,0)

2. (85,0)

3. (40,30)

4. (0,110)

12. ข้อใด ไม่ใช่ จุดมุมของรูปหลายเหลี่ยมของระบบสมการต่อไปนี้

$$2x + 3y \leq 15$$

$$3x + y \leq 12$$

$$x \geq 0$$

$$y \geq 0$$

1. (0,0)
2. (0,5)
3. (3,4)
4. (4,0)

13. ฟาร์มเลี้ยงไก่แห่งหนึ่งกำลังพิจารณาซื้ออาหารไก่ 2 ชนิด ชนิดที่หนึ่งแต่ละถุง มีอัตราส่วนระหว่างโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 1 : 2 : 2 ชนิดที่สองแต่ละถุงมีอัตราส่วนระหว่างโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต เท่ากับ 1 : 1 : 5 ราคาอาหารไก่ชนิดที่หนึ่งถุงละ 60 บาท และชนิดที่สองราคาถุงละ 40 บาท จงหาว่าเจ้าของฟาร์มควรซื้ออาหารไก่ชนิดละกี่ถุงต่อวัน ซึ่งเมื่อนำมาผสมกันแล้วจะได้อัตราส่วนระหว่างโปรตีน ไขมัน และคาร์โบไฮเดรต ไม่ต่ำกว่า 6 : 10 : 18 และทำให้เสียค่าใช้จ่ายในการซื้ออาหารไก่น้อยที่สุด

1. 4 และ 2 ถุง
2. 4 และ 3 ถุง
3. 3 และ 2 ถุง
4. 3 และ 4 ถุง

14. นาย ก ผลิตขนม 2 ชนิด ชนิดธรรมดาและชนิดพิเศษ ขนมชนิดธรรมดาหนึ่งชิ้น ใช้น้ำตาล 20 กรัม และนมสด 40 กรัม ได้กำไรชิ้นละ 1 บาท ส่วนขนมชนิดพิเศษหนึ่งชิ้นใช้น้ำตาล 30 กรัม และนมสด 30 กรัม ได้กำไรชิ้นละ 2 บาท ในแต่ละวันจะใช้น้ำตาลได้ไม่เกิน 1,200 กรัม และใช้นมสดได้ไม่เกิน 1,800 กรัม อยากทราบว่า นาย ก จะได้กำไรสูงสุดในแต่ละวันเป็นเท่าไร

1. 40 บาท
2. 45 บาท
3. 70 บาท
4. 80 บาท

15. นายวิสิทธิ์มีที่ดิน 100 ไร่ สำหรับปลูกถั่วลิสงและถั่วเหลือง โดยลงทุนปลูกถั่วลิสง 150 บาทต่อไร่ ได้ผลผลิต 120 ถัง และลงทุนปลูกถั่วเหลือง 180 บาทต่อไร่ ได้ผลผลิต 50 ถังต่อไร่ ถ้าเขามีเงินทุน 27,000 บาท มีที่เก็บผลผลิต 6,000 ถัง และขายถั่วลิสงและถั่วเหลืองได้กำไรถึงละ 1.50 บาท และ 2.00 บาท ตามลำดับ เขาควรจะปลูกถั่วลิสงและถั่วเหลืองอย่างไรตามลำดับ จึงจะได้กำไรสูงสุด (ที่ดินคิดเป็นจำนวนเต็มไร่)

1. 13 และ 88 ไร่

2. 14 และ 86 ไร่

3. 15 และ 84 ไร่

4. 16 และ 82 ไร่

เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น

ข้อที่	คำตอบ
1	2
2	1
3	1
4	2
5	4
6	1
7	3
8	3
9	3
10	2
11	1
12	3
13	1
14	3
15	2

ภาคผนวก ง

ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r)
ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น จำแนกเป็นรายข้อ

ตารางที่ ง.1 แสดงค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น จำแนกตามรายข้อ

ข้อที่	P	r
1	.63	.20
2	.30	.20
3	.77	.47
4	.47	.53
5	.78	.20
6	.77	.33
7	.60	.54
8	.27	.27
9	.63	.33
10	.50	.20
11	.53	.27
12	.63	.20
13	.23	.20
14	.20	.34
15	.40	.20

ภาคผนวก จ

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียน
ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตารางที่ จ.1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยบทเรียน
 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คนที่	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	4	10
2	3	9
3	6	12
4	2	11
5	4	10
6	6	10
7	6	11
8	5	10
9	6	12
10	3	12
11	5	10
12	7	11
13	5	10
14	7	12
15	6	12
16	5	13
17	8	10
18	7	12
19	7	14
20	6	11

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	นายอนุชิต โฉมงาม
วัน เดือน ปีเกิด	18 ธันวาคม 2517
สถานที่เกิด	อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	บ้านเลขที่ 77 ถนนสุวรรณศร อำเภอเมือง จังหวัดสระแก้ว
สถานที่ทำงาน	โรงเรียนดอนฉิมพลีพิทยาคม อำเภอบางน้ำเปรี้ยว จังหวัดฉะเชิงเทรา
ตำแหน่ง	อาจารย์ 1 ระดับ 5
ประวัติการศึกษา	ปีการศึกษา 2539 สำเร็จการศึกษา การศึกษาระดับ (วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยบูรพา ปีการศึกษา 2547 สำเร็จการศึกษา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษาศาสตร์ (คอมพิวเตอร์) จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง