



การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่าง บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

โดย

นางสาวทัศนา จรจวบโชค

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่าง บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียน  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

โดย

นางสาวทัศนีย์ จรจวบโชค

การค้นคว้าอิสระนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2551

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

**A COMPARISON OF REMEDIAL LEARNING ACHIEVEMENT BETWEEN BRANCHING  
PROGRAM INSTRUCTION AND COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION IN  
MATHEMATICS ON THE TOPIC OF ADDITION AND SUBTRACTION OF INTEGERS**

**By  
Tasana Jornjuabchok**

**An Independent Study Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree  
MASTER OF EDUCATION  
Department of Educational Technology  
Graduate School  
SILPAKORN UNIVERSITY  
2008**

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร อนุมัติให้การค้นคว้าอิสระเรื่อง “ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่าง บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ” เสนอโดย นางสาวทัศนาศนา จรจวบโชค เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

.....  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ศิริชัย ชินะตั้งกูร)  
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
วันที่.....เดือน..... พ.ศ.....

อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ  
รองศาสตราจารย์ศิริพงษ์ พยอมรัมย์

คณะกรรมการตรวจสอบการค้นคว้าอิสระ

..... ประธานกรรมการ  
(รองศาสตราจารย์สมหญิง เจริญจิตรกรรม)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(อาจารย์สาธิต จันทรวินิจ)  
...../...../.....

..... กรรมการ  
(รองศาสตราจารย์ศิริพงษ์ พยอมรัมย์)  
...../...../.....

47257404 : สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา

คำสำคัญ : บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา/บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน/การเรียนรู้ซ่อมเสริม

ทัศน จรรยาโชค : การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม. อาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ : รศ.ศิริพงษ์ พยอมรัมย์. 212 หน้า.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ปีการศึกษา 2551 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มไม่ผ่านเกณฑ์ ได้มาจากวิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) จำนวน 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 2) แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็นด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 3) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน 4) แบบวัดความพึงพอใจต่อบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลได้แก่ ค่าคะแนนเฉลี่ย ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐาน สถิติที่ใช้ทดสอบ ได้แก่ ทีแบบอิสระต่อกัน (Independent Samples t-test)

ผลการวิจัยพบว่า

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 82.07/80.78 และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 82.87/81.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80

2. นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01

3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.63$ ) และมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.64$ )

---

ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา                      บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร                      ปีการศึกษา 2551

ลายมือชื่อนักศึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาการค้นคว้าอิสระ .....

47257404 : MAJOR : EDUCATIONAL TECHNOLOGY

KEY WORD : BRANCHING PROGRAMMED INSTRUCTION/COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION/ REMEDIAL LEARNING

TASANA JORNJUABCHOK : A COMPARISON OF REMEDIAL LEARNING ACHIEVEMENT BETWEEN BRANCHING PROGRAMED INSTRUCTION AND COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION IN MATHEMATICS ON THE TOPIC OF ADDITION AND SUBTRACTION OF INTEGERS. AN INDEPENDENT STUDY ADVISOR : ASSOC. PROF. SIRIPONG PAYOMYAM. 212 pp.

Purposes of this research were to 1) Develop branching programmed instruction and computer assisted instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers to the efficiency by selected standard efficient criterion of 80/80 2) Compare the achievement of the students before and after learning Instruction by branching programmed instruction and computer assisted instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers. 3) Study students' satisfaction towards learning a remedial achievement by branching program instruction and computer assisted instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers. The sample were 2 groups of student by divide into 30 students per group of matthayomsuksa 1 year 2008 from Nongyasaiwiththaya secondary school Suphanburi who have achievement study mathematics on the topic of addition and subtraction of integers that not pass the standard were selected using stratified random sampling technique. The research instrument were 1) Branching programmed instruction and computer assisted instruction in subtraction of integers mathayomsuksa level 1 2)The assension for specialists by divide into contents and designing of branching programmed instruction and computer assisted instruction. 3) The learning achievement test. 4) The satisfaction test to branching programmed instruction and computer assisted instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers. Data were analyzed by standard deviation and independent samples–test.

The results of this study reveded the following :

1) The efficiency of branching programmed instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers met the standard efficient criterion of 82.07/80.78 and the efficiency of computer assisted instruction in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers met the standard efficiency criterion of 82.87/81.22 which were a required efficiency of 80/80.

2) Students' leaning achievement at remedial learning in mathematics on the topic of addition and subtraction of integers by branching program instruction and computer assisted instruction have no significant difference at 0.01 level.

3) The satisfaction of students remedial leaning branching program instruction was the highest level ( $\bar{x}=4.63$ ) and the satisfaction to remedial learning computer assisted instruction was the highest level ( $\bar{x}=4.64$ )

## กิตติกรรมประกาศ

การค้นคว้าอิสระนี้สำเร็จได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความกรุณาจากรองศาสตราจารย์ ศิริพงศ์ พยอมแย้ม อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์สาธิต จันทรวินิจ ผู้ทรงคุณวุฒิ และรองศาสตราจารย์ สมหญิง เจริญจิตรกรรม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ คำปรึกษา ตลอดจนตรวจสอบแก้ไข ข้อบกพร่องต่าง ๆ จนทำให้การวิจัยครั้งนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ด้วย

ขอขอบพระคุณคณะผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาให้คำแนะนำและตรวจทานแก้ไขเครื่องมือ ในการวิจัยให้มีความเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

ขอขอบพระคุณท่านผู้อำนวยการ รองผู้อำนวยการและคณะครูโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จังหวัดสุพรรณบุรี ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูล

นอกจากนี้ผู้วิจัยขอขอบคุณ เพื่อน ๆ สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาทุกคนที่ให้กำลังใจ และความช่วยเหลือด้วยดีเสมอมา

ประโยชน์และคุณค่าอันพึงมีจากการค้นคว้าอิสระนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชา พระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และครูอาจารย์ผู้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และวางรากฐานการศึกษา แก่ผู้วิจัย

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง .....	ฉ
สารบัญภาพ .....	ช
<b>บทที่</b>	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย .....	9
สมมติฐานการวิจัย .....	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	9
นิยามศัพท์เฉพาะ .....	10
กรอบแนวคิด.....	12
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	13
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	14
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ .....	16
ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์ .....	16
หลักการสอนคณิตศาสตร์.....	17
วิธีการสอนคณิตศาสตร์.....	20
การสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอ่อน.....	21
โครงสร้างหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา.....	25
เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 .....	29
การสอนซ่อมเสริม.....	30
ความหมายของการสอนซ่อมเสริม .....	30
จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม .....	31
หลักการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ .....	32

บทที่	หน้า
ขั้นตอนการสอนซ่อมเสริม .....	35
การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ .....	36
การประเมินผลการสอนซ่อมเสริม .....	38
บทเรียน โปรแกรม .....	39
ความหมายของบทเรียน โปรแกรม .....	39
ลักษณะสำคัญของบทเรียน โปรแกรม .....	41
หลักและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โปรแกรม .....	42
ชนิดของบทเรียน โปรแกรม.....	45
กระบวนการสร้างบทเรียน โปรแกรม .....	46
ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียน โปรแกรม.....	54
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	56
ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	56
รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	57
ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	60
จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	67
บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	70
หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	71
ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	73
ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	78
ประสิทธิภาพของสื่อการสอน .....	80
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนซ่อมเสริม.....	82
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โปรแกรม .....	85
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	87
3    วิธีดำเนินการวิจัย.....	90
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	90
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	91
การสร้างแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	91
การสร้างบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	92
การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	103

บทที่	หน้า
การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ .....	106
แบบแผนการทดลอง .....	108
วิธีดำเนินการทดลอง .....	108
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	110
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	110
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	114
ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็ม .....	114
ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมด้วย บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม.....	116
ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วย บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม.....	117
5 สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ .....	120
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง .....	113
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	114
วิธีดำเนินการวิจัย.....	114
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	115
การวิเคราะห์ข้อมูล .....	115
สรุปผลการวิจัย.....	121
การอภิปรายผลการวิจัย.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	123
บรรณานุกรม .....	125
ภาคผนวก .....	138
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย.....	139
ภาคผนวก ข บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม .....	141

บทที่	หน้า
ภาคผนวก ค ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม .....	171
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เฉลยแบบทดสอบ วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	179
ภาคผนวก จ แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ.....	183
ภาคผนวก ฉ แบบสอบถามความพึงพอใจ.....	190
ภาคผนวก ช แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา rays ข้อ (IOC) .....	193
ภาคผนวก ซ การวิเคราะห์ข้อมูล .....	201
ประวัติผู้วิจัย .....	212

## สารบัญญัตินำ

ตารางที่		หน้า
1	แสดงผลการประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GAT) ระดับ การศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 วิชาคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน .....	2
2	แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละวิชาภาษาไทย และวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 สำนักงาน เขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 จำแนกเป็นรายสมรรถภาพ .....	3
3	แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่ การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 โดยจำแนกเป็นรายอำเภอ .....	4
4	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-6 ปีการศึกษา 2547 ของนักเรียนโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา .....	5
5	แสดงโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา .....	25
6	แสดงสัญลักษณ์สำหรับการเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	60
7	ผลการประเมินเนื้อหาในการสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (n=3).....	92
8	ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา (n=3).....	94
9	ประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3) .....	95
10	ประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก.....	96
11	ผลการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	98

ตารางที่		หน้า
12	ประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล .....	100
13	ประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก.....	101
14	การหาประสิทธิภาพพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 (n=30).....	114
15	การหาประสิทธิภาพพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 (n=30).....	115
16	ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและกลุ่มที่ 2 ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน .....	116
17	ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม (n=30) .....	117
18	ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม (n=30) .....	118
19	ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน .....	202
20	ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของ แบบทดสอบวัด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	203
21	แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบ สาขา ที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3).....	204
22	แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบ สาขา ที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9).....	204
23	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนสอบระหว่างเรียนและคะแนนสอบ หลังเรียนจำแนกรายคนของกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรม แบบสาขา (n = 30).....	205

ตารางที่		หน้า
24	แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3).....	207
25	แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9) .....	207
26	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนสอบระหว่างเรียนและคะแนน สอบหลังเรียนจำแนกรายคนของกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (n = 30) .....	208
27	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลอง กลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2.....	210

## สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	แสดงเทคนิคการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริม.....	37
2	แสดงลักษณะ โครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program).....	45
3	แสดงโครงสร้างของบทเรียน โปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program) .....	46
4	แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว.....	61
5	แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง.....	61
6	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม.....	62
7	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนซ้ำกรอบ .....	62
8	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกลับ .....	63
9	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง.....	63
10	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดียว .....	64
11	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบห้วงกรอบซ่อมเสริม .....	64
12	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง .....	65
13	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่.....	66
14	ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ.....	67
15	ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน .....	172
16	คำแนะนำ.....	172
17	หน้าเมนูหลัก .....	173
18	หน้าเมนูย่อย (ความรู้พื้นฐาน) .....	173
19	กรอบเนื้อหา .....	174
20	ผังแบบทดสอบ.....	174
21	หน้าเมนูย่อย (การบวกจำนวนเต็ม).....	175
22	แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้.....	175
23	หน้าแบบฝึกหัด .....	176
24	หน้าเมนูย่อย (การลบจำนวนเต็ม).....	176
25	กรอบแสดงคำอธิบายหากตอบผิด .....	177
26	แบบทดสอบท้ายเนื้อหา .....	177

ภาพที่		หน้า
27	สรุปประเมินผลการทำแบบทดสอบแต่ละเนื้อหา (สอบผ่าน) .....	178
28	สรุปประเมินผลการทำแบบทดสอบแต่ละเนื้อหา (สอบไม่ผ่าน).....	178

## บทที่ 1

### บทนำ

#### ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กรมวิชาการ 2545 : 1) ได้กล่าวว่า ความเจริญก้าวหน้าทางวิทยาการด้านต่าง ๆ ของโลกยุคโลกาภิวัตน์ มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงทางสังคมและเศรษฐกิจ จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงหลักสูตรการศึกษาของชาติ ซึ่งถือเป็นกลไกสำคัญในการพัฒนาคุณภาพการศึกษาของประเทศเพื่อสร้างคนไทยให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขมีศักยภาพพร้อมที่จะแข่งขันและร่วมมืออย่างสร้างสรรค์ในเวทีโลก กระทรวงศึกษาธิการ โดยกรมวิชาการ ได้ติดตามผลและดำเนินการวิจัย เพื่อการพัฒนาหลักสูตรตลอดมา ผลการศึกษาพบว่า มีข้อจำกัดอยู่หลายประการ ประการหนึ่งคือการจัดหลักสูตรและการเรียนรู้คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ยังไม่สามารถผลักดันให้ประเทศไทย เป็นผู้นำด้านวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในภูมิภาค จึงจำเป็นต้องปรับปรุงกระบวนการเรียนการสอนให้คนไทย มีทักษะกระบวนการและเจตคติที่ดีทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มีความคิดสร้างสรรค์

กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ (2545 : 1) ได้กล่าวถึงความสำคัญของวิชาคณิตศาสตร์ ไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ตลอดจนศาสตร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้อง คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิต และช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาให้เป็นมนุษย์ที่สมบูรณ์ มีความสมดุลทั้งร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็นและสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

นอกจากนั้นคณิตศาสตร์ยังทำให้นักเรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล มีระเบียบแบบแผนและสามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม ( กรมวิชาการ 2544 : 1 ) ซึ่งยูจิน พิพิทกุล ( 2539 : 1 ) ได้ให้ความสำคัญของคณิตศาสตร์ว่า “... วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิด กระบวนการและเหตุผล คณิตศาสตร์ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบและเป็นรากฐานของวิทยาการหลาย ๆ สาขาความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีวิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ เป็นต้น ก็ล้วนแต่อาศัยคณิตศาสตร์ทั้งสิ้น...”

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 โดยสำนักทดสอบการศึกษา สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กระทรวงศึกษาธิการ ได้ข้อมูลดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการประเมินด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (GAT) ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 วิชาคณิตศาสตร์ สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน

ระดับชั้น	จำนวนนักเรียน	— x	S.D.	— x %	ร้อยละนักเรียนแยกตามเกณฑ์		
					ปรับปรุง	พอใช้	ดี
ประถมศึกษาปีที่ 6	173,040	17.51	7.41	43.77	34.85	45.17	19.98
มัธยมศึกษาปีที่ 3	170,547	13.95	5.29	34.88	34.64	59.70	5.66
มัธยมศึกษาปีที่ 6	112,674	14.03	5.60	35.08	36.44	53.59	9.97

ที่มา : กระทรวงศึกษาธิการ, สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน, สำนักทดสอบทางการศึกษา, การประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 (กรุงเทพฯ : 2548), 14-22.

จากตารางที่ 1 ค่าเฉลี่ยร้อยละผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 คือ 34.88 ซึ่งต่ำกว่าระดับประถมศึกษาปีที่ 6 และมัธยมศึกษาปีที่ 6

เมื่อพิจารณาเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ จากรายงานของสำนักทดสอบทางการศึกษาพบว่า ในปีการศึกษา 2545 – 2547 มีค่าเฉลี่ยระดับประเทศร้อยละ 39.07 34.99 และ 34.88 ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นว่าลดลงทุกปี และจากการเปรียบเทียบในปีการศึกษา 2546 – 2547 ระดับประเทศพบว่า ในปีการศึกษา 2547 นักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยลดลงทุกวิชา

สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3 ได้ทำการจัดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียน ระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547 ทำให้ได้ผลการสอบของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละวิชาภาษาไทย และวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3 จำแนกเป็นรายสมรรถภาพ (จากข้อมูล ร้อยละ 10 ของจำนวนนักเรียนเข้าสอบทั้งหมด)

สมรรถภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.
<b>สมรรถภาพหลัก</b>					
<b>ภาษาไทย</b>	135	40			
1. โครงสร้างความรู้		(10)	3.9	39.40	2.01
2. การรับสาร		(15)	6.5	48.85	2.22
3. การส่งสาร		(15)	6.7	44.93	2.02
<b>คณิตศาสตร์</b>	135	40			
1. จำนวน		(8)	2.73	34.16	0.91
1.1 การจัดองค์ประกอบ		2	0.72	35.93	0.32
1.2 ทักษะเชิงกระบวนการ		4	1.41	35.37	0.51
1.3 การวิเคราะห์		2	0.60	30.00	0.28
2. เรขาคณิต		(9)	3.82	42.55	1.64
2.1 การจัดองค์ประกอบ		2	0.77	38.52	0.51
2.2 ทักษะเชิงกระบวนการ		6	2.78	46.42	1.13
2.3 การวิเคราะห์		1	0.30	29.62	0.22
3. การวัด		(5)	2.02	40.59	0.95
3.1 การจัดองค์ประกอบ		1	0.46	45.93	0.35
3.2 ทักษะเชิงกระบวนการ		1	0.33	32.59	0.27
3.3 การวิเคราะห์		3	1.24	41.48	0.51
4. พีชคณิต		(13)	5.33	41.02	2.22
4.1 การจัดองค์ประกอบ		2	0.88	44.07	0.61
4.2 ทักษะเชิงกระบวนการ		7	2.67	38.20	1.14
4.3 การวิเคราะห์		4	1.78	44.44	0.61

ตารางที่ 2 (ต่อ)

สมรรถภาพ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.
5.ความน่าจะเป็นและสถิติ		(5)	2.34	46.81	0.95
5.1 การจัดองค์ประกอบ		3	1.42	47.41	0.59
5.2 ทักษะเชิงกระบวนการ		2	0.92	45.93	0.37

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3, กลุ่มศึกษานิเทศก์ติดตามและประเมินผล  
การจัดการศึกษา, “รายงานการสอบวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียน ประจำปีการศึกษา 2547,”  
2548, 59.

จากตารางที่ 2 คะแนนเฉลี่ยร้อยละตามรายสมรรถภาพ วิชาภาษาไทย และวิชา  
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต  
3 พบว่า สมรรถภาพหลักที่มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละต่ำสุดของวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ จำนวน คิด  
เป็นร้อยละ 34.16 (S.D. = 0.91)

เมื่อพิจารณาจำแนกเป็นรายอำเภอของเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3 ในวิชา  
คณิตศาสตร์ ได้ข้อมูลดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 แสดงคะแนนเฉลี่ยร้อยละวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี  
การศึกษา 2547 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3 โดยจำแนก  
เป็นรายอำเภอ

อำเภอ	จำนวนนักเรียน	คะแนนเฉลี่ยร้อยละ	S.D.	ร้อยละนักเรียนแยกตามเกณฑ์		
				ปรับปรุง	พอใช้	ดี
เดิมบางนางบวช	233	34.86	4.80	35.94	59.38	4.68
ด่านช้าง	240	41.96	6.59	35.81	58.11	6.08
หนองหญ้าไซ	155	40.19	2.64	59.76	40.54	0.00
สามชุก	622	31.31	1.05	41.38	52.87	5.75
รวม / ร้อยละ	1,250	35.12	5.05	40.19	54.61	5.20

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3, กลุ่มศึกษานิเทศก์ ติดตามและประเมินผล  
การจัดการศึกษา, “รายงานการสอบวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียน ประจำปีการศึกษา 2547,” 2548, 66.

จากตารางที่ 3 คะแนนเฉลี่ยร้อยละวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2547 ในระดับอำเภอพบว่า ร้อยละของนักเรียนอยู่ในระดับปรับปรุงมากที่สุด ได้แก่ อำเภอหนองหญ้าไซ ร้อยละ 59.76

โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยาเป็นโรงเรียนหนึ่งในอำเภอหนองหญ้าไซ และสังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3 มีนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงและต้องแก้ไขอยู่เป็นจำนวนมาก ดังจะเห็นได้จากรายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาประจำปีการศึกษา 2547 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา ดังนี้

ตารางที่ 4 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 – 6 ปีการศึกษา 2547 ของนักเรียนโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา

ระดับชั้น	ร้อยละของนักเรียนที่ระดับผลการเรียน ๒-๔								ร้อยละของนักเรียนที่ต้องแก้ไขผลการเรียน
	ภาษาไทย	คณิตศาสตร์	วิทยาศาสตร์	สังคมศึกษา ศาสนาและ วัฒนธรรม	สุขศึกษา และพล ศึกษา	ศิลปะ	การงาน อาชีพและ เทคโนโลยี	ภาษาต่างประเทศ	
ม.1	85.85	49.51	76.09	82.82	100	88	51.50	55.5	26.34
ม.2	47.61	45.94	69.04	81.28	78.60	95.74	87.50	71.39	27.87
ม.3	77.62	44.76	57.04	60.60	93.19	99.29	40.20	25.17	37.76
ม.4	57.30	65.57	74.45	79.57	92.95	97.18	92.07	64.48	22.05
ม.5	89.11	65.09	70.63	69.56	100	100	84.78	81.17	17.45
ม.6	99.13	60.76	74.60	88.59	100	100	100	82.35	11.82
ปวช.	97.56	-	100	90.24	100	-	91.96	93.89	4.39
รวม	79.17	55.27	74.55	78.95	94.96	96.70	78.28	67.70	21.80

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3, โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา, “รายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาประจำปี 2547,” 2548, 6.

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ได้ระดับผลการเรียน 2 – 4 ในรายวิชาคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 ต่ำกว่าร้อยละ 50 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

หมายความว่า มีนักเรียนที่ได้รับระดับผลการเรียนควรปรับปรุงและต้องแก้ไขผลการเรียนอยู่มากกว่าครึ่งหนึ่งของจำนวนนักเรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นทั้งหมด

จากปัญหาดังกล่าว กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา ได้พยายามหาสาเหตุและวิธีการแก้ไข ทำให้ทราบว่า มีนักเรียนจำนวนไม่น้อยที่ไม่สามารถหาผลลัพธ์ของการบวกและการลบจำนวนเต็มได้อย่างถูกต้อง ซึ่งเป็นทักษะในการคำนวณพื้นฐาน จึงเกิดผลกระทบต่อ การเรียนในเนื้อหาอื่น ๆ เช่น การบวกและการลบเศษส่วนและทศนิยม การแยกตัวประกอบพหุนาม การแก้สมการ เป็นต้น เนื้อหาที่กล่าวมาล้วนแต่ใช้ทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็มเพื่อช่วยในการหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ ครูผู้สอนจึงใช้การสอนซ่อมเสริมเพื่อช่วยเหลือและแก้ไขข้อบกพร่องให้กับนักเรียนเพื่อให้ นักเรียนได้บรรลุวัตถุประสงค์ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แต่วิธีการสอนซ่อมเสริมที่ครูใช้อยู่เสมอในโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา เป็นการสอนนักเรียนครั้งละหลายๆ คน เพราะมีนักเรียนที่จำเป็นต้องเรียนซ่อมเสริมจำนวนมากซึ่งไม่แตกต่างกับการเรียนในชั่วโมงเรียนปกติ ทำให้ไม่ได้ผลเท่าที่ควรเนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความสามารถที่แตกต่างกัน จึงต้องการเวลาในการเรียนรู้ที่ต่างกันด้วย ดังที่ ยูพิน พิพิธกุล (2537 : 93) ได้กล่าวว่า “ครูไม่สามารถสอนให้นักเรียนทุกคนทำให้รวดเร็วและถูกต้องเหมือนกันทุกคน” การเรียนครั้งละหลายๆ คนพร้อมกันนี้จึงไม่สนองตอบความแตกต่างระหว่างบุคคล การแจ้งผลย้อนกลับให้นักเรียนได้ทราบข้อผิดพลาดของตนหลังทำแบบฝึกก็เป็นภาระที่หนักสำหรับครูผู้สอน เนื่องจากต้องใช้เวลามากในการตรวจ ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541 : 10) ได้กล่าวว่า “มีงานวิจัยหลายชิ้นที่สนับสนุนว่าการให้ผลย้อนกลับแก่ผู้เรียนทันทีจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการเรียนเป็นอย่างดี ดังนั้นผู้สอนจึงควรใช้สื่อการเรียนการสอน ซึ่งได้แก่บทเรียนกิจกรรม ชุดการสอน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อช่วยให้นักเรียนได้ฝึกทักษะตามความสามารถของตนเอง”

สื่อที่เป็นเทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีบทบาททางการศึกษาอย่างมากก็คือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอน เนื่องจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นสื่อที่นักเรียนสามารถใช้เรียนได้ตามเอกัตภาพ นักเรียนสามารถศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีการจัดเนื้อหาไว้เป็นลำดับขั้นตอนและเป็นระบบซึ่งสามารถแจ้งผลย้อนกลับโดยทันที อีกทั้งมีการเสริมแรงควบคู่กันไป เมื่อทำถูกจะมีการชมเชย หากทำผิดก็จะบอกเหตุผลหรือให้ย้อนกลับไปทำใหม่ นักเรียนจึงสามารถศึกษาได้โดยไม่ข้ามขั้นตอนและยังสามารถเรียนรู้ได้ตามระดับความสามารถของตนเอง เป็นการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน การที่นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และสามารถเลือกเรื่องที่จะเรียนซ้ำเนื้อหาเดิมหรือศึกษาเนื้อหาใหม่ต่อไป ทำให้สามารถประเมินความก้าวหน้าของตนเองได้ นอกจากนี้ภาพเคลื่อนไหว เสียง และสีสันต่างๆ ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนแก่นักเรียนได้เป็นอย่างดี

จากลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังที่กล่าวมาข้างต้น สามารถพิจารณาประโยชน์ในแง่การเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้หลายประเด็นดังที่ ยูพิน พิพิธกุลและอรพรรณ ต้นบรรจง (2531 : 175) กล่าวไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์สามารถสนองต่อการเรียนเป็นรายบุคคลได้เป็นอย่างดี
2. คอมพิวเตอร์สามารถบริหารการสอนได้อย่างดี ทั้งการตั้งจุดประสงค์ ทำการสอน ทำการทดสอบ วิเคราะห์ผล ดูความก้าวหน้าของนักเรียนตามระยะเวลาและรายงานผลได้อย่างรวดเร็ว
3. สามารถสอนความคิดรวบยอด และทักษะขั้นสูง ซึ่งยากแก่การสอนโดยครู หรือเรียนจากตำราได้ดีโดยการจำลองสถานการณ์
4. คอมพิวเตอร์สามารถคำนวณได้อย่างรวดเร็ว นักเรียนจึงเรียนได้เร็วและถูกต้อง
5. คอมพิวเตอร์สร้างแรงกระตุ้นและแรงจูงใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

จากที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยมีความเห็นว่าหากนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้ในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนจะสามารถช่วยแก้ปัญหาดังกล่าวได้

สำหรับสื่อที่ไม่จำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัย ซึ่งผู้วิจัยเห็นว่ามีความเหมาะสมและน่าจะนำมาใช้แก้ปัญหาดังกล่าวได้ดีเช่นกัน คือ บทเรียนโปรแกรม ทั้งนี้เพราะบทเรียนโปรแกรมจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนได้ด้วยตนเองตามความสามารถ โดยที่ระยะเวลาในการเรียนของแต่ละคนอาจไม่เท่ากัน บางคนอาจจะเรียนจบภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมงหรือบางคนอาจใช้เวลาหลายสัปดาห์ แต่ท้ายที่สุดนักเรียนทุกคนก็จะสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ขั้นสุดท้ายของการเรียนได้เช่นเดียวกัน ซึ่งสิ่งนี้ทำให้ยืนยันได้ว่าบทเรียนโปรแกรมเป็นสิ่งที่ครูผู้สอนสามารถนำไปใช้ในการสอนซ่อมเสริมได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้กระบวนการจัดเนื้อหาภายในบทเรียนโปรแกรมได้มีการประมวลมาจากหลักการพื้นฐานสำคัญของทฤษฎีการจัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคลและทฤษฎีจิตวิทยาพฤติกรรมนิยม ซึ่งทำให้บทเรียนโปรแกรมมีคุณสมบัติพิเศษ ซึ่งเหมาะสำหรับการนำผลมาใช้ในการศึกษาเป็นรายบุคคลได้คือ

1. ผู้เรียนมีส่วนร่วมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) มีการเสนอเนื้อหาและคำถามให้ผู้เรียนตอบอยู่ตลอดเวลา ผู้เรียนต้องอ่านและตอบคำถามด้วยตนเอง จึงจะเกิดการเรียนรู้

2. ทราบผลย้อนกลับได้โดยทันที (Immediate Feedback) เพราะมีการเฉลยคำตอบให้ทราบภายหลังการตอบคำถามอันเป็นการเสริมแรงให้แก่ผู้เรียน

3. ได้รับประสบการณ์ที่เป็นความสำเร็จและความพอใจ (Success Experience) เนื้อหาของบทเรียนจะถูกแบ่งเป็นขั้นตอนเล็กๆ โดยมีการจัดเนื้อหาให้เหมาะสมกับพฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนพึงได้รับ คำถามที่ใช้ในการถามก็ง่ายแก่การตอบของผู้เรียน อันจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนประสบผลสำเร็จในการเรียนได้ง่ายและเกิดความพึงพอใจ

4. ผู้เรียนแต่ละคนจะก้าวหน้าไปตามความสามารถ (Individual Rate หรือ Gradual Approximation) ผู้เรียนแต่ละคนจะเรียนไปตามความสามารถของตน ใครที่เรียนเก่งก็เรียนได้เร็ว ใครอ่อนก็เรียนได้ช้า (กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ 2530 : 45-47)

การออกแบบบทเรียนโปรแกรมสามารถออกแบบได้หลายชนิด ผู้สอนอาจออกแบบเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program) ซึ่งจะจัดเรียงจากหน่วยย่อยที่ง่ายไปหายาก ผู้เรียนจะต้องเริ่มจากหน่วยแรกจนถึงหน่วยสุดท้ายของบทเรียนจะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้ หรือออกแบบเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (Branching program) โดยบทเรียนชนิดนี้ประกอบด้วยกรอบหลักซึ่งนักเรียนทุกคนจะต้องเรียน เรียกว่ากรอบยื่น หมายถึงกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน ถ้านักเรียนทำกรอบยื่นแต่ละกรอบถูกต้องก็จะเรียนตามกรอบยื่นไปตลอด เนื้อหาของกรอบยื่นจะเป็นเนื้อหาหลักของเรื่องนั้นๆ กรอบยื่นแต่ละกรอบจะมีปัญหาให้นักเรียนตอบ ลักษณะของปัญหาเป็นแบบให้เลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก ในแต่ละตัวเลือกจะบอกหน้าและข้อกำกับไว้ หรืออาจบอกให้ดูคำตอบที่กรอบใดก็ได้ ผู้เรียนก็จะพลิกไปดูตามที่บอกไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบแล้ว ก็จะมีคำสั่งท้ายตัวเลือกให้ไปอ่านที่กรอบสาขา ซึ่งจะเป็นกรอบที่บอก ว่าผู้เรียนทำผิดหรือถูก ถ้าผู้เรียนทำถูกก็จะทำกรอบยื่นต่อไป ถ้าผู้เรียนทำผิดก็จะอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมที่กรอบสาขา แล้วย้อนมาทำที่กรอบยื่นอีกจนกว่าจะทำถูกต้อง นอกจาก 2 ชนิดที่กล่าวมา ผู้สอนอาจออกแบบเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดผสมโดยผู้เรียนจะต้องอ่านกรอบหลักหรือกรอบยื่นต่อเนื่องกันไป

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและบทเรียนโปรแกรมล้วนแต่เป็นสื่อที่มีคุณค่าเป็นวิธีสอนที่ผู้เรียนได้มีโอกาสศึกษาด้วยตนเอง ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล โดยที่ลักษณะเด่นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือมีความน่าสนใจเพราะนำเอาภาพเคลื่อนไหว ข้อความและเสียงเข้ามาเป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้ดี ส่วนบทเรียนโปรแกรมก็เป็นสื่อที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลาไม่จำเป็นต้องอาศัยอุปกรณ์หรือ

ทักษะพื้นฐานในการใช้เทคโนโลยี ซึ่งนอกเหนือจากที่นักเรียนสามารถนำไปศึกษาได้ด้วยตนเองแล้ว ยังช่วยให้นักเรียนได้พัฒนาการเรียนรู้ของตนเองได้อีกด้วย

ดังนั้นในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ระหว่างนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ว่ารูปแบบของบทเรียนชนิดใดจะช่วยแก้ปัญหาในการเรียนซ่อมเสริมในวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ได้เหมาะสมมากกว่ากัน โดยทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต 3 และจากการวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่าจะได้รูปแบบของบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมในการนำไปใช้สอนหรือสอนซ่อมเสริมให้แก่เด็กเรียนที่มีปัญหาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มได้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

#### สมมติฐานการวิจัย

1. บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่สร้างขึ้น มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์
2. ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนหลังจากเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม แตกต่างกัน

#### ขอบเขตของการวิจัย

##### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาสุพรรณบุรี เขต

3 ปีการศึกษา 2551 ที่มีผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ไม่ผ่านเกณฑ์ จำนวน 160 คน จาก 7 ห้องเรียน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้จากการทดสอบประชากรด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) (บุญชม ศรีสะอาด 2538 : 191) โดยแยกประเภทกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนสอบและเพศ แล้วใช้วิธีการจับคู่เลือกตัวอย่างเป็นคู่ ๆ โดยตัวอย่างคู่เดียวกันจะมีเพศเดียวกันและมีคะแนนจากการทดสอบเท่ากัน (จิตชนก เริงเชาว์ 2539 : 107) แบ่งเป็น ชาย 15 คู่ และหญิง 15 คู่ จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อแยกตัวอย่างแต่ละคู่เข้ากลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะได้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจำนวน 30 คน แล้วสุ่มกลุ่มที่ 1 เพื่อใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาในการเรียนซ่อมเสริม และกลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตัวแปร ตัวแปรที่ศึกษามี 2 ตัวแปร ดังนี้

ตัวแปรต้น คือ วิธีการเรียนซ่อมเสริม ซึ่งแบ่งเป็น

1. เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม
2. เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. ระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

#### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา (Program Textbook) หมายถึงบทเรียนประเภทเอกสารที่มีการจัดเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน ประกอบด้วยกรอบหลักซึ่งนักเรียนทุกคนจะต้องเรียน เรียกว่ากรอบยี่น หมายถึงกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน เนื้อหาของกรอบยี่นจะเป็นเนื้อหาหลักของเรื่องนั้นๆ กรอบยี่น แต่ละกรอบจะมีปัญหาให้นักเรียนตอบ ลักษณะของปัญหาเป็นแบบให้เลือกตอบชนิด 3 ตัวเลือก ในแต่ละตัวเลือกจะบอกหน้าและข้อกำกับไว้ หรืออาจบอกให้ดูคำตอบที่กรอบใดก็ได้ ผู้เรียนก็จะพลิกไปดูตามที่บอกไว้ เมื่อนักเรียนเลือกคำตอบแล้ว ก็จะมีคำสั่งท้ายตัวเลือกให้ไปอ่านที่กรอบสาขา ซึ่งจะเป็นกรอบที่บอกว่าผู้เรียนทำผิดหรือถูก ถ้าผู้เรียน

ทำถูกก็จะทำกรอบยื่นต่อไป ถ้าผู้เรียนทำผิดก็จะอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมที่กรอบสาขา แล้วย้อนมาทำที่กรอบยื่นอีกจนกว่าจะทำถูกต้อง ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคนโดยผู้เรียนแต่ละคนไม่จำเป็นต้องเรียนทุกกรอบ

2. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์สำหรับสอน ซ่อมเสริมเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เนื้อหาในบทเรียนประกอบด้วย ความรู้พื้นฐาน การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม และการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน

3. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม คือเนื้อหาที่ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ความรู้พื้นฐาน ประกอบด้วย

ค่าสัมบูรณ์

จำนวนตรงข้าม

การบวกจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวกโดยใช้เส้นจำนวน

ส่วนที่ 2 การบวกจำนวนเต็ม ประกอบด้วย

การบวกระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

การบวกระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

ส่วนที่ 3 การลบจำนวนเต็ม ประกอบด้วย

นิยามการลบจำนวนเต็ม

การลบระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มบวก

การลบระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบ

การลบระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มบวก

การลบระหว่างจำนวนเต็มลบกับจำนวนเต็มลบ

4. ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มไม่ผ่านเกณฑ์ หมายถึง นักเรียนที่มีคะแนนจากการวัดผลสัมฤทธิ์ไม่ถึงร้อยละ 50 ของคะแนนเต็ม

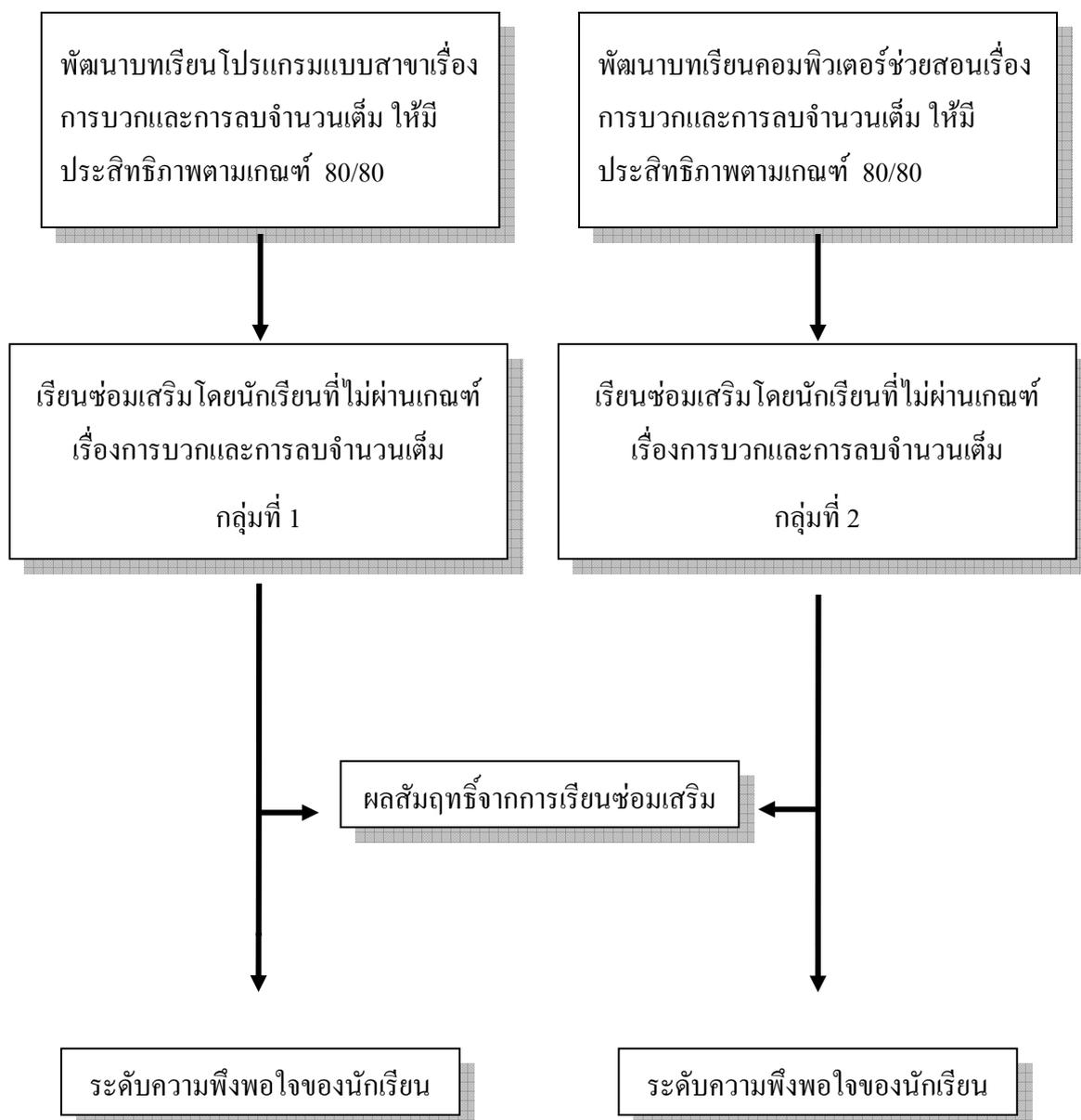
5. ผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริม หมายถึง ผลการทดสอบหลังจากที่ผู้เรียนได้เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

6. ประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง ผลการเรียนรู้โดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบ สาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรียนซ่อมเสริมแล้วทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นได้ ตามเกณฑ์ 80/80

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำคะแนนได้ โดยคิดเป็นร้อยละจากการประเมินผลแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียนของแต่ละส่วน

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยของนักเรียนที่ทำคะแนนได้ โดยคิดเป็นร้อยละจากการประเมินผลการทดสอบหลังเรียนจากการเรียนจบทั้ง 3 ส่วน

#### กรอบแนวคิด



### ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เพื่อแก้ปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาสื่อวิชาอื่น ๆ
3. สื่อบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างขึ้น สามารถลดภาระในการสอนซ่อมเสริมของครู

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้ารวบรวมเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อให้เข้าใจในแนวทาง หลักการ ทฤษฎี และผลการวิจัยต่างๆที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้ โดยแยกเนื้อหาสาระต่างๆดังนี้

#### การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

1. ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์
2. หลักการสอนคณิตศาสตร์
3. วิธีการสอนคณิตศาสตร์
4. การสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอ่อน
5. โครงสร้างหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา

6. เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตร การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544

#### การสอนซ่อมเสริม

1. ความหมายของการสอนซ่อมเสริม
2. จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม
3. หลักการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
4. ขั้นตอนการสอนซ่อมเสริม
5. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์
6. การประเมินผลการสอนซ่อมเสริม

#### บทเรียนโปรแกรม

1. ความหมายของบทเรียน โปรแกรม
2. ลักษณะสำคัญของบทเรียน โปรแกรม
3. หลักและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียน โปรแกรม
4. ชนิดของบทเรียนโปรแกรม
5. กระบวนการสร้างบทเรียน โปรแกรม

## 6. ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียน โปรแกรม

### คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอน โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. บุคคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
6. หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
7. ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
8. ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### ประสิทธิภาพของสื่อการสอน

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนซ่อมเสริม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## การเรียนการสอนคณิตศาสตร์

### 1. ความหมายและความสำคัญของคณิตศาสตร์

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน (2525 : 162) ได้ให้ความหมายไว้ว่า คณิตศาสตร์ หมายถึงวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ นอกจากนั้นยังมีอีกหลายท่านที่ได้กล่าวถึงคณิตศาสตร์ในแง่ของประโยชน์ ลักษณะสำคัญและความสำคัญ ดังนี้

Bulter et al. (1960 : 16, อ้างถึงใน ดารณี คำแหง 2535 : 80 – 81) กล่าวถึงประโยชน์ของคณิตศาสตร์ว่า โครงสร้างและวิธีการศึกษาคณิตศาสตร์ จะเป็นสิ่งสำคัญในการช่วยให้ความรู้อันเกี่ยวข้องกับจุดประสงค์พื้นฐานของการศึกษาทั่ว ๆ ไปดังนี้

1. เข้าใจในส่วประกอบของทักษะพื้นฐาน ซึ่งเกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลข
2. การถูกฝึกให้หัดคิดเป็นประจำ ทำให้สามารถวิเคราะห์ วิจาร์ณ การแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว จนทำให้เป็นคนที่มีเหตุผล สมองจะรู้จักเปรียบเทียบ กระจื่อหรืออื่นที่จะหาความรู้ อยู่เสมอ
3. ความคิดถูกแสดงออกมาให้เห็น ได้โดยแสดงเป็นสัญลักษณ์และกราฟ
4. พัฒนาความสามารถในการรู้จักคิดตัดสินใจและแจกแจงคุณค่าของสิ่งต่าง ๆ
5. พัฒนาความสามารถในการสังเกตเห็นถึงความสัมพันธ์และความไม่สัมพันธ์กันของข้อมูล
6. พัฒนาการรู้จักให้เหตุผลอย่างมีอิสระเป็นตัวของตัวเอง
7. พัฒนาการเห็นคุณค่าของความงามทางพีชคณิตซึ่งเป็นรากฐานของสิ่งทั้งหลาย
8. การศึกษาอบรมทางคณิตศาสตร์อย่างจริงจัง จะทำให้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ถูกพัฒนาให้ก้าวหน้าขึ้นทั้งทางรูปแบบและโครงสร้างต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับสังคม

สุวรรณ มุ่งเกษม (2513 : 1-2, อ้างถึงใน สิริลักษณ์ พุ่มกำพล 2546 : 19) ได้กล่าวถึงคณิตศาสตร์ไว้ว่าเป็นมรดกทางวัฒนธรรม สามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน งานอาชีพ ดูเวลา กระยะทาง กำหนดรายรับรายจ่าย ปลูกฝังและอบรมให้ผู้เรียนเป็นคนช่างสังเกต รู้จักคิดมีเหตุผล แสดงความคิดเห็นอย่างเป็นระเบียบ สั้นและชัดเจน รวมทั้งการวิเคราะห์ปัญหาด้วย

วรรณ โสมประยูร (2526 : 229) ได้พูดถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ว่าคณิตศาสตร์เป็นมรดกของวัฒนธรรม ที่สามารถช่วยให้ผู้เรียนเป็นผู้แสวงหาความจริง ความถูกต้อง การรู้จักนำความรู้ไปใช้ให้เป็นประโยชน์ เช่น การซื้อขาย การดูเวลา ค่าแรงงาน

ยุพิน พิพิธกุล ( 2530 : 2-3 ) ได้สรุปถึงความหมายและลักษณะสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิด เราใช้คณิตศาสตร์พิสูจน์อย่างมีเหตุผลว่าสิ่งที่เราคิดขึ้นนั้น เป็นจริงหรือไม่ ด้วยวิธีคิด เราก็สามารถจะนำคณิตศาสตร์ไปแก้ไขปัญหาทางวิทยาศาสตร์ได้ คณิตศาสตร์ช่วยให้คนเป็นผู้ที่มีเหตุผล เป็นคนใฝ่รู้ ตลอดจนพยายามคิดสิ่งที่แปลกและใหม่ คณิตศาสตร์จึงเป็นรากฐานแห่งความเจริญของเทคโนโลยีด้านต่าง ๆ

2. คณิตศาสตร์ เป็นวิชาที่เกี่ยวกับความคิดของมนุษย์ มนุษย์สร้างสัญลักษณ์แทนความคิดนั้น ๆ และสร้างกฎในการนำสัญลักษณ์มาใช้ เพื่อสื่อความหมายให้เข้าใจตรงกัน คณิตศาสตร์จึงมีภาษาเฉพาะของตัวเอง เป็นภาษาที่กำหนดขึ้นด้วยสัญลักษณ์ที่รัดกุมและสื่อความหมายได้ถูกต้องเป็นภาษาที่มีตัวอักษร ตัวเลข และสัญลักษณ์แทนความคิด เป็นภาษาสากลที่ทุกชาติ ทุกภาษาที่เรียนคณิตศาสตร์จะเข้าใจตรงกัน

3. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีรูปแบบ (Pattern) เราจะเห็นว่าความคิดทางคณิตศาสตร์นั้นจะต้องมีแบบแผน มีรูปแบบไม่ว่าจะคิดเรื่องใดก็ตาม ทุกขั้นตอนจะตอบได้และจำแนกออกมาให้เห็นจริง

4. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีโครงสร้าง มีเหตุมีผล คณิตศาสตร์จะเริ่มต้นด้วยเรื่องง่าย ๆ ก่อนเช่น เริ่มต้นด้วย อนิยาม ได้แก่ จุด เส้นตรง ระนาบ เรื่องง่าย ๆ นี้จะเป็นพื้นฐานนำไปสู่เรื่องอื่น ๆ ต่อไป เช่น นิยาม สัจพจน์ ทฤษฎีบท การพิสูจน์

5. คณิตศาสตร์ เป็นศิลปะอย่างหนึ่ง เช่นเดียวกับศิลปะอื่น ๆ ความงามของคณิตศาสตร์ ก็คือความมีระเบียบและความกลมกลืน นักคณิตศาสตร์ได้พยายามแสดงความคิด มีความคิดสร้างสรรค์ มีจินตนาการ มีความคิดริเริ่ม ที่จะแสดงความคิดใหม่ ๆ และแสดงโครงสร้างใหม่ ๆ ทางคณิตศาสตร์ออกมา

จากที่มีผู้กล่าวมาพอจะสรุปได้ว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ว่าด้วยการคำนวณ เกี่ยวข้องกับจำนวนและตัวเลข ความคิด กระบวนการและเหตุผล สามารถแสดงความคิดออกมาให้เห็นได้โดยอาศัยสัญลักษณ์และกราฟ คณิตศาสตร์มีความสำคัญกับผู้ที่ได้ศึกษา เป็นวิชาที่สร้างสรรค์จิตใจมนุษย์ ฝึกให้คนคิดอย่างมีระเบียบ สามารถวิเคราะห์ วิจัย แก้ปัญหาในชีวิตประจำวันได้อย่างรวดเร็วและเป็นรากฐานของวิทยาการหลายสาขา

## 2 หลักการสอนคณิตศาสตร์

ในการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนต้องคำนึงถึงปัจจัยที่จะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้มากที่สุด โดยมีผู้เสนอแนะหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้หลายประการดังต่อไปนี้

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 24-25) ได้สรุปหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

1. สอนโดยคำนึงถึงความพร้อมของเด็ก คือ พร้อมในด้านร่างกาย อารมณ์ สติปัญญา และความพร้อมในแง่ความรู้พื้นฐานที่มาต่อเนื่องกับความรู้ใหม่ โดยครูจะต้องมีการทบทวน

ความรู้เดิมก่อน เพื่อให้ประสบการณ์เดิมกับประสบการณ์ใหม่ต่อเนื่องกัน จะช่วยให้นักเรียนเกิด ความเข้าใจมองเห็นความสัมพันธ์กับสิ่งที่เรียนได้ดี

2. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับวัย ความต้องการ ความ สนใจและความสามารถของเด็ก เพื่อมิให้เกิดปัญหาตามมาภายหลัง

3. ควรคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ทั้งนี้เพราะคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ครู จำเป็นต้องคำนึงถึงให้มากกว่าวิชาอื่นๆ ในแง่ความสามารถทางสติปัญญา

4. การเตรียมความพร้อมทางคณิตศาสตร์ให้นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือรายกลุ่ม เพื่อ เป็นพื้นฐานในการเรียนรู้ จะช่วยให้นักเรียนมีความพร้อมตามวัยและความสามารถของแต่ละคน

5. คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีระบบต้องเรียนไปตามลำดับขั้น การสอนเพื่อสร้างความคิด ความเข้าใจในระยะเริ่มแรกจะต้องเป็นประสบการณ์ง่ายๆ ไม่ซับซ้อน สิ่งที่ไม่เกี่ยวข้องและทำให้ เกิดความสับสน จะต้องไม่นำเข้ามาในกระบวนการเรียนการสอน การสอนจึงจะเป็นไปตามลำดับ ขั้นที่วางไว้

6. การสอนแต่ละครั้งจะต้องมีจุดประสงค์ที่แน่นอนว่า จัดกิจกรรมเพื่อสนอง จุดประสงค์อะไร

7. เวลาที่ใช้ในการสอนควรจะใช้ระยะเวลาพอสมควร ไม่นานเกินไป

8. ครูควรจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่มีการยืดหยุ่นได้ ให้นักเรียนมีโอกาสเลือก ทำ กิจกรรมตามความพอใจ ตามความถนัดของตน และให้อิสระในการทำงานแก่เด็ก สิ่งสำคัญ ประการหนึ่งคือ การปลูกฝังเจตคติที่ดีแก่เด็กในการเรียนคณิตศาสตร์ เพราะจะช่วยทำให้เด็กพอใจ ในการเรียนวิชานี้ รวมทั้งเห็นประโยชน์และคุณค่าจนเกิดความสนใจมากขึ้น

9. การสอนที่ดีควรเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการวางแผนร่วมกันกับครู เพราะจะช่วย ให้ครูเกิดความมั่นใจในการสอนและเป็นไปตามความพอใจของเด็ก

10. การสอนคณิตศาสตร์ที่ดีควรให้เด็กมีโอกาสทำงานร่วมกันหรือมีส่วนร่วมในการ ค้นคว้า สรุปลักษณะต่าง ๆ ด้วยตนเองกับเพื่อน ๆ

11. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนควรสนุกสนานบันเทิงไปพร้อมกับการเรียนรู้ด้วย จึงจะสร้างบรรยากาศที่น่าติดตามต่อไปแก่เด็ก

12. นักเรียนจะเรียนได้ดีเมื่อเริ่มเรียนโดยครูใช้ของจริง อุปกรณ์จึงเป็นรูปธรรม นำไปสู่นามธรรมตามลำดับ จะช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ด้วยความเข้าใจ ไม่ใช่จำดังเช่นการสอน ใน อดีตที่ผ่านมา ทำให้เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ง่ายต่อการเรียนรู้

13. การประเมินผลการเรียนการสอนเป็นกระบวนการต่อเนื่องและเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอน ครูอาจใช้วิธีการสังเกต การตรวจแบบฝึกหัด การสอบถาม เป็นเครื่องมือ ในการวัดผล จะช่วยให้ครูทราบข้อบกพร่องของนักเรียนและการสอนของตน

14. ไม่ควรจำกัดวิธีคิดคำนวณหาคำตอบของเด็ก แต่ควรแนะวิธีคิดที่เร็วและแม่นยำ ในภายหลัง

15. ฝึกให้เด็กรู้จักตรวจคำตอบด้วยตนเอง

นอกจากนั้นยุพิน พิพิธกุล ( 2530 : 49 – 50 ) ได้ให้หลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้คล้ายกัน ดังนี้

1. ควรสอนจากเรื่องง่ายไปสู่ยาก
2. เปลี่ยนจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม ในเรื่องที่สามารถใช้สื่อการเรียนการสอน รูปธรรมประกอบได้
3. สอนให้สัมพันธ์ความคิด เมื่อครูจะทบทวนเรื่องใดก็ควรทบทวนให้หมด การรวบรวมเรื่องที่เหมือนกันเข้าเป็นหมวดหมู่ จะช่วยให้นักเรียนเข้าใจและจำได้แม่นยำขึ้น
4. เปลี่ยนวิธีการสอน ไม่ซ้ำซากน่าเบื่อหน่าย ผู้สอนควรจะสอนให้สนุกสนานและ น่าสนใจ ซึ่งอาจจะมี กลอน เพลง เกม การเล่าเรื่อง การทำภาพประกอบ การ์ตูน ปริศนา ต้อง รู้จักสอดแทรกสิ่งละอุนพรค์ละอ้อยให้บทเรียนน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้น เป็นแรงคลใจที่จะเรียน ด้วยเหตุนี้ในการสอนจึงมีการนำเข้าสู่บทเรียนเร้าใจเสียก่อน
6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัส ผู้สอนอย่าพูดเฉย ๆ โดยไม่ให้เห็นตัวอักษร ไม่เขียน กระดานดำ เพราะการพูดลอย ๆ ไม่เหมาะกับวิชาคณิตศาสตร์
7. ควรจะคำนึงถึงประสบการณ์เดิม และทักษะเดิมนักเรียนมีอยู่ กิจกรรมใหม่ ควรจะต่อเนื่องกับกิจกรรมเดิม
8. เรื่องที่สัมพันธ์กันก็ควรสอนไปพร้อม ๆ กัน
9. ให้ผู้เรียนมองเห็นโครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
10. ไม่ควรเป็นเรื่องยากเกินไป ผู้สอนบางคนชอบให้โจทย์ยาก ๆ เกินหลักสูตร ซึ่ง อาจจะทำให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนท้อถอย แต่ถ้าผู้เรียนที่เรียนเก่ง ก็อาจจะชอบ ควรจะส่งเสริมเป็น ราย ๆ ไป การสอนต้องคำนึงถึงหลักสูตรและเนื้อหาเพิ่มเติมให้เหมาะสม
11. สอนให้นักเรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดหรือมโนคติ ( Concept ) ให้ นักเรียนได้คิดสรุปเอง การยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่าง จนนักเรียนเห็นรูปแบบ จะช่วยให้นักเรียน สรุปได้ ครูอย่ารีบบอกเกินไป

12. ให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่ทำได้
  13. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น วิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่เรียนหนัก ครูจึงไม่ควรจะเคร่งเครียด
  14. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ
  15. ผู้สอนควรมั่นแสร้งหาความรู้เพิ่มเติม เพื่อที่จะนำสิ่งที่แปลกและใหม่ มาถ่ายทอดให้ผู้เรียน และผู้สอนควรจะเป็นผู้ที่มีความรู้ในอาชีพของตน จึงจะทำให้สอนได้ดี
- จะเห็นว่าการสอนคณิตศาสตร์นั้นควรเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสรุปความคิดรวบยอดด้วยตนเอง ครูต้องรู้จักวิธีการสอนและรู้หลักจิตวิทยาในการสอน ที่สำคัญจะต้องมีความรู้ในเนื้อหาที่สอนเป็นอย่างดี

### 3 วิธีการสอนคณิตศาสตร์

ในการเรียนการสอนต่าง ๆ ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมการเรียนการสอนได้หลายวิธี ซึ่งวิธีการสอนที่ใช้ในวิชาที่เป็นเนื้อหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์สามารถสรุปได้ตามที่มีผู้กล่าวไว้หลายท่าน ดังนี้

Nerboving and Klausmeier (1974 : 238 – 241, อ้างถึงใน สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ 2533 : 9) กล่าวว่า วิธีการสอนคณิตศาสตร์พอสรุปได้ 4 วิธี คือ

1. วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Teaching) เป็นวิธีสอนที่เน้นให้นักเรียนมีอิสระที่จะซักถาม เลือกข้อมูลที่ทำเป็นเพื่อตอบคำถาม โดยไม่จำเป็นต้องมีครูสอน จุดเด่นของวิธีนี้ก็คือก่อให้เกิดแรงจูงใจสูงมาก
2. วิธีสอนโดยการอธิบาย (Expository Teaching) เป็นวิธีสอนที่ครูเป็นผู้ควบคุมการสอน มุ่งป้อนความรู้ในเรื่องของมโนคติหรือทักษะ โดยที่ครูจะอธิบายว่าจะค้นหาคำตอบได้อย่างไร และครูเป็นผู้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน
3. วิธีสอนแบบค้นพบโดยตรง (Directed Discovery Teaching) เป็นวิธีสอนที่ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวก โดยจัดโครงสร้างและลำดับของประสบการณ์ในการเรียนรู้ให้แก่ นักเรียน ครูอาจสร้างปัญหาต่าง ๆ ด้วยกลวิธีต่าง ๆ ซึ่งช่วยให้นักเรียนพัฒนาเทคนิคการแก้ปัญหาของตัวเอง
4. วิธีผสมผสาน (Combination Method) เป็นวิธีที่ผสมผสานวิธีการสอนทั้ง 3 วิธีข้างต้น

Aunderhill (Aunderhill : 256 – 257, อ้างถึงใน สุนีย์ เหมาะประสิทธิ์ 2533 : 10) ได้เสนอรูปแบบการสอนคณิตศาสตร์สำหรับการสอนเป็นรายบุคคล ซึ่งสามารถดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพภายในชั้นเรียนที่มีนักเรียนที่มีความแตกต่างกัน กล่าวคือก่อนที่จะสอนมโนคติเรื่อง

ใดเรื่องหนึ่ง ครูจะต้องดำเนินการประเมินก่อนว่านักเรียนเกิดการเรียนรู้โนมตีในเรื่องนั้นหรือยัง ถ้านักเรียนเกิดการเรียนรู้แล้ว ครูไม่จำเป็นต้องสอนเพียงแต่จัดกิจกรรมให้นักเรียนกลุ่มพัฒนา โนมตีให้ดียิ่งขึ้น (Enrichment Group) แต่ถ้ายังไม่เกิดการเรียนรู้ ซึ่งมีนักเรียนเป็นจำนวนมากก็ จะเข้าสู่ระยะการสอนต่าง ๆ ตามรูปแบบนี้ อันได้แก่การสอนกลุ่มใหญ่ กลุ่มเล็ก และเป็น รายบุคคล ตามความเหมาะสม

หลังจากที่ครูสอนกลุ่มใหญ่ กลุ่มเล็ก และเป็นรายบุคคลแล้ว จะต้องใช้แบบทดสอบ วินิจฉัย เพื่อจัดกลุ่มนักเรียนตามความรอบรู้ นักเรียนกลุ่มที่ทำแบบทดสอบได้ก็จะเข้ากลุ่มที่พัฒนา ให้ดีขึ้น นักเรียนกลุ่มที่มีมโนคติพอควรแต่จำเป็นต้องเพิ่มแรงเสริมจะต้องเข้ากลุ่มเพื่อรับการฝึก ปฏิบัติ (Practice Group) ส่วนนักเรียนที่ไม่เกิดความรอบรู้มโนคติจะต้องรับการสอนใหม่ (Reteach Group) และเมื่อนักเรียนทั้งชั้นเกิดการรอบรู้มโนคติในเรื่องนั้นแล้วครูสามารถดำเนินการ สอนมโนคติในเรื่องอื่นได้ต่อไปเช่นกัน

ฉะนั้น การสอนจะใช้วิธีใดสอนนั้นขึ้นกับลักษณะของเนื้อหาวิชาและวัตถุประสงค์ของ บทเรียนเป็นสำคัญ นอกจากนี้ยังต้องคำนึงถึงระดับพัฒนาการและรูปแบบการเรียนรู้ของนักเรียน บางครั้งในการสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ อาจใช้วิธีสอนหลาย ๆ วิธีผสมผสานก็ได้

#### 4 การสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอ่อน

นักเรียนอ่อนมักจะมีเจตคติในทางลบต่อวิชาคณิตศาสตร์ ไม่เข้าใจและไม่สามารถทำ คณิตศาสตร์ได้ นักเรียนที่เรียนอ่อนมักจะอ่อนในด้านการใช้ภาษา สัญลักษณ์ การอ่าน การฟัง ไม่เกิดมโนคติในขณะที่เรียน มองไม่ออกในเรื่องที่เป็นนามธรรม ไม่รู้จักสรุปตลอดจนไม่รู้จัก เรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์ (ยูพิณ พิพิชกุล 2530 : 237)

ผู้ที่สอนนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์จะต้องใช้ความอดทนและมีความตั้งใจการ การสอนเป็นอย่างมาก ตลอดจนต้องมีความสามารถและมีเทคนิคในการสอน ได้มีผู้ที่เสนอ แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์แก่นักเรียนอ่อน ดังนี้

เคส (Case 1980 : 161 – 162) กล่าวว่า การที่นักเรียนไม่สามารถรอบรู้หรือเรียนรู้ทักษะ ใหม่ทางคณิตศาสตร์ ก็เนื่องมาจากสาเหตุ 3 ประการ คือ

1. นักเรียนมีมโนคติและกลวิธีของตนเอง ซึ่งอาจดูเหมือนกับสมเหตุสมผลแต่ ไม่ ถูกต้อง
2. การสอนส่วนใหญ่มุ่งเน้นให้นักเรียนจำมากเกินไป จนทำให้นักเรียนไม่สามารถ เรียนรู้สิ่งต่าง ๆ ตามที่หลักสูตรและครูต้องการ
3. นักเรียนบางคนมีความสามารถทางสมองดีกว่าเด็กวัยเดียวกัน จึงเกิดปัญหาใน การเรียนรู้ทักษะการคำนวณขั้นพื้นฐาน

เคลียยังเสนอแนะการจัดการสอนเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดจาก 3 แหล่งดังกล่าวข้างต้นดังต่อไปนี้

1. การแก้ไขมโนคติและกลวิธีที่ไม่ถูกต้องของนักเรียน ควรกระทำดังนี้
  - 1.1 วินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน โดยสำรวจข้อผิดพลาดหรือความคลาดเคลื่อนที่นักเรียนทำ พร้อมกับมีกลวิธีที่นักเรียนใช้
  - 1.2 จัดให้นักเรียนได้ทำกิจกรรมอย่างมีลำดับขั้น เพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง และจัดให้นักเรียนมีโอกาสพัฒนาวิธีที่เหมาะสมมากขึ้น
2. ควรลดเนื้อหา เวลาสอน และเวลาฝึกปฏิบัติที่เกี่ยวกับความจำและควรจัดให้นักเรียนได้ค้นเคย และเข้าใจกระบวนการจัดกระทำข้อมูล
3. ควรวิเคราะห์ทักษะการคำนวณขั้นพื้นฐานที่นักเรียนต้องเรียนรู้และจัดการฝึกปฏิบัติทุกวัน

นอกจากนี้ มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช (2526 : 436 – 438) ได้เสนอแนวทางการสอนสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ เพื่อผู้สอนจะนำไปประยุกต์ใช้ได้มีดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน
  - 1.1 ควรใช้กิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนต่าง ๆ เช่น การร้องเพลง การเล่นเกม การใช้สื่อการสอน ฯลฯ เพื่อสร้างความสนใจ และความพร้อมของนักเรียนก่อนที่จะเรียนเนื้อหา
  - 1.2 ควรทบทวนเนื้อหาหรือมโนคติที่เกี่ยวข้องก่อนที่จะสอนเรื่องใหม่
  - 1.3 พยายามให้นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่าง ๆ
2. การสอน
  - 2.1 ควรสอนเนื้อหาครั้งละไม่มากนัก (น้อยกว่าที่สอนนักเรียนธรรมดา) ในการสอนเรื่องใหม่ ไม่ควรสอนให้เร็วจนเกินไป และต้องเป็นลำดับขั้นตอน
  - 2.2 สอนให้เกิดมโนคติเพียงอย่างเดียวในแต่ละครั้ง เพื่อไม่ให้นักเรียนเกิดความสับสน
  - 2.3 พยายามให้นักเรียนได้เรียนรู้มโนคติทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ประสาทสัมผัสหลาย ๆ ด้านในขณะเดียวกัน เช่น ใช้สื่อการสอนประกอบคำอธิบาย หรือเขียนรูปภาพข้อความประกอบคำพูด เป็นต้น
  - 2.4 เทคนิคการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนต่าง ๆ ควรให้แปรเปลี่ยนไปทุกวัน และให้มีกิจกรรมหลาย ๆ ประเภท ทั้งนี้เทคนิคการสอนและกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องจัดให้เหมาะสมกับเนื้อหาด้วย

2.5 พยายามใช้สื่อการสอนที่เป็นรูปธรรมเท่าที่จะสามารถทำได้ในการให้ความหมายของมโนคติทางคณิตศาสตร์

2.6 จัดให้มีการทดสอบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนเป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องและมีระบบเพื่อจะได้ทราบจุดอ่อนหรือข้อบกพร่องของนักเรียน ซึ่งจะใช้เป็นแนวทางในการจัดโปรแกรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมให้แก่ นักเรียนต่อไป

### 3. การเลือกกิจกรรมและแบบฝึกหัด

3.1 เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำงานโดยใช้สื่อการสอนต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมเพื่อให้นักเรียนมีพัฒนาการทั้งในด้านตัวเลข และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

3.2 จัดเวลาเพื่อให้นักเรียนฝึกทำแบบฝึกหัด และทบทวนบทเรียนโดยใช้กิจกรรมต่าง ๆ

3.3 การเลือกแบบฝึกหัดสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ควรเลือกแบบฝึกหัดที่ง่าย ๆ ให้ทำก่อน แล้วจึงให้ทำแบบฝึกหัดที่ยากขึ้นเป็นลำดับจนเต็มความสามารถของนักเรียน ไม่ควรให้ทำแบบฝึกหัดที่อาจจะทำให้เกิดความสับสน

3.4 ในขณะที่นักเรียนทำแบบฝึกหัดไม่ว่าจะให้ทำในชั่วโมงเรียน หรือในชั่วโมงซ่อมเสริมก็ตาม ควรตรวจแบบฝึกหัดหรืองานอื่นที่มอบหมายให้นักเรียนทำในทันที ทำเครื่องหมายตรงส่วนที่นักเรียนทำผิดพลาด และควรอธิบายข้อผิดพลาดหรือข้อบกพร่องให้นักเรียนทราบในทันทีด้วย

### 4. การใช้จิตวิทยาการเรียนการสอน

4.1 ผู้สอนไม่ควรตั้งความหวังไว้สูงเกินไปสำหรับนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ เพราะว่าถ้าผู้สอนตั้งความหวังหรือเกณฑ์ที่นักเรียนควรจะประสบความสำเร็จไว้สูงเกินไป เมื่อนักเรียนไม่สามารถจะไปถึงเกณฑ์นั้นได้ อาจจะทำให้ผู้สอนเกิดความท้อแท้ใจ ทำให้ไม่อยากจะสอนนักเรียนที่เรียนอ่อน

4.2 ในขณะที่สอน ควรพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสร้างหรือใช้กระบวนการในการคิดที่มีความหมายกับตัวนักเรียนเอง ซึ่งจะช่วยให้ นักเรียนเข้าใจในเรื่องเหล่านั้นมากขึ้น

4.3 ในกรณีที่จะมีการลงโทษนักเรียนที่เรียนอ่อนทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนไม่ควรลงโทษ โดยบังคับให้นักเรียนทำงานทางด้านคณิตศาสตร์ เพราะจะทำให้ นักเรียนมีเจตคติที่ไม่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มากขึ้น และในทางตรงกันข้าม ผู้สอนควรจะต้องให้คำชมเชยทันที เมื่อนักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์

4.4 ในการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ถ้านักเรียนมีความรู้สึกลังเลไม่อยากเรียนไม่  
อยากตอบ ผู้สอนไม่ควรใช้การบังคับ แต่ควรใช้ลักษณะท่าทางของผู้สอน กิจกรรมหรือสื่อการ  
สอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดปฏิกิริยาตอบสนองในทางที่ต้องการ

ยูพิน พิพิธกุล (2530 : 237-244 ) ได้กล่าวไว้ว่า การจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนอ่อนครู  
อาจจะให้นักเรียนทำการทดลองเพื่อให้เห็นจริง จัดหนังสืออ่านประกอบง่าย ๆ และชวน  
สนุกรสนาน จัดทำสมุดปฏิบัติการที่เริ่มต้นโจทยง่าย ๆ ไปสู่ยากตามลำดับ หรืออาจจัดกิจกรรมพิเศษ  
ขึ้น เพื่อให้นักเรียนจะได้สนใจเรียน การจัดโปรแกรมสำหรับนักเรียนอ่อนควรมีขอบเขตดังนี้

1. ควรจะกำหนดจุดมุ่งหมายในการสอนให้เหมาะสมและนักเรียนสามารถบรรลุ  
จุดมุ่งหมายนั้น ครูควรจะได้เน้นในเรื่องเจตคติ ความชื่นชม นิสัยและคุณค่า ตลอดจนความ  
ซื่อสัตย์และความรับผิดชอบ

2. การเลือกนักเรียนอ่อนนั้นควรจะทำอย่างระมัดระวัง ควรจะดูความสามารถทาง  
สติปัญญา ความสามารถทางคณิตศาสตร์ ประสบการณ์ในทางคณิตศาสตร์ ความสนใจในอาชีพ  
และวุฒิภาวะทางอารมณ์

3. จำนวนนักเรียนในชั้นที่เรียนอ่อนไม่ควรเกิน 20 คน เพราะครูจะต้องให้ปฏิบัติหรือ  
สอนเป็นรายบุคคล

4. ในการสอนนั้น ครูจะต้องเน้นในเรื่องกิจกรรมต่างๆ โดยให้นักเรียนมีส่วนร่วมใน  
การทำงานภาคปฏิบัติ การอภิปราย การค้นพบ เกม การฝึกฝนตามลำพัง

5. การเลือกครูสอนนักเรียนอ่อน ควรเลือกครูที่สอนดี มีเทคนิคในการสอนนักเรียน  
อ่อน ครูควรจะมีใจและยอมรับสภาพของนักเรียนที่ตนเองจะสอน นอกจากนี้ยังต้องเป็น  
คนที่มีบุคลิกลักษณะดี มีความเป็นกันเองกับนักเรียนและมีมนุษยสัมพันธ์ดี ครูที่จะสอนนักเรียน  
อ่อนได้ควรเป็นคนมีจิตวิทยาสูง

6. ในห้องเรียนควรมีอุปกรณ์การสอนต่าง ๆ เพื่อช่วยในการสอนจากรูปธรรมไปสู่  
นามธรรม

7. การประเมินผลนักเรียนอ่อน ควรจะได้ประเมินทั้งเจตคติ ทักษะ นิสัยและให้  
นักเรียนได้เห็นความก้าวหน้าของเขาเป็นระยะ ๆ

8. ครูควรมีอิสระในการสอน ที่จะยืดหยุ่นเนื้อหาได้ตามสมควร และควรรู้จักหา  
เทคนิคใหม่ ๆ มาสอนเมื่อนักเรียนไม่เข้าใจ

สรุปได้ว่าการสอนคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนอ่อนนั้นครูผู้สอนต้องเป็นครูที่สอนดีมี  
เทคนิคในการสอน มีอุปกรณ์ในการเรียนการสอนที่ช่วยในการเรียนที่เป็นนามธรรม เน้นการมี  
ส่วนร่วมของผู้เรียน ครูผู้สอนควรจะทำให้ผู้เรียนมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ ให้ผู้เรียนทราบ

ความก้าวหน้าของตนเองเป็นระยะ ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถสรุป รู้จักเรียงลำดับความคิดและวิเคราะห์ได้

## 5. โครงสร้างหลักสูตร กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

### โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา

การจัดสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา ตามหลักสูตรสถานศึกษา ได้จัดโครงสร้างของเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานโดยอิงหลักสูตรแกนกลาง ดังนี้

ตารางที่ 5 แสดงโครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
ม.1 ภาคเรียนที่ 1 (3 ชั่วโมง/สัปดาห์/ ภาคเรียน)	<b>1. ห.ร.ม. และ ค.ร.น.</b>	<b>6</b>
	1) การหา ห.ร.ม. ของจำนวนนับ	2
	2) การหา ค.ร.น. ของจำนวนนับ	2
	3) การแก้ปัญหาโดยใช้ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.	2
	<b>2. จำนวนเต็ม</b>	<b>26</b>
	1) จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์	3
	2) การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม	3
	3) การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม	14
	4) สมบัติของจำนวนเต็มและการนำไปใช้	6
	<b>3. เลขยกกำลัง</b>	<b>13</b>
	1) ความหมายของเลขยกกำลัง	2
	2) การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์ทางวิทยาศาสตร์	4
	3) การคูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม	7
<b>4. พื้นฐานทางเรขาคณิต</b>	<b>15</b>	
1) การสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้วงเวียนและสันตรง	9	

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การสร้างส่วนของเส้นตรงให้ยาวเท่ากับ ความยาวของส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้</li> <li>- การแบ่งครึ่งส่วนของเส้นตรงที่กำหนดให้</li> <li>- การสร้างมุมให้มีขนาดเท่ากับขนาดของมุมที่กำหนดให้</li> <li>- การแบ่งครึ่งมุมที่กำหนดให้</li> <li>- การสร้างเส้นตั้งฉากจากจุดภายนอกมายังเส้นตรงที่กำหนดให้</li> <li>- การสร้างเส้นตั้งฉากที่จุดจุดหนึ่งบนเส้นตรงที่กำหนดให้</li> </ul> <p>2) การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยใช้การ สร้างพื้นฐาน</p> <p>3) การสำรวจสมบัติทางเรขาคณิต</p>	<p>4</p> <p>2</p>
<b>ม.1 ภาคเรียนที่ 2</b>	<p><b>1. เศษส่วนและทศนิยม</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) การเขียนเศษส่วนด้วยทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำเป็นเศษส่วน</li> <li>2) การเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม</li> <li>3) การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนและทศนิยม</li> <li>4) โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับ เศษส่วนและทศนิยม</li> </ul> <p><b>2. การประมาณค่า</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1) การประมาณค่าในสถานการณ์ต่าง ๆ</li> <li>2) การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การประมาณค่า</li> </ul>	<p><b>20</b></p> <p>2</p> <p>2</p> <p>12</p> <p>4</p> <p>7</p> <p>3</p> <p>4</p>

ตารางที่ 5 (ต่อ)

ชั้นเรียน/ภาคเรียน	สาระการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
	<b>3. คู่อันดับและกราฟ</b>	<b>8</b>
	1) คู่อันดับ	2
	2) กราฟ	3
	3) การนำไปใช้	3
	<b>4. สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว</b>	<b>15</b>
	1) แบบรูปและความสัมพันธ์	2
	2) คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	2
	3) การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน	7
	4) โจทย์สมการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว	4
	<b>5. ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ</b>	<b>10</b>
	1) ภาพของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เกิดจากการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ	4
	2) ภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) หรือด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติ	4
	3) การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์	2

ที่มา : สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 3, โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา, “หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3,” 2545, 10-14.

คำอธิบายรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 3

รายวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวนเวลา 120 ชั่วโมง  
ศึกษา ฝึกทักษะ/กระบวนการในสาระต่อไปนี้

**ห.ร.ม. และ ค.ร.น.** การหา ห.ร.ม. ของจำนวนนับ การหา ค.ร.น. ของจำนวนนับ การแก้ปัญหโดยใช่ ห.ร.ม. และ ค.ร.น.

**จำนวนเต็ม** จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ การเปรียบเทียบจำนวนเต็ม การบวก ลบ คูณ และหารจำนวนเต็ม สมบัติของจำนวนเต็มและการนำไปใช้

**เลขยกกำลัง** ความหมายของเลขยกกำลัง การเขียนแสดงจำนวนในรูปสัญกรณ์ทาง-วิทยาศาสตร์ การคูณและหารเลขยกกำลังที่มีฐานเดียวกันและเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม

**พื้นฐานทางเรขาคณิต** การสร้างรูปเรขาคณิตโดยใช้วงเวียนและสันตรง การสร้างรูปเรขาคณิตอย่างง่ายโดยใช้การสร้างพื้นฐาน การสำรวจสมบัติทางเรขาคณิต

**เศษส่วนและทศนิยม** การเขียนเศษส่วนด้วยทศนิยมและเขียนทศนิยมซ้ำเป็นเศษส่วน การเปรียบเทียบเศษส่วนและทศนิยม การบวก ลบ คูณ หาร เศษส่วนและทศนิยม โจทย์ปัญหาหรือสถานการณ์เกี่ยวกับเศษส่วนและทศนิยม

**การประมาณค่า** การประมาณค่าในสถานการณ์ต่างๆ การแก้โจทย์ปัญหาโดยใช้การประมาณค่า

**คู่อันดับและกราฟ** คู่อันดับ กราฟ การนำไปใช้

**สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว** แบบรูปและความสัมพันธ์ คำตอบของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว การแก้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวโดยใช้สมบัติของการเท่ากัน โจทย์สมการเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว

**ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ** ภาพของรูปเรขาคณิตสองมิติที่เกิดจากการคลี่รูปเรขาคณิตสามมิติ ภาพสองมิติที่ได้จากการมองทางด้านหน้า (front view) ด้านข้าง (side view) หรือด้านบน (top view) ของรูปเรขาคณิตสามมิติ การวาดหรือประดิษฐ์รูปเรขาคณิตที่ประกอบขึ้นจากลูกบาศก์

โดยจัดประสบการณ์หรือสร้างสถานการณ์ในชีวิตประจำวันที่ใกล้ตัวให้ผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าโดยการปฏิบัติจริง ทดลอง สรุปรายงาน เพื่อพัฒนาทักษะ/กระบวนการในการคิดคำนวณ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำประสบการณ์ด้านความรู้ ความคิด ทักษะกระบวนการที่ได้ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่างๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างสร้างสรรค์ รวมทั้งเห็นคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ สามารถทำงานอย่างเป็นระบบระเบียบ มีความรอบคอบ มีความรับผิดชอบ มีวิจารณญาณ และมีความเชื่อมั่นในตนเอง

**การวัดและประเมินผล** ใช้วิธีการที่หลากหลายตามสภาพความเป็นจริงให้สอดคล้องกับเนื้อหาและทักษะที่ต้องการวัด

ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ของวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่อง  
จำนวนเต็ม

- 1) ระบุหรือยกตัวอย่างจำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ และศูนย์ได้
- 2) เปรียบเทียบจำนวนเต็มได้
- 3) บวก ลบ คูณ หาร จำนวนเต็มได้ อธิบายผลที่เกิดขึ้นจากการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนเต็ม พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์ของการดำเนินการได้
- 4) นำความรู้และสมบัติเกี่ยวกับจำนวนเต็ม ไปใช้ได้
- 5) ตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้

**6** เนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ตามหลักสูตรการศึกษาขั้น  
พื้นฐาน พุทธศักราช 2544 (กระทรวงศึกษาธิการ 2544 : 21-37)

**6.1** ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็ม

ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนเต็มใด ๆ จะหาได้จากระยะที่จำนวนเต็มนั้นอยู่ห่างจาก 0 บน  
เส้นจำนวน

**6.2** หลักเกณฑ์การบวกจำนวนเต็ม มีดังนี้

1. การบวกจำนวนเต็มบวกด้วยจำนวนเต็มบวก ให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบ  
เป็นจำนวนเต็มบวก
2. การบวกจำนวนเต็มลบด้วยจำนวนเต็มลบ ให้นำค่าสัมบูรณ์มาบวกกันแล้วตอบเป็น  
จำนวนเต็มลบ
3. การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์ไม่เท่ากัน ให้นำค่า  
สัมบูรณ์ที่มากกว่าลบด้วยค่าสัมบูรณ์ที่น้อยกว่าแล้วตอบเป็นจำนวนเต็มบวกหรือจำนวนเต็มลบตาม  
จำนวนที่มีค่าสัมบูรณ์มากกว่า
4. การบวกระหว่างจำนวนเต็มบวกกับจำนวนเต็มลบที่มีค่าสัมบูรณ์เท่ากัน ผลบวก  
เท่ากับ 0

**6.3** จำนวนตรงข้าม

ถ้า  $a$  เป็นจำนวนเต็มใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ  $a$  เขียนแทนด้วย  $-a$  และ  $a + (-a) =$   
 $(-a) + a = 0$  สำหรับ 0 จะมี 0 เป็นจำนวนตรงข้ามของ 0 ในทางคณิตศาสตร์ จำนวนตรงข้าม  
ของจำนวนเต็มแต่ละจำนวนมีเพียงจำนวนเดียวเท่านั้น

ถ้า  $a$  เป็นจำนวนใด ๆ จำนวนตรงข้ามของ  $-a$  คือ  $a$  ซึ่งเขียนแทนด้วย  $-(-a) = a$

**6.4** การลบจำนวนเต็ม

ในการลบจำนวนเต็มนั้นเราอาศัยการบวกตามข้อตกลงดังนี้

ตัวตั้ง - ตัวลบ = ตัวตั้ง + จำนวนตรงข้ามของตัวลบ

นั่นคือ เมื่อ a และ b แทนจำนวนเต็มใด ๆ

$$a - b = a + \text{จำนวนตรงข้ามของ } b$$

หรือ  $a - b = a + (-b)$

## การสอนซ่อมเสริม

### 1. ความหมายของการสอนซ่อมเสริม

มีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

ชาอุชัย ศรีไสยเพชร (2525 : 155) ได้ให้ความหมายของการสอนซ่อมเสริม ไว้ว่า “เป็นการสอนเพื่อช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนช้า หรือเพื่อสอนนักเรียนที่มีข้อบกพร่องในทางการเรียน การที่ครูจะต้องจัดสอนซ่อมเสริมให้กับนักเรียนเพราะว่านักเรียนเรียนไม่ทันเพื่อนถ้าครูไม่ช่วยเหลือ ผลก็คือ นักเรียนถูกทอดทิ้งและสอบตกไปในที่สุด นักเรียนที่มีข้อบกพร่องในทางการเรียนก็เช่นกัน ถ้าครูไม่ช่วยเหลือแก้ไขข้อบกพร่องในทางการเรียนนักเรียนอาจจะเกิดปมด้อยและเรียนไม่ทันเพื่อน ในที่สุดก็สอบตกและประสบความล้มเหลวทางการเรียน”

บันลือ พุกกะวัน (2525 :116) ได้กล่าวถึงการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า การสอนซ่อมเสริม เป็นวิธีสอนอีกแบบหนึ่งที่จะช่วยแก้ไข ส่งเสริมเด็กเป็นรายบุคคลหรือเป็นกลุ่มเล็กให้เรียนดีขึ้น เป็นการมุ่งที่จะช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน หรือ มีปัญหาในด้านการเรียนโดยเฉพาะเพื่อเป็นการส่งเสริม ให้สามารถเรียนทันเพื่อนหรือมีพื้นฐานทางวิชาการสูงขึ้น

ศรียา และประภัสร์ นิยมธรรม (2525 : 27) ได้ให้ความหมายการการสอนซ่อมเสริมไว้ว่า “การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การบริการที่แยกจากชั้นเรียนปกติเพื่อช่วยแก้ไขข้อบกพร่องของเด็ก ที่ต้องการความช่วยเหลือเป็นพิเศษจากครู”

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 245) ให้ความหมายไว้ว่า “การสอนซ่อมเสริมคือ การสอนนักเรียนอ่อนหรือช้ากว่าปกติเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง”

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533 : 111) ได้กล่าวถึงการสอนซ่อม ซึ่งสรุปได้ว่า การสอนซ่อม เป็นการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องและการสอนซ่อมจะต้องดำเนินการต่อจากการวินิจฉัยซึ่งจะทำให้ทราบถึงข้อบกพร่องของนักเรียน จึงจะเกิดประโยชน์แก่ตัวนักเรียนมากที่สุด

ประพันธ์ หงษ์เจ็ด (2535 : 9) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การสอนซ่อมเสริมหมายถึง การสอนที่มีจุดมุ่งหมายเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียนที่มีปัญหาหรือนักเรียนที่เรียนช้าไม่สามารถเรียนได้ทันเพื่อนในระดับเดียวกัน และ เพื่อส่งเสริมให้เด็กที่มีความสามารถสูงได้มีโอกาสพัฒนาศักยภาพของตนเองได้อย่างเต็มความสามารถ”

กมลรัตน์ วงศ์ถามาตย์ (2542 : 8) ได้ให้ความหมายไว้ว่า “การสอนซ่อมเสริมเป็นการสอนนอกชั้นเรียนปกติในเนื้อหาวิชาที่เรียนมาแล้วในชั้นเรียนปกติเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องให้กับนักเรียนเพื่อบรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้”

จากที่นักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายการสอนซ่อมเสริมดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าการสอนซ่อมเสริม เป็นการสอนที่แตกต่างจากชั้นเรียนปกติในเนื้อหาที่เรียนมาแล้วเพื่อช่วยแก้ไขนักเรียนที่มีปัญหาในการเรียน หรือ เรียนช้า ให้เรียนได้ทันเพื่อนในระดับเดียวกันและเป็นการส่งเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูงได้พัฒนาตนเองให้เต็มศักยภาพ

## 2 จุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริม

ในการจัดการเรียนการสอนตามหลักสูตรมัธยมศึกษาตอนต้นจะต้องจัดประสบการณ์ ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนรู้จักและเข้าใจตนเองโดยให้ทางเลือกหลากหลายเพื่อสามารถแสวงหาแนวทางในการพัฒนาตนเองและจะต้องมีการศึกษาติดตามอีกทั้งแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาศัยการสอนซ่อมเสริมในจุดประสงค์นั้น ๆ ซึ่งนักวิชาการหลายท่านได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมไว้คล้ายกัน เช่น

ศรียา และประภัสร์ นิยมธรรม (2525 : 26) ได้กล่าวถึงจุดมุ่งหมายของการสอนซ่อมเสริมว่า “การสอนซ่อมเสริม มีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยให้เด็กได้พัฒนาความสามารถในการเรียนรู้ ดังนั้น การสอนซ่อมเสริมจึงประมวลเอาทั้งการแก้ไขข้อบกพร่องตลอดจนการสอนเพื่อซ่อมเสริมสมรรถภาพของเด็ก”

อ่ำไพ สุจริตกุล (2526 : 42) ได้กล่าวถึงจุดประสงค์ที่สำคัญของการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. เพื่อช่วยแก้ปัญหาของนักเรียนที่ประสบปัญหาในการเรียนที่ไม่ผ่านวัตถุประสงค์ของการเรียนที่กำหนดไว้
2. เพื่อช่วยแก้ปัญหาของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางด้านร่างกาย สติปัญญา อารมณ์ และการเรียนรู้
3. เพื่อช่วยขจัดปัญหาต่าง ๆ ของโรงเรียนเนื่องมาจากผู้เรียนที่เรียนไม่ทันเพื่อนแล้วเป็นตัวก่อกวนในภายหลัง
4. เพื่อช่วยยกระดับคุณภาพทางการศึกษาโดยส่วนรวมของห้องเรียนให้สูงขึ้นให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้น แข่งขันกับตนเอง

5. เพื่อเตรียมความพร้อมให้กับผู้เรียนในด้านสติปัญญาให้มีทักษะมากยิ่งขึ้น  
บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 246) ได้กล่าวไว้ว่าการสอนซ่อมเสริมมีจุดมุ่งหมายดังนี้

1. เพื่อให้ให้นักเรียนเรียนทันเพื่อนในชั้น

2. เพื่อให้นักเรียนแข่งขันกับตนเองจนสามารถเรียนได้ดีขึ้นกว่าเดิม
3. เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จและเก่งยิ่งขึ้นจนสุดความสามารถของตน

ตามที่นักวิชาการกล่าวมานั้นสรุปได้ว่าการสอนซ่อมเสริมมีจุดมุ่งหมายเพื่อช่วยแก้ปัญหาของนักเรียนที่ไม่บรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ โดยแก้ไขข้อบกพร่องทั้งทางด้านร่างกายสติปัญญา อารมณ์และการเรียนรู้ เพื่อพัฒนานักเรียนให้เต็มศักยภาพ จนสามารถเรียนได้ดีขึ้นและช่วยยกระดับคุณภาพทางการศึกษาโดยส่วนรวมของห้องเรียนให้สูงขึ้น

### 3 หลักการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์

การสอนซ่อมเสริมเหมือนกับการสอนในชั้นเรียนปกติ ต่างกันที่การสอนซ่อมเสริมมีจุดประสงค์เพื่อจัดข้อบกพร่องของเด็กให้หมดไป จึงมีวิธีการมากมายที่ครูสามารถเลือกมาจัดเป็นกิจกรรมการเรียนการสอนเพื่อจัดข้อบกพร่อง ซึ่งในการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องนั้นต้องคำนึงถึงหลักการหลายอย่าง ตามที่นักวิชาการหลายท่านได้เสนอแนะไว้ดังนี้

กระทรวงศึกษาธิการ (2539 : 20) กล่าวถึงหลักการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. ครูต้องวิเคราะห์ปัญหาของนักเรียนที่ต้องการความช่วยเหลือเสียก่อนโดยการวินิจฉัยนักเรียนเพื่อนำมาวางแผนการสอนซ่อมเสริมให้เหมาะสมว่าจะสอนเป็นกลุ่มหรือรายบุคคล
2. ในการสอนแต่ละครั้งไม่ควรใช้เวลานานเกินไป โดยอาจใช้เวลาในช่วงใดก็ได้
3. ควรใช้วิธีสอนใหม่ ๆ ไม่ซ้ำกับวิธีเดิมที่นักเรียนล้มเหลวมาแล้ว และไม่ควรสอนในสิ่งที่นักเรียนรู้แล้วซ้ำอีก ถ้าจำเป็นทบทวนความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงบทเรียนใหม่ก็ควรใช้เวลาที่พอเหมาะ
4. ครูควรวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับนักเรียน เพราะนักเรียนแต่ละคนมีปัญหาที่แตกต่างกัน
5. ครูควรใช้อุปกรณ์มาประกอบการสอนให้มากเพราะนักเรียนที่มีปัญหาทางการเรียนจะเรียนรู้ได้จากรูปธรรมมากกว่าทางนามธรรม
6. ครูควรติดตามผลการพัฒนาของนักเรียนอย่างใกล้ชิด หลังจากการสอนซ่อมเสริมแล้วว่านักเรียนมีพัฒนาการขึ้นมากน้อยเพียงใด เพื่อจะได้วางแผนขั้นต่อไปอย่างมีประสิทธิภาพ
7. ครูต้องรู้จักกระตุ้นนักเรียนให้เกิดแรงจูงใจในการเรียน
8. ครูที่สอนซ่อมเสริมควรมีความรัก เมตตา และเข้าใจเด็ก รู้จักนำหลักจิตวิทยามาใช้แก้ไข

ศรียา และประภัสร์ นิยมธรรม (2525 : 66) ได้กล่าวถึงหลักการสอนซ่อมเสริมไว้สรุปได้ดังนี้

1. ความร่วมมือของผู้เรียน โปรแกรมการสอนเพื่อซ่อมเสริมจะสำเร็จหรือไม่ขึ้นอยู่กับความร่วมมือของผู้เรียนเป็นสำคัญ
  2. สอนในระดับพอเหมาะกับผู้เรียน ผู้สอนจะต้องนึกไว้ในใจเสมอว่าสมรรถวิสัยและทักษะของเด็กแต่ละคน หรือ แต่ละกลุ่มที่ตนสอนนั้นอยู่ในระดับไหน และเรากำลังจะช่วยเหลือเขาในเรื่องอะไร จะเน้นในเรื่องใดบ้าง
  3. สอนทีละขั้น การดำเนินการสอนต้องค่อย ๆ เป็นทีละน้อยตามลำดับขั้น
  4. เสริมกำลังในเรื่องที่ทำได้สำเร็จ เรื่องใดที่เขาทำได้สำเร็จ ควรเสริมกำลังใจให้ เพื่อให้ผู้เรียนได้รู้ผลงานของตัวเองว่าเป็นอย่างไร จะได้มีกำลังใจ
  5. ทำสิ่งที่เรียนให้มีความหมาย
  6. ทำสิ่งที่เรียนให้นำจำและจำได้ง่ายขึ้น
  7. กระตุ้นให้เด็กมองหาความสัมพันธ์ของสิ่งที่ได้เรียนรู้ ตลอดจนการนำสิ่งที่ เรียนรู้แล้วไปใช้ให้เป็นประโยชน์ในชีวิตจริง
  8. ลดความเครียด
  9. จัดช่วงเวลาในการฝึกฝนให้พอเหมาะ โดยให้โอกาสเขาให้ได้พบความสำเร็จบ้างไม่ด้านใดก็ด้านหนึ่ง ผลสำเร็จคือประสบการณ์ที่ดีสำหรับเด็กในอันที่จะพัฒนาอ้อมโนภาพในเชิง นิมานมะลิ จุลวงษ์ (2530 : 17) ได้เสนอวิธีการจัดซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนอ่อน พอสรุปได้ดังนี้
    1. ให้นักเรียนทำการทดลอง อาจทำการทดลองเดี่ยวหรือทดลองกลุ่ม
    2. จัดหนังสืออ่านประเภทต่างๆ
    3. การใช้เกมประกอบการสอน ครูอาจนำมาใช้ประกอบการนำเข้าสู่บทเรียน ทบทวนหรือฝึก เพื่อให้เด็กเกิดความสนุก เพลิดเพลิน
    4. จัดกิจกรรมและบทเรียนพิเศษ เพื่อสร้างแรงจูงใจให้แก่ นักเรียน
    5. สร้างหน่วยการเรียนรู้
    6. สร้างบทเรียนเกี่ยวกับชีวิตประจำวัน และได้ลงมือปฏิบัติจริง
- การใช้รูปธรรมอธิบายนามธรรม โดยใช้วัสดุอุปกรณ์ประกอบเท่าที่สามารถทำได้
- Ashlock (1983 : 14- 17, อ้างถึงใน ดวงเดือน อ่อนน่วม 2533 : 111) เสนอแนะหลักการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้
1. กระตุ้นให้เด็กรู้จักการประเมินผลตนเอง ด้วยการมีส่วนร่วมในกระบวนการวัดและประเมินผลเพื่อหาข้อบกพร่องในการเรียนคณิตศาสตร์ของตนเอง และช่วยตั้งจุดประสงค์การสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่อง เพื่อที่เด็กจะได้รู้ตัวเองว่ากำลังทำอะไร

2. คำนึงถึงความพร้อมของเด็กในแง่ของการมีพื้นฐานความรู้ ความเข้าใจในความคิดรวบยอดย่อยก่อนที่จะเรียนรู้ความคิดรวบยอดใหม่ซึ่งซับซ้อนกว่าเดิม
3. คำนึงถึงความรู้สึกรักของเด็กที่มีต่อตนเอง คือ ให้เด็กเกิดความรู้สึกรักตัวเองยังเป็นคนมีคุณค่าและสามารถแก้ไขข้อบกพร่องของตนเองได้
4. การสอนซ่อมควรพยายามให้เป็นการสอนรายบุคคลมากที่สุด ถึงแม้บางครั้งครูจำเป็นต้องสอนซ่อมเป็นกลุ่ม เด็กแต่ละคนก็ต้องได้รับการดูแลแก้ไขเป็นรายบุคคลด้วย
5. สร้างโปรแกรมการสอนซ่อมบนฐานของการวินิจฉัยการเรียนรู้
6. การวางแผนการสอนซ่อมอย่างเป็นลำดับขั้น พยายามให้ง่าย ไม่ซับซ้อน
7. พยายามเลือกวิธีสอนที่แตกต่างไปจากวิธีสอนเดิมที่เด็กได้เรียนไปแล้ว เพราะเด็กมักมีความกังวลหรือเกิดความรู้สึกกลัวต่อวิธีการเดิม ซึ่งทำให้ตนไม่ประสบความสำเร็จมาแล้ว
8. ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่มีความหลากหลาย เพื่อให้ประสบการณ์ที่กว้างขวางแก่เด็ก ซึ่งประสบการณ์หลากหลายเหล่านี้จะเสริมกันเพื่อพัฒนาความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดทางคณิตศาสตร์
9. สนับสนุนให้เด็กได้จัดกระทำกับวัตถุให้มากที่สุดเท่าที่ตนเองเห็นว่าจะช่วยให้ตนเองเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น โดยไม่ต้องคำนึงว่าจะเป็นการเสียเวลา
10. เปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกทำกิจกรรมตามความสนใจจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้ให้โดยที่กิจกรรมเหล่านั้นต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การบรรลุจุดประสงค์ของการสอน
11. เปิดโอกาสให้เด็กได้แสดงออกซึ่งความเข้าใจด้วยภาษาของตนเอง ไม่ต้องใช้ภาษาคณิตศาสตร์
12. จัดประสบการณ์เพื่อให้เด็กได้พัฒนาความคิดด้วยความรอบคอบ โดยเริ่มจากประสบการณ์รูปธรรมไปสู่ประสบการณ์กึ่งรูปธรรม และ ไปสู่การใช้สัญลักษณ์ในที่สุด
13. เน้นการจัดระบบการเรียนรู้ โดยนำผลการเรียนรู้ใหม่ไปผสมผสานกับผลการเรียนรู้เดิม ซึ่งจะช่วยให้เกิดผลการเรียนรู้ใหม่ที่มีความหมายต่อตัวเด็กได้ดียิ่งขึ้น
14. เน้นทักษะและความสามารถอันเกี่ยวข้องกับเรื่องที่เรียน เช่น เด็กที่คิดคำนวณผิดจะสามารถคิดคำนวณได้แม่นยำขึ้นถ้ามีความสามารถในการกะประมาณซึ่งจะช่วยให้การพิจารณาคำตอบได้อย่างมีเหตุผลว่าน่าจะถูกต้องหรือไม่
15. ให้ความสนใจในเรื่องลายมือ เพราะมีเด็กจำนวนมากไม่น้อยที่คิดคำนวณผิดเป็นเพราะเขียนตัวเลขไม่ชัดเจน ทำให้ตนเองอ่านตัวเลขผิด จึงคิดคำนวณผิดไปด้วย
16. การฝึกหัดควรทำหลังจากที่เด็กเข้าใจเรื่องที่เรียนดีแล้ว

17. สร้างแรงจูงใจโดยเลือกกิจกรรมการฝึก ซึ่งเห็นผลได้ทันทีว่าคำตอบของเด็กถูกหรือผิด

18. ในเรื่องของการฝึกทักษะการคิดคำนวณ ควรฝึกโดยใช้ระยะเวลาสั้น ๆ แต่ฝึกบ่อย ๆ ฝึกให้นักเรียนสนใจและเอาใจใส่ต่อความก้าวหน้าของตนเอง เช่น ให้เด็กเก็บแผนภูมิและกราฟ แสดงความก้าวหน้าในการเรียนของตนไว้

จากเอกสารเกี่ยวข้องกับการสอนซ่อมเสริมข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสอนซ่อมเสริมเป็นสิ่งจำเป็นเนื่องจากผู้เรียนมีความแตกต่างระหว่างบุคคล และการสอนซ่อมเสริมให้ได้ผลดีนั้น ควรจะใช้วิธีการสอนและสื่อการสอนที่แตกต่างไปจากที่เคยใช้ในชั่วโมงปกติ เพื่อเป็นการกระตุ้นและสร้างแรงจูงใจในการเรียนให้แก่ผู้เรียน ใช้กิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลาย โดยพยายามจัดประสบการณ์ให้เป็นรูปธรรมมากที่สุดและเลือกวิธีสอนที่ต่างจากวิธีเดิมที่เด็กได้เรียนมาแล้ว เปิดโอกาสให้เด็กได้เลือกทำกิจกรรมตามความสนใจจากกิจกรรมที่ครูเตรียมไว้และติดตามผลการพัฒนาของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

#### 4 ขั้นตอนการสอนซ่อมเสริม

ในการสอนซ่อมเสริมที่มีประสิทธิภาพนั้นจำเป็นต้องมีขั้นตอนในการเตรียมการ การดำเนินงานและวิธีการสอนที่เหมาะสมและชัดเจน ซึ่งขั้นตอนต่าง ๆ นั้นมีนักวิชาการหลายท่านได้เสนอไว้ดังนี้

อ่ำไพ สุจริตกุล (2514 : 52-53) ได้ให้ข้อคิดเห็นเกี่ยวกับวิธีดำเนินการเพื่อสอนซ่อมเสริมว่าควรดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. วัดความสามารถทั่วไปในการเรียนเพื่อหาข้อบกพร่องทางการเรียน
2. แยกนักเรียนที่มีความบกพร่องเพื่อสอนซ่อมเสริม แต่ไม่จำเป็นต้องบอกให้นักเรียนรู้ตัวเพราะบางคนอาจเกิดปมด้อย นักเรียนที่แยกออกมานั้นเป็นนักเรียนที่มีความสามารถในการเรียนต่ำกว่าระดับเฉลี่ย

3. สืบหาข้อบกพร่องของนักเรียนที่แยกออกมาให้แน่ชัดว่ามีความบกพร่องทางสติปัญญา หรือ อารมณ์ ก็อาจส่งจิตแพทย์หรือผู้เชี่ยวชาญแต่ละสาขาช่วยเหลือโดยตรง

4. ดำเนินการแก้ไขโดยเริ่มวิธีสอนซ่อมเสริมให้นักเรียนแต่ละคนเมื่อทราบข้อบกพร่องของนักเรียนแน่ชัดแล้ว

บุญทัน อยู่ชมบุญ (2529 : 246) ได้เสนอลำดับขั้นตอนการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. สืบหาเด็กที่มีปัญหาทางการเรียน
2. ทดสอบความสามารถในการอ่าน การเขียน
3. ศึกษาหาสาเหตุของปัญหา

4. ชี้แจงให้ผู้ปกครองนักเรียนทราบและเข้าใจ
5. ถ้านักเรียนอ่อนหลายวิชาควรแก้ไขหรือซ่อมเสริมทีละวิชา
6. ระยะเวลาที่สอนซ่อมเสริมไม่ควรนานเกินไป
7. วัดผลให้แน่นอนก่อนซ่อมว่านักเรียนรู้และเข้าใจถึงไหนแล้ว จะเริ่มต้นจุดไหน

ประพันธ์ หงษ์เจ็ด (2535 : 18) ได้ให้ข้อสรุปไว้ว่าการสอนซ่อมเสริมที่มีประสิทธิภาพนั้นควรดำเนินตามขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาปัญหา ข้อบกพร่อง และวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน
2. วางแผนการสอนซ่อมเสริมให้สอดคล้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียน
3. ขอความร่วมมือกับบุคคลที่เกี่ยวข้อง
4. จัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริม
5. ติดตามประเมินผลการสอนซ่อมเสริม

สรุปได้ว่าการสอนซ่อมเสริมที่มีประสิทธิภาพควรมีการศึกษาปัญหา ข้อบกพร่องทางการเรียน และวินิจฉัยข้อบกพร่องทางการเรียนของนักเรียน จากนั้นทำการวางแผนการสอนซ่อมเสริมโดยให้สอดคล้องกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนและจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่หลากหลายโดยพิจารณาจากปัญหาและความต้องการของนักเรียน สุดท้ายคือการประเมินผลและติดตามผลการสอนซ่อมเสริม

## 5. การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์

การจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์จะต้องจัดกิจกรรมที่หลากหลายให้นักเรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ ซึ่งกิจกรรมที่จัดขึ้นต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ตั้งไว้เพื่อให้นักเรียนได้บรรลุตามจุดประสงค์ได้ มีผู้เสนอแนะเทคนิคการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมไว้หลายท่าน

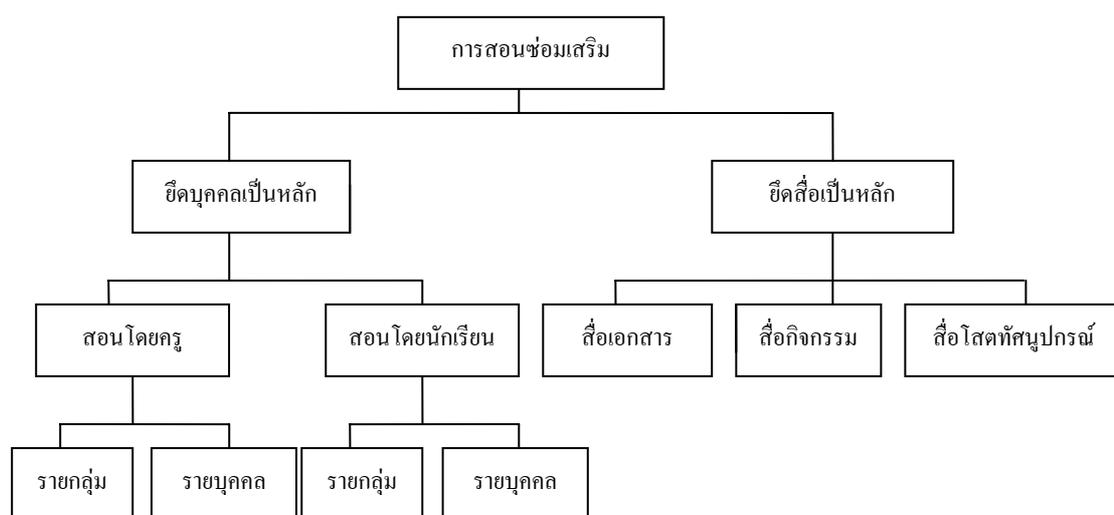
สมศักดิ์ สินธุระเวชญ์ (2523 : 24) ได้เสนอแนะวิธีการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ไว้หลายวิธีเพื่อให้ผู้สอนเลือกตามความเหมาะสมดังนี้

1. นักเรียนสอนกันเอง
2. การสอนตัวต่อตัวระหว่างครูกับนักเรียน
3. การสอนกลุ่มย่อย
4. ใช้แบบเรียนสำเร็จรูป
5. ให้นักเรียนทำสมุดแบบฝึกหัดด้วยตนเอง

6. ให้นักเรียนอ่านบทเรียน แล้วเขียนคำถามและคำตอบเองจากนั้นจึงให้ตอบคำถามของเพื่อน

7. ให้ทำกิจกรรมเพิ่มเติม

จรรยา จิโยช (2530 : 11-12) ได้เสนอแนะไว้ว่า เทคนิคในการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมสามารถแบ่งออกได้ เป็น 2 ลักษณะ ดังปรากฏในภาพต่อไปนี้คือ



ภาพที่ 1 แสดงเทคนิคการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริม

ตามแผนภาพเทคนิคการสอนโดยยึดบุคคลเป็นหลัก สามารถแบ่งออกได้อีก 2 ประเด็นคือ ครูสอนนักเรียนอ่อน และนักเรียนเก่งสอนนักเรียนอ่อน ทั้งการสอนโดยครูและนักเรียนนั้นสามารถจัดการสอนเด็กอ่อนได้ทั้งในลักษณะการสอนตัวต่อตัวหรือการสอนเป็นกลุ่มก็ได้ ส่วนเทคนิคการสอนโดยใช้สื่อเป็นหลัก เน้นให้นักเรียนได้รับความรู้จากการศึกษาด้วยตนเอง และจากกิจกรรมที่ปฏิบัติมากกว่าที่จะเรียนรู้จากครูโดยตรง เทคนิคการสอนโดยยึดสื่อเป็นหลักสามารถแยกออกได้เป็น 3 ประการคือ

1. การใช้สื่อเอกสาร ได้แก่ สื่อจำพวกเอกสารทั้งหลาย เช่น แบบเรียนสำเร็จรูป แบบฝึกทักษะ บัตรงาน หนังสือ และเอกสารต่าง ๆ เป็นต้น
2. สื่อกิจกรรม ได้แก่ กิจกรรมต่าง ๆ ที่จะจัดขึ้นให้นักเรียนได้ปฏิบัติจริง เช่น การทำงานเป็นกลุ่ม การศึกษาค้นคว้า การฝึกปฏิบัติจริง เป็นต้น
3. สื่อโสตทัศนูปกรณ์ ได้แก่ สื่อโสตทัศนูปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เทปบันทึกเสียง วิทยุ เครื่องฉายสไลด์ เทปโทรทัศน์ คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

ประพันธ์ หงษ์เจ็ด (2535 : 26) สรุปวิธีการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ไว้ว่า วิธีที่ใช้ในการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมส่วนใหญ่ใช้อยู่ 4 วิธีคือ

1. การสอนเป็นกลุ่มย่อย
2. การสอนเป็นรายบุคคล
3. นักเรียนสอนกันเอง
4. ใช้สื่อ กิจกรรม และวัสดุอุปกรณ์ช่วยในการสอน

สรุปได้ว่าในการจัดกิจกรรมการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์นั้น สามารถจัดโดย ยึดบุคคลเป็นหลักคือสอนโดยครู ซึ่งอาจเป็นการสอนเป็นกลุ่มย่อย หรือครูสอนเป็นรายบุคคลก็ได้ อีกทั้งการสอนโดยนักเรียนซึ่งใช้วิธีให้นักเรียนสอนกันเอง และจัดโดยยึดสื่อเป็นหลักคือใช้สื่อเอกสาร สื่อกิจกรรมและสื่อโสตทัศนูปกรณ์ อย่างไรก็ตามในการเลือกกิจกรรมที่จะจัดในการสอนซ่อมเสริมต้องขึ้นอยู่กับความเหมาะสม

## 6 การประเมินผลการสอนซ่อมเสริม

ในการประเมินผลการสอนซ่อมเสริมนั้น อาจทำได้หลายวิธีทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหาและกิจกรรมของวัตถุประสงค์นั้น กองการมัธยมศึกษา กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ (2527 : 227 – 228) ได้เสนอแนะวิธีการประเมินการสอนซ่อมเสริมในเอกสารประกอบการอบรมเตรียมผู้บริหารโรงเรียนมัธยมศึกษา ไว้ดังนี้คือ

1. การสังเกต ใช้ในการประเมินจุดประสงค์ในเรื่องความแคล่วคล่องในการปฏิบัติตามวิธีดำเนินการ
2. การตรวจผลงาน เมื่อมีการมอบหมายงานให้นักเรียนทำ เช่น คั่นคว่ำ และเขียนรายงานมาส่ง ฯลฯ เหล่านี้ต้องใช้การตรวจผลงานเพื่อประเมินผล
3. การสัมภาษณ์ จุดประสงค์ของเรื่องเกี่ยวกับความคิดเห็น หรือ เล่ารายละเอียดผู้สอนอาจใช้วิธีสัมภาษณ์นักเรียน หลังจากที่มีมอบหมายกิจกรรมให้ไปปฏิบัติ
4. การสอบข้อเขียน หากต้องการทดสอบความแม่นยำ เช่น ภาคทฤษฎี ครูอาจประเมินผลคิดหาวิธีใดวิธีหนึ่งข้างต้น และประกอบกับการสอบข้อเขียน หรือจะสอบข้อเขียนอย่างเดียวตามความเหมาะสมอย่างเดียวกันก็ได้ ประการสำคัญควรเป็นการสอบอย่างสั้น ๆ เฉพาะเรื่องที่จำเป็น มิฉะนั้นทั้งผู้เรียนและผู้สอนจะเสียเวลาในการซ่อมไปมาก ทำให้ไปเบียดเบียนเวลาของการเรียนการสอนตามปกติ

นอกจากนั้น หน่วยศึกษานิเทศก์ สำนักงานคณะกรรมการการประถมศึกษาแห่งชาติ กระทรวงศึกษาธิการ (2539 : 134) ได้กล่าวถึงการประเมินผลการสอนซ่อมเสริมไว้ดังนี้

1. สังเกตและตรวจสอบจากการปฏิบัติกิจกรรมการเรียนการสอนซ่อมเสริม ถ้านักเรียนปฏิบัติได้ถูกต้องและทดลองนำไปใช้ได้ถูกต้องถือว่าผ่าน
2. สังเกตจากการเรียนการสอนปกติ ถ้านักเรียนไม่มีข้อบกพร่องซ้ำลักษณะเดิมถือว่าผ่าน
3. นำแบบทดสอบวินิจฉัยกลับมาให้นักเรียนทดสอบอีกครั้งก็ได้

ชมพันธุ์ กุญชร ณ อยุธยา (2519 : 21) กล่าวว่า การประเมินผลควรจัดทำระหว่างเรียน เพื่อว่าการประเมินผลนี้จะช่วยเหลือนักเรียนโดยการซ่อมเสริม เปิดโอกาสให้ผู้เรียนบรรลุผลสำเร็จในการเรียนรู้การซ่อมเสริมนี้อาจดำเนินการตามแบบเดิมหรือเปลี่ยนแปลงได้ เพราะวัตถุประสงค์ของการเรียนซ่อมเสริมก็เพื่อช่วยเหลือมิใช่ลงโทษ

เลเวลเลนและนาگی (Levellen and Nagy 1981 : 100) กล่าวว่า การประเมินผลการสอนซ่อมเสริมควรเป็นการประเมินผลแบบอิงเกณฑ์ เพื่อวินิจฉัยว่านักเรียนมีความรู้ความสามารถ หรือข้อบกพร่องในเรื่องใดหรือจุดประสงค์ข้อใด นอกจากนี้ เลเวลเลนและนาگی ได้ให้ข้อคิดเพิ่มเติมว่าการประเมินผลการสอนซ่อมเสริมแบบอิงเกณฑ์ ควรประกอบเข้ากับการวัดและประเมินอย่างไม่เป็นทางการวิธีอื่น ๆ เช่น การเข้าชั้นเรียน การส่งงานที่ได้รับมอบหมาย การให้ไปค้นคว้าในห้องสมุด ความสม่ำเสมอในการส่งงาน การมีส่วนร่วมในการอภิปรายซักถาม การทำแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น การสังเกตการณ์ทำงานอย่างมีระบบ การมีส่วนร่วมในงานกลุ่ม การทดสอบเนื้อหาวิชา การสอบปากเปล่า การวินิจฉัยตนเอง และการร่วมปรึกษาหารือกันระหว่างครูกับนักเรียน

จะเห็นว่าการประเมินผลและการติดตามผลการสอนซ่อมเสริม เป็นขั้นตอนที่มีความสำคัญมากเนื่องจากทำให้ทราบว่ากิจกรรมที่ครูได้จัดให้เด็กได้เรียนไปนั้นได้แก้ไขข้อบกพร่องของตัวนักเรียนได้ผลเพียงใด โดยการประเมินผลนั้นสามารถเลือกทำได้หลายวิธีขึ้นอยู่กับดุลพินิจของผู้สอนว่าจะใช้วิธีใดให้เป็นไปตามความเหมาะสมของกิจกรรม และสามารถชี้ทั้งครูและนักเรียนเป็นผู้ประเมินได้เพื่อให้ได้ผลการประเมินที่มีประสิทธิภาพที่สุด

## บทเรียนโปรแกรม

### 1. ความหมายของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมมีชื่อเรียกได้หลายเรื่อง เช่น บทเรียนสำเร็จรูป, บทเรียนด้วยตนเอง การสอนแบบโปรแกรม, การสอนแบบกำหนดการ หรือการเรียนแบบกำหนดการ เป็นต้น สำหรับในต่างประเทศก็มีการใช้แทนกันหลายคำเช่นกัน เช่น Programmed Learning, Programmed Instruction, SelfInstructional Program, Automated Instruction, Self-Teaching (ประหยัด จิระวรพงศ์ 2530 : 223)

นักการศึกษาได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมไว้หลายทฤษฎีด้วยกัน ดังนี้

เบรื่อง กุมุท (2519 : 1) ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมว่า หมายถึง ประสบการณ์ การเรียนรู้ที่ได้จัดเรียงลำดับไว้เพื่อสอนนักเรียนให้เกิดผลตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

ปรัชญา ใจสะอาด (2522 : 17) ได้ให้ความหมายของบทเรียนโปรแกรมว่า คือเครื่องมือทางการศึกษาอย่างหนึ่ง ซึ่งสามารถทำให้นักเรียนคนหนึ่งรับรู้ประสบการณ์ที่จัดไว้เป็นอนุกรม ไปตามลำดับขั้น ตามที่ผู้จัดทำบทเรียนเชื่อว่า จะทำให้นักเรียนไปสู่ขีดความสามารถที่ต้องการให้เกิดขึ้น

ลัดดา สุขปริดี (2523 : 22) ให้ความหมายว่า บทเรียนโปรแกรม หมายถึง การจัดลำดับ ประสบการณ์การเรียนการสอนไปตามขีดความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน โดยอาศัยการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ของตนทันทีเมื่อเขาแสดงพฤติกรรมโดยถูกต้อง เพราะการแสดงพฤติกรรมเกิดจากการเรียนรู้ และการตอบสนองย่อมทำให้เกิดการตอบสนองซ้ำอีกถ้ามีเงื่อนไขที่ถูกต้องและมีตัวเสริมแรง

ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 21) กล่าวถึงบทเรียนโปรแกรมไว้ว่าเป็นบทเรียนที่สร้างขึ้นเพื่อให้นักเรียนได้เรียนด้วยตนเอง และก้าวขึ้นไปตามความสามารถของตน เนื้อหาจะถูกแบ่งเป็นส่วนย่อยและเป็นขั้น ๆ จากง่ายไปสู่ยาก กรอบที่เขียนต่อเนื่องกันนั้น จะต้องคำนึงถึงวิธีสอนที่จะให้นักเรียนได้ค้นพบคำตอบด้วยตนเอง แต่ละกรอบจะมีคำถามและเฉลยไว้เมื่อจบบทเรียนแล้ว นักเรียนจะได้รับความรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2530 : 9) ได้สรุปความหมายของบทเรียนโปรแกรมว่า หมายถึงบทเรียนที่มีการจัดเรียงเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน ขั้นตอนเล็กๆ โดยเรียงลำดับเนื้อหา จากง่ายไปหายากพร้อมทั้งมีคำถามและคำตอบบรรจุลงในกรอบหรือเฟรม (frame) และในการเรียนผู้เรียนสามารถที่จะเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

ธีระชัย ปุณณโชติ (2532 : 7) ให้ความหมายว่า บทเรียนโปรแกรมหรือบทเรียนสำเร็จรูป คือ บทเรียนแบบโปรแกรมหลาย ๆ บทเรียนที่เสนอเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งเป็นขั้นตอนย่อย ๆ มักอยู่ในกรอบหรือเฟรม โดยการเสนอเนื้อหาทีละน้อยมีคำถามให้ผู้เรียนได้คิดและตอบแล้วเฉลยคำตอบให้ทราบทันที โดยมากบทเรียนโปรแกรมมักจะเป็นรูปของสิ่งพิมพ์ที่เสนอความคิดรวบยอด ที่จัดลำดับไว้แล้วเป็นอย่างดี

กิดานันท์ มะลิทอง (2540 : 116) กล่าวว่าบทเรียนแบบโปรแกรมจะประกอบไปด้วย เนื้อหาความรู้ คำถาม และคำตอบ โดยจะแบ่งเนื้อหาบทเรียนนั้นออกเป็นเนื้อหาย่อยๆ จัดลำดับเป็นขั้นตอนในรูปแบบของกรอบหรือเฟรม โดยในแต่ละกรอบจะเสนอเนื้อหาเป็นขั้นตอนทีละน้อย ในทุกขั้นตอนของการเรียนจะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียน

ทราบเพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับทันทีเป็นการเสริมแรง บทเรียนแบบโปรแกรมจะบรรจุไว้ในสื่อชนิดต่างๆ เช่น หนังสือตำราเรียน สไลด์ ฟิล์มสตริป เครื่องคอมพิวเตอร์ และเครื่องช่วยสอนเป็นต้น นอกจากนี้อาจเป็นรูปแบบสื่อหลายแบบซึ่งส่วนมากจะจัดในรูปชุดสื่อ การเรียนก็ได้

จากความหมายตามที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าบทเรียนโปรแกรมคือ บทเรียนที่มีการจัดเนื้อหาเป็นลำดับขั้นตอน ขั้นตอนละน้อยๆ โดยจัดเนื้อหาเป็นกรอบหรือเฟรม ซึ่งในแต่ละกรอบของการเรียนจะมีคำถามเพื่อทดสอบผู้เรียน และมีคำตอบที่ถูกต้องให้ผู้เรียนทราบเพื่อเป็นข้อมูลป้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการเสริมแรงให้กับผู้เรียน ผู้เรียนสามารถที่จะเรียนด้วยตนเองตามความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

## 2 ลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรม

ได้มีผู้กล่าวถึงลักษณะของบทเรียนโปรแกรมไว้หลายท่านด้วยกัน เช่น ฟราย (Fry 1963 : 2 – 3), ทราว (Traw 1963 : 93), แชรรม (Schramm 1964 : 99) แฮริง, (Haring 1972 : 85 – 88), สุภา ภูชงคกุล (2517 : 126), ไพโรจน์ เบาใจ (2520 : 1-2), สุนันท์ สังข์อ่อง (2526 : 120), ประยงค์ นาโค (2527 : 20 – 21) และ ณรงค์ เดิมสันเทียะ (2535 : 17 – 18) ได้สรุปลักษณะสำคัญของบทเรียนโปรแกรมได้ดังต่อไปนี้

1. เนื้อหาวิชาถูกแบ่งออกเป็นขั้นย่อย ๆ (Small Step) เรียงในกรอบ และกรอบเหล่านี้จะเรียงลำดับจากง่ายไปหายาก โดยมีขนาดแตกต่างกันตั้งแต่ประโยคหนึ่งจนถึงข้อความเป็นตอนๆ เพื่อให้ผู้เรียนเรียนไปทีละน้อยๆ จากสิ่งเร้าที่รู้แล้วไปสู่ความรู้ใหม่ เป็นการสร้างความสนใจของนักเรียนไปในตัว

2. ภายในตัวกรอบจะต้องให้นักเรียนมีการตอบสนอง (Response) เช่นตอบคำถามหรือเติมข้อความลงในช่องว่าง ทำให้นักเรียนแต่ละคนเกิดความเข้าใจเนื้อหาที่ได้จากการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ของบทเรียน

3. นักเรียนได้รับการเสริมแรงย้อนกลับทันที (Immediate Feedback Reinforcement) คือจะได้ทราบคำตอบที่ถูกต้องทันที ซึ่งทำให้นักเรียนทราบว่าคำตอบของตนถูกหรือผิดและสามารถแก้ไขความเข้าใจผิดของตนได้ทันที

4. การจัดการเรียงลำดับหน่วยย่อยๆ ของบทเรียนต้องต่อเนื่องกันไป เป็นลำดับจากง่ายไปหายาก การนำเสนอเนื้อหาแต่ละกรอบ ควรลำดับขั้นตอนของเรื่องให้ชัดเจนเพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจและทำให้ผู้เรียนตอบสนองเรื่องนั้นได้โดยตรง

5. ผู้เรียนต้องปฏิบัติหรือตอบคำถามในแต่ละกรอบไปตามวิธีที่กำหนดให้

6. ผู้เรียนค่อยๆ เรียนเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ ทีละขั้น

7. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนด้วยตนเองโดยไม่จำกัดเวลา การใช้เวลาศึกษาบทเรียนนั้นขึ้นอยู่กับสติปัญญาและความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

8. บทเรียนโปรแกรมได้ตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะไว้แล้ว มีผลทำให้สามารถวัดได้ว่าบทเรียนนั้น ๆ ได้บรรลุเป้าหมายหรือไม่

9. บทเรียนโปรแกรมยึดนักเรียนเป็นศูนย์กลาง กล่าวคือ ต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ดังนั้นจึงต้องนำเอาบทเรียนที่เขียนไปทดลองใช้กับผู้สามารถใช้บทเรียนนั้นได้เพื่อแก้ไขจุดบกพร่องและปรับปรุงให้สมบูรณ์ขึ้นก่อนที่จะนำไปใช้จริง

กล่าวโดยรวมบทเรียนโปรแกรมหมายถึงบทเรียนที่มีการจัดลำดับประสบการณ์การเรียนการสอนตามขีดความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนเรียนรู้ด้วยตัวเองสามารถทราบผลการเรียนของตนทันทีและเวลาที่ใช้ในการศึกษาขึ้นอยู่กับสติปัญญาและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

### 3 หลักและทฤษฎีทางจิตวิทยาที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

หลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาที่นำมาเป็นพื้นฐานของการเรียนการสอนกับบทเรียนโปรแกรมนั้น วาสนา ชาวหา (2522 : 21) ได้กล่าวไว้ว่า พฤติกรรมการเรียนรู้ (Learning Behavior) คือการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรม ซึ่งพฤติกรรมที่เกิดการเรียนรู้นี้ บลูม (Bloom) ได้จำแนกออกเป็น 3 ด้านคือ

1. พฤติกรรมทางพุทธิพิสัย (Cognitive Domain) คือ กิจกรรมทางด้านความคิดซึ่งเป็นกระบวนการทางสมองเพื่อเรียนรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง หลักเกณฑ์ ความคิดรวบยอด

2. พฤติกรรมทางจิตพิสัย (Affective Domain) ซึ่งเป็นพฤติกรรมที่ทำให้เกิดขึ้นหรือเปลี่ยนแปลงไปในทางที่ต้องการได้ไม่ถนัด พฤติกรรมที่วัดหรือสังเกตได้ยาก พฤติกรรมในส่วนนี้เมื่อได้รับการสะสมนาน ๆ ก็กลายเป็นทัศนคติและค่านิยม

3. พฤติกรรมทางทักษะพิสัย (Psychomotor Domain) เป็นการใช้กล้ามเนื้อในการทำกิจกรรมทางความคิดอยู่บ้างแต่น้อยมาก พฤติกรรมด้านนี้มุ่งพัฒนาไปสู่ความเป็นทักษะหรือความชำนาญคล่องแคล่วในการเคลื่อนไหว และใช้กล้ามเนื้อให้เกิดประสิทธิภาพ

วาณี ตรีศิริพิศาล (2516 : 21) และกมลรัตน์ หล้าสุวรรณย์ (2528 : 178 – 180) กล่าวถึงกฎการเรียนรู้ที่ได้จากการทดลองของ ธอร์นไดค์ ซึ่งนำมาใช้ในบทเรียนสำเร็จรูป ไว้เหมือนกันคือ

1. กฎแห่งผล (Law of Effect) ซึ่งกล่าวไว้ว่าสิ่งมีชีวิตจะเรียนรู้ในสิ่งที่ก่อให้เกิดผลตอบแทนที่ตนมีความพอใจได้เร็วและจะเรียนรู้ในสิ่งที่ก่อให้เกิดผลตอบแทนที่ตนไม่พอใจได้ช้ากว่า ความต่อเนื่องระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองหรือพฤติกรรมที่แสดงออกนั้นผู้เรียนมักสนใจที่จะเรียนและฝึกฝนในสิ่งที่ตนเองพอใจและคิดว่าทำได้สำเร็จ

2. กฎการฝึกหัด (Law of Exercise) พฤติกรรมที่ทำอยู่เสมอจะเกิดความคล่องแคล่ว กฎข้อนี้เน้นการกระทำซ้ำบ่อย ๆ เพื่อให้เกิดความแน่ใจ เรียนรู้ได้นานและคงทนถาวร

3. กฎแห่งความพร้อม (Law of Readiness) กล่าวว่าเมื่อผู้เรียนมีความพร้อมที่จะเรียน ถ้าได้เรียนได้สมความปรารถนาจะทำให้เกิดความพอใจ ถ้าไม่ได้เรียนจะทำให้เกิดความรำคาญใจและเมื่อผู้เรียนยังไม่พร้อมที่จะเรียนถ้าถูกบังคับให้เรียนย่อมเกิดความไม่พอใจ

เบรื่อง กุมุท (2519 : 33 – 34) กล่าวว่า นักจิตวิทยาที่มีบทบาทสำคัญต่อการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมก็คือ สกินเนอร์ (B. F. Skinner) โดยนำเอากฎแห่งผลของธอร์นไคค์ มาเป็นหลักสำคัญขั้นต้นในการค้นคว้า ส่วนหลักการของสกินเนอร์เองมีอยู่หลายประการดังนี้คือ

1. เงื่อนไขการตอบสนอง (Operant Conditioning) จะเกิดขึ้นมากน้อยเพียงไรขึ้นอยู่กับอัตราการตอบสนองหรืออัตราการแสดงออกของพฤติกรรม การเรียนรู้จำเป็นต้องทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงการตอบสนองและการเปลี่ยนแปลงจะเกิดขึ้นเพราะมีการเสริมกำลัง

2. การเสริมกำลัง (Reinforcement) เมื่อสิ่งมีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงผู้ฝึกสามารถให้สิ่งเร้าใหม่ ซึ่งอาจทำให้อัตราการตอบสนองเปลี่ยนแปลงหรือไม่เปลี่ยนแปลง ถ้าสิ่งเร้านั้นสามารถทำให้อัตราการตอบสนองเปลี่ยนแปลง เราเรียกสิ่งเร้านี้ว่า ตัวเสริมแรง

3. การเสริมแรงทันทีทันใด (Immediate of Reinforcement) สิ่งเร้าที่ดี ตัวเสริมแรงจะต้องเกิดขึ้นทันทีหลังจากที่มีการตอบสนองหรือไม่ได้คำตอบ

4. การยุติการตอบสนอง (Extinction) ถ้าการตอบสนองนั้นมีการเสริมแรงแล้วและมีการตอบสนองในอัตราที่สูง เราอาจลดอัตราการตอบสนองลงมาอยู่ในระดับเดิมของมันได้โดยไม่มีการเสริมแรงของการตอบสนองนั้น

5. การคัดรูปพฤติกรรม (Shaping) พฤติกรรมการเรียนรู้บางอย่างที่ซับซ้อนมากจะประกอบด้วยขั้นต่าง ๆ ต่อเนื่องกันไป ซึ่งการเรียนรู้จะบรรลุผลได้ดีก็เพราะการทำมาเป็นขั้น ๆ นั้นเอง

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2521 : 15) ได้กล่าวถึงทฤษฎีการเรียนรู้ทฤษฎีหนึ่ง ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญของบทเรียนสำเร็จรูป ทฤษฎีนั้นก็คือ ทฤษฎีความต่อเนื่อง (Connectivism) ของธอร์นไคค์ (Thorndike) ได้วางหลักเกณฑ์ไว้ดังนี้

1. กำหนดสถานการณ์ที่เป็นปัญหาหรือเป็นสิ่งเร้าให้กับผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนแสดงอาการตอบสนองหรือพฤติกรรมออกมา

2. ผู้เรียนจะแสดงอาการตอบสนองเพื่อแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น

3. การตอบสนองที่ไม่ทำให้เกิดความพอใจจะถูกตัดทิ้ง การตอบสนองที่ได้ผลดีจะถูกเลือกไว้ใช้คราวต่อไป

ชม ภูมิภาค (2529 : 14) กล่าวว่า หลักการเบื้องต้นทางจิตวิทยาของการสอนแบบโปรแกรม คือ หลักการวางเงื่อนไข ขบวนการวางเงื่อนไขถือเอาความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งเร้ากับการตอบสนองเป็นหลัก สิ่งเร้าคืออะไรก็ได้ที่ก่อหรือยังผลให้มีปฏิกิริยาจากอินทรีย์ การตอบสนองคือปฏิกิริยาต่อสิ่งเร้า หลักการวางเงื่อนไขนี้ใช้เป็นพื้นฐานของการสร้างบทเรียนโปรแกรม และหลักจิตวิทยาการเรียนรู้อื่น ๆ ที่นำมาใช้ในบทเรียนโปรแกรม มีดังต่อไปนี้ (ชม ภูมิภาค 2521 : 12,66)

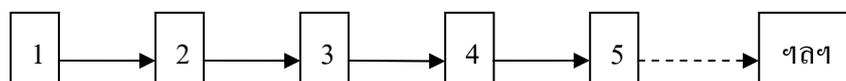
1. ความเกิดขึ้นพร้อมหรือใกล้เคียงกันของสิ่งเร้ากับการตอบสนองหรือที่เรียกว่า Contiguity ซึ่งเป็นหลักของทฤษฎีการเรียนรู้ของ Guthrie โดยเสนอสิ่งเร้าเป็นกรอบเล็ก ๆ แล้วนักเรียนทำการตอบสนองทันที
  2. การเสริมแรง (Reinforcement) ทั้งนี้เพราะว่าเมื่อกระทำแล้วรู้ผลทันทีว่าถูกหรือผิดอย่างไร ซึ่งเป็นไปตามหลัก Reinforcement Theory ของ Hull
  3. การตอบสนองมาก ผู้เรียนต้องทำการตอบสนองมากซึ่งเป็นไปตามหลักทฤษฎีการเรียนรู้ของ Skinner คือ Operant Conditioning นักเรียนมีชุดการตอบสนองมากเท่ากับจำนวนกรอบ และการเรียนในเรื่องนั้น ๆ ในบทเรียนหนึ่ง ๆ มีหลายสิบหรือเป็นร้อยกรอบ
  4. การดำเนินการสร้างกรอบสำหรับเรียนนั้น กรอบแรก ๆ มักจะมีเครื่องชี้้นำให้ทำผิดได้น้อย ส่วนมากจะทำถูก ซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดความมั่นใจในตนเอง เป็นการสร้างแรงจูงใจอย่างหนึ่ง แล้วค่อย ๆ ลดเครื่องชี้้นำลงไปเรื่อย ๆ จนไม่มี
  5. เป็นการประเมินผลการเรียนของตนเองไปด้วย ทำให้รู้ความก้าวหน้าของการเรียนของตนเอง เป็นการสร้างแรงจูงใจอย่างหนึ่ง
  6. เป็นการยอมให้ผู้เรียนเรียนได้ตามจังหวะของตนเองจะช้าเร็วได้ตามความสามารถของแต่ละบุคคล เป็นการนำเอาความแตกต่างของบุคคลเข้ามาใช้ในการเรียนการสอน
  7. เป็นการเรียนด้วยการกระทำ (Action Learning) ทำให้เข้าใจได้ดีและมีความคงทนในการจำดี
  8. เป็นการส่งเสริมให้คนรู้จักการเรียนด้วยตนเอง อันเป็นกิจกรรมปกติในชีวิตการเรียนของมนุษย์นอกสถานศึกษา
  9. การเรียนจะกระทำเมื่อคนต้องการที่จะเรียน เมื่อเรียนไปถึงกรอบใดจะหยุดก็ได้ นึกพร้อมและสะดวกมาเรียนต่อเมื่อใดก็ได้
  10. เป็นเหมือนรุ่นพี่สอนประจำตัว (Tutor) ดีกว่าการเรียนเป็นกลุ่มใหญ่
- จากทฤษฎีจิตวิทยาที่หลายท่านได้กล่าวมาในข้างต้นนั้น ก็ได้มีการนำเอามาใช้เป็นหลักในการเขียนบทเรียนโปรแกรม ดังจะเห็นได้ว่าในบทเรียนโปรแกรมนั้นได้มีการนำเสนอเนื้อหาเป็น

ลำดับขั้นและขั้นละน้อย จากง่ายไปสู่ยาก พร้อมกับมีคำถามไว้ถามผู้เรียนเกี่ยวกับเนื้อหาดังกล่าว ซึ่งคำถามนั้นถือว่าเป็นสิ่งเร้าที่จะเร้าให้ผู้เรียนเกิดการตอบสนอง ผู้เรียนจะตอบสนองโดยการตอบคำถาม เมื่อผู้เรียนตอบคำถามแล้ว ผู้เรียนก็จะได้รับทราบคำตอบทันทีจากคำตอบ ซึ่งจากคำตอบจะบ่งบอกให้ผู้เรียนทราบว่าเขาตอบถูกหรือผิดมากน้อยเพียงใด เมื่อผู้เรียนทราบถึงผลสะท้อนกลับก็จะทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนต่อไป

#### 4 ชนิดของบทเรียนโปรแกรม

บทเรียนโปรแกรมสามารถแบ่งได้ 2 ชนิด ดังที่ ไพโรจน์ เมาใจ (2520 : 7 – 25) ยุพิน พิพิธกุล (2524 : 302 – 318) สุพันธ์ สังข์อ่อง (2526 : 120 – 122) และ ณรงค์ เดิมสันเทียะ (2535 : 24 – 25) ได้กล่าวไว้ดังนี้

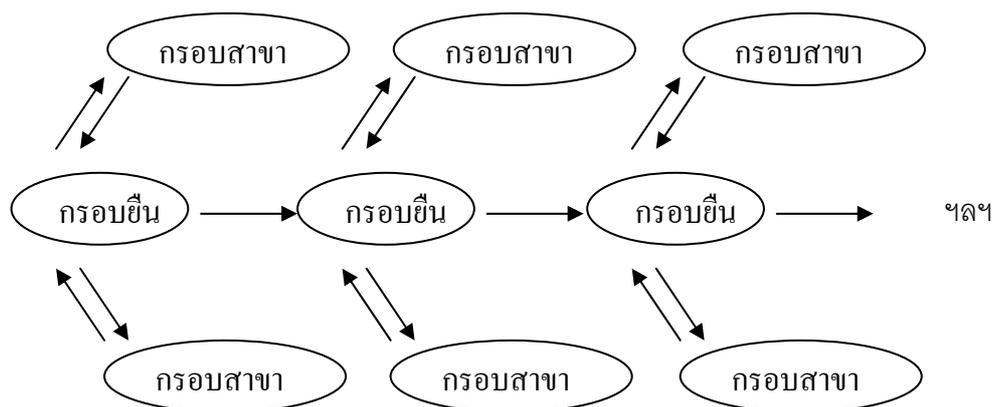
**41 บทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)** คือบทเรียนที่จัดให้ทุกคนได้อ่านข้อความเดียวกัน ตามลำดับเดียวกันและตอบคำถามเหมือนกัน ผู้คิดบทเรียนชนิดนี้คือ B.F.Skinner ข้อยกเว้นของบทเรียนชนิดนี้คือ นักเรียนที่ตอบผิดต้องกลับไปอ่านซ้ำในกรอบเดิมก่อนที่จะอ่านกรอบถัดไป ดังนั้นข้อแตกต่างระหว่างนักเรียนแต่ละคนคือ เวลาที่ใช้ในการศึกษา บทเรียนต่างกันตามความสามารถ ลำดับขั้นของการเรียนรู้บทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรงแสดงให้เห็นได้ดังนี้



ภาพที่ 2 แสดงลักษณะโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง (Linear Program)

**42 บทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)** บทเรียนชนิดนี้จะมีลักษณะตรงข้ามกับแบบเส้นตรงคือ นักเรียนทุกคนไม่จำเป็นต้องเรียนรู้ลักษณะเดียวกันหรือตามแบบแผนเดียวกัน หากแต่นักเรียนมีโอกาสที่จะตัดสินใจเลือกคำตอบต่าง ๆ กันจากตัวเลือกที่ให้ บทเรียนแบบนี้จะประกอบด้วยกรอบหลัก ซึ่งนักเรียนทุกคนจะต้องเรียน ซึ่งกรอบเหล่านี้เรียกว่า กรอบยี่น หมายถึงกรอบที่เป็นลำดับที่แท้จริงของบทเรียน แต่ละกรอบถ้านักเรียนทำถูกต้องก็จะเรียนตามกรอบยี่นไปตลอด ในแต่ละกรอบยี่นจะบรรจุเนื้อหาที่เป็นหลักของเรื่อง แล้วต่อด้วยปัญหาให้นักเรียนตอบ ลักษณะของปัญหาเป็นแบบให้เลือกตอบ เมื่อนักเรียนตอบแล้วก็จะมีคำสั่งท้ายตัวเลือกให้อ่านที่กรอบสาขา ซึ่งจะเป็นกรอบที่บอกว่าผู้เรียนทำผิดหรือทำถูก ถ้าผู้เรียนทำถูกต้องก็จะทำกรอบยี่นต่อไป ถ้าผู้เรียนทำผิดก็จะอ่านคำอธิบายเพิ่มเติมที่กรอบสาขาแล้วย้อนมาทำที่กรอบ

ขึ้นใหม่จนกว่าจะทำถูกต้อง ลำดับการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคนจึงแตกต่างกัน ซึ่งลักษณะของบทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา แสดงได้ดังนี้



ภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างของบทเรียนโปรแกรมชนิดสาขา (Branching Program)

สรุปได้ว่าผู้สร้างบทเรียนโปรแกรมควรศึกษาชนิดและลักษณะของบทเรียนให้เข้าใจไม่ว่าจะเป็นบทเรียนโปรแกรมชนิดเส้นตรง ซึ่งผู้เรียนทุกคนจะเรียนเหมือนกันตั้งแต่กรอบแรกจนกรอบสุดท้าย หรือบทเรียนโปรแกรมชนิดสาขาที่ต้องอาศัยคำตอบของผู้เรียนเป็นเกณฑ์ ซึ่งบทเรียนโปรแกรมทั้ง 2 ชนิดถึงแม้จะมีลักษณะที่แตกต่างกันอยู่บ้างแต่มีคุณสมบัติให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์สุดท้ายได้เช่นเดียวกัน และในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มเพื่อใช้ในการทดลอง

### 5 กระบวนการสร้างบทเรียนโปรแกรม

ในการสร้างบทเรียนโปรแกรมต้องมีการกระทำอย่างเป็นขั้นตอนเพื่อให้ได้บทเรียนที่มีประสิทธิภาพ โดยขั้นตอนการสร้างบทเรียนโปรแกรม เปรื่อง กุมุท (2519 : 12 – 38) และปรัชญาใจสะอาด (2522 : 56 – 57) ได้สรุปไว้ดังนี้

1. ศึกษาหลักสูตร (Study of Syllabus) เพื่อที่จะได้ทราบว่าต้องสอนอะไรบ้าง รวมทั้งการศึกษาจากประมวลการสอน คู่มือครู ตำราและการสัมภาษณ์ ขอคำแนะนำจากผู้รู้เพราะจะช่วยให้ทราบถึงลำดับขั้นตอนการสอน การคะเนเวลาที่ใช้ในการสอน ช่วยกำหนดขอบข่ายของเนื้อหา ทำให้เกิดแนวคิดในการสร้างบทเรียนได้ดีขึ้น

2. นำความรู้ที่ได้จากหลักสูตรมาผนวกเข้ากับความต้องการของเด็กและตั้งจุดมุ่งหมายเฉพาะในการสร้างบทเรียนนั้น ๆ ซึ่งมีความพอเหมาะที่จะทำให้เกิดการเรียนรู้

3. การวางขอบเขตของงาน (Scheme of Work) หรือการวางเค้าโครงเรื่องจะช่วยในการลำดับเรื่องราวก่อนหลังและป้องกันการหลงลืมเรื่องราวบางตอน การเขียนบทเรียนโปรแกรม นั้นจะต้องแยกเนื้อหาเป็นตอน ๆ และให้แต่ละตอนสัมพันธ์กันจึงจำเป็นต้องลำดับเรื่องราวก่อนหลัง

4. รวบรวมและจัดจำแนกเรื่องราว (Collection and Organization of Materials) เป็นขั้นตอนที่ต้องรวบรวมทุกอย่าง เช่น ตำราภาพประกอบ การจดบันทึก การสังเกต การสัมภาษณ์บุคคล การทดลอง

5. ลงมือเขียนบทเรียนโปรแกรม (Writing of Frames) กรอบหรือหน่วยย่อยของบทเรียนควรมีลักษณะดังนี้

5.1 เขียนเนื้อหาเป็นหน่วยย่อยเล็ก ๆ ซึ่งแต่ละหน่วยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป

5.2 มีเนื้อหาและคำอธิบายที่ดึงดูดความสนใจของผู้เรียน

5.3 ทำให้ผู้เรียนเกิดสัมฤทธิ์ผลมากที่สุด

5.4 การเขียนเนื้อหาในแต่ละหน่วยย่อย ควรพาดพิงถึงหน่วยย่อยที่ผู้เรียนได้ศึกษามาแล้ว เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่เรียนไปแล้ว

5.5 ให้ทราบคำตอบที่ถูกต้อง เพื่อเป็นการเสริมแรง

5.6 เนื้อหาของบทเรียนในแต่ละกรอบต้องเขียนด้วยภาษาที่ชัดเจนถูกต้องตามหลักภาษา ควรใช้ศัพท์ที่เหมาะสมกับพื้นฐานและอายุของผู้เรียน เนื้อเรื่องถูกต้องตามหลักวิชาและมีความต่อเนื่องในแต่ละกรอบ

นอกจากนี้กรองกาญจน์ อรุณรัตน์ (2530 : 56-69) ยังได้ให้แนวคิดเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนโปรแกรม ซึ่งกระบวนการสร้างบทเรียนโปรแกรมประกอบไปด้วยขั้นตอนใหญ่ๆ ในการเขียนทั้งหมด 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียม (Preparation)

2. การเขียนบทเรียน (Writing)

3. การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข (Tryout and Revision)

ซึ่งขั้นตอนทั้ง 3 ขั้นตอนดังกล่าวประกอบไปด้วยขั้นตอนที่ละเอียดและปลีกย่อยออกไปอีกคือ

1. การเตรียมบทเรียน (Preparation)

1.1 เลือกเนื้อหา

การเลือกหัวข้อเรื่องที่จะนำมาเป็นบทเรียน โปรแกรมนั้นขึ้นอยู่กับเกณฑ์การเลือกหลายประการคือ

1.1.1 ควรเลือกเรื่องที่คุณเองมีความถนัด ทั้งนี้เพราะจะทำให้เนื้อหา นั้นเป็นไปด้วยความถูกต้อง และจะทำให้ทราบว่า จะจัดเขียนเนื้อหาในลักษณะไหนจึงจะช่วยให้ การเรียนเป็นไปได้อย่างได้ผลดี

1.1.2 เนื้อหาที่จะเขียนควรจะเป็นเนื้อหาในวงแคบๆ

1.1.3 เลือกเนื้อหาวิชาที่ง่ายต่อการเขียนบทเรียนโปรแกรม

1.1.4 ความยาวของบทเรียนโปรแกรม บทเรียนโปรแกรมนั้นจะมีความยาวของเนื้อหาในบทเรียนมากน้อยเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับ

- เนื้อหาที่เขียนได้คลุมวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้หรือไม่

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทำบทเรียนโปรแกรมว่ามีมากหรือน้อยเพียงใด

1.1.5 เลือกเนื้อหาวิชาที่นักเรียนส่วนใหญ่เรียนได้ไม่ดี

1.1.6 เลือกเรื่องที่มีลำดับเนื้อหาในตัวมันเอง

1.1.7 เลือกเรื่องที่เป็นความต้องการพิเศษของผู้เรียน

## 1.2 เตรียมโครงร่างเนื้อหา

โครงร่างเนื้อหาจะต้องครอบคลุมเนื้อหาทั้งหมดที่เราต้องการจะสอน การหาเนื้อหาเพื่อนำมาเขียนเป็นบทเรียนโปรแกรม นั้น อาจจะนำมาจากหนังสือ หนังสืออ้างอิง การจดคำบรรยายของครู หรือรายงานที่ครูใช้ในการสอนแบบเก่าก็ได้ ซึ่งถ้าหากว่าเนื้อหาดังกล่าวเป็นเนื้อหาที่เราไม่เคยสอนมาก่อนแล้ว เราก็ควรปรึกษากับครูผู้ซึ่งเคยสอนเนื้อหาวิชานั้นมาก่อน เพื่อที่ครูจะได้ช่วยเราในการให้ความรู้เพิ่มเติมเสริมเข้ามาหรือให้ตัวอย่างตลอดจนรูปภาพอันจะช่วยให้บทเรียนที่เราสร้างขึ้นมานั้นน่าสนใจและน่าเรียนมากยิ่งขึ้น สิ่งสำคัญประการหนึ่งก็คือ ควรมีการปรับปรุงเนื้อหาให้ดีขึ้นก่อนที่จะนำไปพิมพ์เป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ เพราะบ่อยครั้งที่เดียวที่ครูแต่ละคนจะต้องรับผิดชอบในการเขียนบทเรียนโปรแกรม โดยที่ตนเองไม่เคยทราบหรือมีความรู้มาก่อน ด้วยเหตุนี้งานที่สำคัญของครูก็คือ การรวบรวมความรู้ความคิดที่เขาผู้นั้นเคยเข้ากับความรู้นี้ใหม่เพื่อนำมาใช้ในการเขียนบทเรียนโปรแกรมต่อไป

## 1.3 กำหนดตัวผู้เรียน

ในการเขียนบทเรียนโปรแกรมนั้นสิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งก็คือ การกำหนดตัวผู้เรียน ทั้งนี้เพื่อที่เราจะได้เขียนบทเรียนให้เหมาะสมกับผู้เรียนว่าผู้เรียนที่จะเรียนบทเรียนโปรแกรมนั้นเป็นผู้เรียนระดับชั้นไหน มีพื้นฐานความรู้ในเรื่องดังกล่าวมากน้อยเพียงใด ทั้งนี้เพื่อที่จะเป็น

การสะดวกต่อผู้เขียนในการเขียนภาษาให้เหมาะสมกับผู้เรียน อันจะช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจในความรู้ที่ได้รับจากการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมดียิ่งขึ้น

#### 1.4 กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียน

กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนออกมาในรูปแบบของวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การเขียนวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมจะก่อให้เกิดทั้งการบ่งลักษณะงาน (Task Description) และการวิเคราะห์งาน (Task Analysis) ซึ่งการบ่งลักษณะงานนั้นก็คือ การวางวัตถุประสงค์ของการสอน ส่วนการวิเคราะห์งานเป็นการแยกวัตถุประสงค์ของการสอนเป็นรายละเอียดที่จะดำเนินการสอนได้ในชั้นเรียน โดยจะเป็นการพิจารณาถึงส่วนประกอบของพฤติกรรมที่ผู้เรียนพึงจะได้รับในกระบวนการเรียน อันจะนำผู้เรียนไปสู่พฤติกรรมขั้นสุดท้ายที่ผู้เรียนต้องการ

วัตถุประสงค์ในการเรียนการสอนจะประกอบด้วยส่วนประกอบพื้นฐาน 5 ส่วนด้วยกันคือ

1.4.1 ใครเป็นผู้แสดงพฤติกรรมที่ต้องการนั้น ซึ่งแน่นอนที่สุดว่าผู้แสดงพฤติกรรมนั้นก็คือนักเรียน

1.4.2 การกระทำเฉพาะที่สามารถสังเกตเห็นได้ โดยการกระทำดังกล่าวนี้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำทั้งสิ้น

1.4.3 ผลของการกระทำหรือผลของพฤติกรรมผู้เรียน

1.4.4 เงื่อนไขที่เหมาะสมสำหรับพฤติกรรมที่ผู้เรียนจะต้องแสดงออก

1.4.5 เกณฑ์ที่ใช้เพื่อที่จะวัดหรือประเมินผลความสำเร็จของผลหรือการกระทำ

#### 1.5 สร้างแบบทดสอบก่อนเรียน

การสร้างข้อทดสอบก่อนเรียนนี้จะช่วยเราในการตัดสินใจว่า พฤติกรรมก่อนเรียนแบบไหนที่จำเป็นต่อการเรียนเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรม และพฤติกรรมก่อนการเรียนจะเป็นพื้นฐานสำคัญต่อการเขียนเนื้อหาในบทเรียนโปรแกรม แบบทดสอบก่อนเรียนนี้สร้างขึ้นเพื่อที่จะทดสอบผู้เรียนว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมพร้อมที่จะนำไปสู่พฤติกรรมการเรียนที่เราต้องการแล้วหรือยัง ซึ่งถ้าหากว่าเราได้มีการทดสอบผู้เรียนก่อนที่จะได้มีการเขียนบทเรียนโปรแกรมแล้ว ผลจากการทดสอบก่อนเรียน จะชี้ให้ผู้ทำบทเรียนทราบว่าบทเรียนของตนจะต้องเริ่มตรงไหนจึงจะเหมาะสมกับผู้เรียนซึ่งในการเขียนข้อสอบก่อนเรียนนั้น เราควรจะพยายามเขียนคำถามในลักษณะที่ผู้เรียนไม่สามารถใช้การเดาคำถามได้ แต่จะต้องใช้ความรู้ที่เขามีอยู่จริงมาใช้ในการตอบเท่านั้น แบบทดสอบก่อนเรียนจะมีชื่อเรียกอยู่หลายชื่อด้วยกัน เป็นต้นว่า Prerequisite test, Placement test, Readiness test แบบทดสอบชุดนี้จะเป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเพื่อวัดความรู้พื้นฐานเดิมของ

ผู้เรียน โดยคำถามจะถามในสิ่งที่ไม่ใช่ตัวเนื้อหาในบทเรียน โปรแกรมที่ผู้เรียนจะเรียน ทั้งนี้เพื่อที่ ต้องการจะทราบว่า ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้ในเรื่องที่มีมาก่อนเนื้อหาที่จะทำการสอนในบทเรียน โปรแกรมมากน้อยเพียงใด ในกรณีที่ผู้เขียนบทเรียน โปรแกรมไม่ได้สร้างแบบทดสอบเพื่อใช้วัด ความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนแล้ว ก็อาจจะกำหนดความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนที่จะเรียน โปรแกรมไว้ว่าควรจะเป็นผู้เรียนระดับใดหรือมีความรู้ในเรื่องใดมาก่อนก็ได้ แต่การกระทำใน กรณีหลังนี้อาจจะได้ผลไม่ค่อยแน่ชัดเหมือนกับการให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบ Pre test เป็น แบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดว่าในเรื่องที่จะเรียนในบทเรียน โปรแกรมนั้นผู้เรียนมีความรู้มาก หรือน้อยเพียงใด เพราะฉะนั้นคำถามที่ใช้ในแบบทดสอบก่อนเรียน (Pre test) จะถามคำถาม ที่ เกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน โปรแกรม

#### 1.6 สร้างแบบทดสอบสำหรับวัดพฤติกรรมสุดท้าย

แบบทดสอบนี้จะมีพื้นฐานมาจากการอธิบายงาน (Task Description) ซึ่งจะใช้ สำหรับประเมินผลการกระทำของผู้เรียนภายหลังจากที่ผู้เรียนเรียนบทเรียน โปรแกรมนี้จบไปแล้ว โดยแบบทดสอบสำหรับวัดพฤติกรรมสุดท้ายนี้บางครั้งเราก็เรียกว่า แบบทดสอบหลังเรียน (Post test) ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบหลังเรียนดังกล่าวนี้ จะต้องสร้างให้ครอบคลุมวัตถุประสงค์ เชิงพฤติกรรมตามที่ได้กำหนดไว้ ทั้งนี้เพราะจากการทำแบบทดสอบหลังเรียนก็จะทำให้เราทราบ ได้ว่าผู้เรียนสามารถบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่เราได้กำหนดไว้หรือไม่เพียงใด โดยปกติแล้ว แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนนั้นมักจะเป็นแบบทดสอบชุดเดียวกัน ทั้งนี้เพราะเมื่อนำผล การเรียนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและแบบทดสอบหลังเรียนนั้นมาเปรียบเทียบ กันแล้ว ก็จะทำให้เราทราบว่าบทเรียน โปรแกรมที่เราสร้างขึ้นนั้น สามารถทำให้ผู้เรียนเกิดการ เรียนรู้ขึ้นมากน้อยเพียงใด

### 2. การเขียนบทเรียน (Writing)

#### 2.1 นำเนื้อหาทำเป็นหัวเรื่องย่อย

โดยจะนำเนื้อหาที่จะเขียนมาเรียงเป็นลำดับจากง่ายไปหายาก แล้วจากนั้นจึงนำ เนื้อหาดังกล่าวมาทำเป็นหัวเรื่องย่อย โดยมีหลักเกณฑ์ในการทำดังนี้

2.1.1 ต้องแบ่งความตามเนื้อหา เช่น สมมุติว่าเราจะสอนเรื่องสิ่งมีชีวิต เราก็ อาจจะแบ่งเนื้อหาตามลำดับขั้นได้ดังนี้

- 1 ความหมายของสิ่งมีชีวิต
- 2 ประเภทของสิ่งมีชีวิต
- 3 การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิต
- 4 ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิต

2.1.2 นำหัวข้อเรื่องย่อมาทำเป็น Flow Chart เมื่อได้แบ่งเนื้อหาที่สอนเป็นหัวข้อย่อยหัวข้อต่างๆ แล้ว ก็มากำหนดจำนวนกรอบให้กับเนื้อหาในแต่ละหัวข้อย่อยนั้น เช่น

1 ความหมายของสิ่งมีชีวิต	3	กรอบ
2 ประเภทของสิ่งมีชีวิต	4	กรอบ
3 การดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตชนิดต่างๆ	30	กรอบ
4 ประโยชน์ของสิ่งมีชีวิต	3	กรอบ

การกำหนดจำนวนกรอบดังกล่าวข้างต้นเป็นการกำหนดอย่างคร่าวๆ ซึ่งเมื่อเวลาไปเขียนบทเรียนจริงๆ แล้ว จำนวนกรอบอาจจะมากกว่า หรือน้อยกว่านี้ได้ แต่ Flow Chart ที่เราเขียนขึ้นจะช่วยกำหนดอย่างคร่าวๆ ว่าเนื้อหานี้โดยประมาณแล้วจะมีจำนวนกี่กรอบจึงจะดี

## 2.2 เขียนเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยย่อยเล็กๆ

เขียนเนื้อหาวิชาเป็นหน่วยย่อยเล็กๆ และแต่ละหน่วยย่อยทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจในหน่วยย่อยถัดไป หน่วยย่อยเล็กๆ ดังกล่าวเราเรียกกันว่ากรอบ (Frame) โดยที่กรอบจะเป็นส่วนเล็กๆ ของเนื้อหาวิชาที่ต้องการตอบสนองจากผู้เรียนอย่างจริงจัง ในการเขียนกรอบของบทเรียนโปรแกรมนั้น หน้าของผู้สร้างบทเรียนที่สำคัญก็คือ จะต้องจัดให้มีสิ่งเร้าที่จะช่วยกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดการตอบสนอง อันถือได้ว่าเป็นพฤติกรรมการเรียนรู้ขั้นสุดท้ายของผู้เรียนที่เราต้องการ ดังนั้นบทเรียนโปรแกรมไม่เพียงแต่จะเป็นกรอบหรือเป็นหน่วยหนึ่งของเนื้อหาวิชาเท่านั้น แต่บทเรียนโปรแกรมยังจะช่วยผู้เรียนให้สามารถตอบสนองและแสดงพฤติกรรมเฉพาะขั้นสุดท้าย เพราะฉะนั้นในกรอบหนึ่งๆ ของบทเรียนโปรแกรมจะต้องมีส่วนประกอบที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

### 2.2.1 เนื้อหาและคำถามซึ่งถือว่าเป็นสิ่งเร้า

2.2.2 เครื่องชี้แนะ (cues) และการปูพื้น (Prompts) เป็นสิ่งจำเป็นในการสร้างการตอบสนองที่เชื่อถือได้

### 2.2.3 การตอบสนองที่เกิดจากสิ่งเร้า

2.2.4 วัสดุที่เสริมการเรียนรู้จะช่วยให้อ่านหรือนำสนใจหรือเป็นการช่วยในการตอบของผู้เรียนเช่น อาจจะเป็นรูปภาพ ตัวอย่าง ของจริง ฯลฯ

## 2.3 มีเนื้อหาและคำตอบที่ดึงดูดความสนใจผู้เรียน

กล่าวคือจะต้องเขียนเนื้อหาเป็นลำดับขั้น และใช้ภาษาที่เหมาะสมกับระดับอายุและสติปัญญาของผู้เรียน

## 2.4 ให้ผู้เรียนทำถูกต้องมากที่สุด

ดังนั้นในการเขียนคำถามภายในกรอบของบทเรียนโปรแกรม จึงต้องใช้คำถามที่ง่ายแก่การตอบ อย่าใช้คำถามที่กำกวม และควรจะถามในจุดหรือในประเด็นที่สำคัญของเนื้อหาภายในกรอบของบทเรียนโปรแกรมนั้น

### 2.5 การเสนอเนื้อหาในกรอบแต่ละกรอบ

ควรให้พาดพิงไปถึงกรอบที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนไปแล้วด้วย และเขียนให้ต่อเนื่องกัน

### 2.6 ให้มีการตรวจคำตอบทุกครั้งเพื่อเป็นการเสริมแรง

ทั้งนี้เพราะการที่ผู้เรียนได้ทราบคำตอบก็จะทำให้ผู้เรียนอยากที่จะเรียนต่อไปในกรณีที่เขาตอบถูกแต่ในกรณีที่เขาคงผิด ก็จะทำให้ผู้เรียนทราบถึงข้อผิดพลาดตลอดจนข้อบกพร่องของตนเอง ทั้งนี้เพื่อที่เขาจะได้ทำการแก้ไขหรือจัดข้อผิดพลาดดังกล่าว อันจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในที่สุด

ข้อสังเกต ในการเขียนกรอบเนื้อหาของบทเรียนโปรแกรมนั้น สภาพพื้นฐานการเรียนรู้ทุกอย่างได้ถูกนำมาใช้ในการเขียนกรอบ เช่น การจำแนกแยกแยะ (discrimination) การพูดคลุมๆ โดยทั่วๆ ไป (generalization) ความต่อเนื่อง (contiguity) การฝึกปฏิบัติ (practice) และการเสริมแรง (reinforcement) เป็นต้น

## 3. การทดสอบและปรับปรุงแก้ไข (Tryout and Revision)

ในขั้นการแก้ไขและปรับปรุงบทเรียน เรายังแบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอน คือ

### 3.1 ทำการปรับปรุงบทเรียนโปรแกรมฉบับร่างในขณะที่นำไปให้ผู้เรียนศึกษา

### 3.2 ทำการตัดต่อบทเรียนโปรแกรม โดยอาศัยต้นฉบับที่ปรับปรุงแก้ไขและนำไป

ทดลองกับผู้เรียนเป็นหลัก

### 3.3 ปรับปรุงบทเรียนโดยอาศัยพื้นฐานการแสดงผลของพฤติกรรมขั้นสุดท้ายและการตอบสนองของผู้เรียนในแต่ละกรอบ

#### 3.1 เขียนต้นฉบับร่าง

ในการเขียนต้นฉบับ สำหรับการกระทำในขั้นนี้เราไม่อาจจะเขียนให้เนื้อหาในกรอบมีความสละสลวยหรือดีที่สุดได้ บางครั้งเราอาจจะต้องเขียนเป็นจำนวนเกือบร้อยหนก็แทบจะว่าได้แล้วก็จะสามารถนำไปทดลองกับผู้เรียน ซึ่งจำนวนของผู้เรียนผู้ซึ่งจะเป็นผู้ถูกทดสอบ อาจจะมีประมาณ 5-10 คน ในการทดสอบขั้นแรกนี้ Thomas Gilbert ได้ให้ข้อเสนอแนะไว้ว่า ผู้สร้างบทเรียนควรจะได้ดูแลอย่างใกล้ชิดกับผู้เรียนแต่ละคน และคอยดูว่าตรงไหนที่ผู้เรียนประสบปัญหาหรือทำผิดมากที่สุดและจะทำการแก้ไขได้อย่างไร โดยการแก้ไขปรับปรุงกรอบแต่ละกรอบนั้น เราต้องแก้ไขจนกระทั่งผู้เรียนสามารถเรียนบทเรียนโปรแกรมนั้นได้ นอกจากนี้

Gilbert ก็ยังได้แนะนำต่อไปอีกว่า การทดสอบครั้งแรกควรมีขึ้นก่อนที่เราจะได้ปรับปรุงบทเรียน  
เวลานานๆ

### 3.2 ตัดต่อฉบับร่าง

Markle ได้พัฒนาปรับปรุงบทเรียน โปรแกรมฉบับร่างและพบว่า

- 3.2.1 กรอบที่เขียนขึ้นนั้น ควรจะเขียนอย่างชัดเจนถูกต้องและใช้ภาษาที่  
สละสลวย
- 3.2.2 การที่จะกล่าวอธิบายเรื่องอะไร ภายในเนื้อหาในแต่ละกรอบนั้น ควร  
จะกระทำอย่างถูกต้องตรงตามเนื้อหาวิชาโดยแท้จริง
- 3.2.3 คำตอบที่ต้องการให้นักเรียนตอบนั้น ควรจะเหมาะสมกับวัตถุประสงค์  
ของการให้เนื้อหาในแต่ละกรอบ
- 3.2.4 ถ้าตั้งคำถามเป็นแบบเลือกตอบตัวเลือกนั้นควรจะทำให้ผู้เรียนสามารถ  
ตอบได้
- 3.2.5 ในกรอบแต่ละกรอบนั้น ควรจะมีเนื้อหาที่จะช่วยอธิบายให้ผู้เรียน  
เข้าใจได้อย่างเพียงพอ
- 3.2.6 ในกรอบแต่ละกรอบ ไม่ควรมีเนื้อหาที่ผู้เรียนไม่ได้นำมาใช้ในการสอน
- 3.2.7 ควรจะกำจัดเนื้อหาต่างๆ ที่ไม่เหมาะสมออกไป
- 3.2.8 ในการให้ความรู้ในแต่ละกรอบนั้น ควรจะมีการยกตัวอย่างโดยอาศัย  
ภาพประกอบและตัวอย่างที่ไม่อาศัยภาพประกอบ
- 3.2.9 ควรมีอิสระในการใช้สิ่งเร้าปูพื้น
- 3.2.10 ควรจะทำขั้นตอนของกรอบเนื้อหา ให้มีขนาดใหญ่พอที่ผู้เรียนจะ  
สามารถเรียนได้
- 3.2.11 จากการทดสอบ จะทำให้เราทราบว่าต้องการฝึกหัดและการให้  
สิ่งเร้าปูพื้นมากน้อยเพียงใด

### 3.3 แก้ไขและปรับปรุง

หลังจากที่มีการตัดต่อบทเรียนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ต่อจากนั้นเราก็นำบทเรียนที่  
พิมพ์หรืออัดสำเนาไปทดสอบกับผู้เรียนจำนวน 15 คน ถึง 40 คน หรือมากกว่านั้นก็ได้ ในการ  
ทดสอบนี้ควรจะให้กระดาษเปล่าแก่ผู้เรียน เพื่อให้เขาตรวจสอบได้ว่าในกรอบไหนที่เป็นปัญหา  
สำหรับเขาโดยอาจจะเป็นการอธิบายเนื้อหาที่ผู้เรียนไม่เข้าใจเพิ่มเติม นอกจากนี้ผู้สร้างบทเรียน  
ควรจะได้ทำการสังเกตด้วยว่าผู้เรียนเขาประสบปัญหาในการเรียนเนื้อหาในกรอบใดบ้าง และ  
ผู้เขียนบทเรียนจะต้องบันทึกปัญหาที่ผู้เรียนเขาประสบนั้นไว้ตลอดเวลาภายหลังจากที่ผู้เรียนทำ

บทเรียนจบแล้ว ก็ให้ผู้เรียนทำข้อสอบเพื่อวัดพฤติกรรมขั้นสุดท้ายภายหลังการเรียน ซึ่งจากการตอบภายในกรอบของบทเรียน โปรแกรมของผู้เรียนนั้น จะทำให้เราทราบว่าภายในบทเรียน โปรแกรมมีกรอบใดที่เป็นปัญหาสำหรับผู้เรียนบ้าง และเมื่อทราบแล้วก็จะทำให้เราสามารถทราบ อัตราความผิดพลาดของกรอบของบทเรียน โปรแกรมที่ผู้เรียนคนหนึ่งทำผิด โดยอัตราความผิดพลาดของกรอบที่ยอมรับคือไม่เกิน 10% สำหรับการทำข้อสอบหลังเรียนหรือท้ายของบทเรียน นั้น จะทำให้ทราบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้หรือไม่ หรือเกิดการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตาม วัตถุประสงค์ที่บทเรียนกำหนดไว้หรือไม่เพียงใด นอกจากนี้ในตอนสุดท้ายของการทดสอบ ผู้สร้างบทเรียนควรจะให้ผู้เรียนได้เสนอแนะความคิดเห็นของเขาที่มีต่อบทเรียน โปรแกรม ทั้งนี้ เพื่อที่ผู้สร้างบทเรียนจะได้นำข้อเสนอแนะดังกล่าวไปใช้ประกอบการพิจารณาเพื่อที่จะได้ทำการ แก้ไขปรับปรุงบทเรียนต่อไป

สรุปได้ว่ากระบวนการสร้างบทเรียน โปรแกรม ก่อนอื่นต้องมีการเตรียม ซึ่งจะเตรียมในเรื่องของเนื้อหา กำหนดผู้เรียนและวัตถุประสงค์ ตลอดจนการสร้างแบบทดสอบ ต่อไปคือการ เขียนบทเรียนและสุดท้ายคือการทดสอบและปรับปรุงแก้ไขให้มีประสิทธิภาพต่อไป

## 6 ข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

มีผู้กล่าวถึงข้อดีและข้อจำกัดของบทเรียน โปรแกรมหลายท่านด้วยกัน ซึ่งได้แก่ Pimsent (1969 : 474), Peter (1972 : 132), Calvin (1969 : 221), จารุวรรณ แสงทอง (2523 : 8), ชม ภูมิภาค (2524 : 118), และวาสนา ชาวหา (2525 : 137) พอสรุปได้ดังนี้

### 6.1 ข้อดีของบทเรียนโปรแกรม

6.1.1 บทเรียนโปรแกรมจะทำหน้าที่คล้ายครูพิเศษ สอนให้ก้าวไปที่ละขั้นตาม ความสามารถของผู้เรียนและช่วยให้ผู้เรียนค้นพบข้อสรุปด้วยตนเอง

6.1.2 มีการเสริมแรงให้เกิดขึ้นเนื่องจากทราบผลการตอบสนองในทันทีทันใด ซึ่งจะช่วยสร้างแรงจูงใจและความสนใจแก่ผู้เรียน

6.1.3 ช่วยแบ่งเบาภาระของครูในการสอนข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทำให้ครูมีเวลาที่จะ สร้างสรรค์งานสอน ปรับปรุงงานสอนมากขึ้นและมีเวลาที่จะช่วยส่งเสริมสนับสนุนเร้าความสนใจ หรืออภิปรายปัญหาแก่นักเรียนเป็นรายบุคคลหรือกลุ่มย่อยได้

6.1.4 จะช่วยแก้ปัญหาเรื่องการขาดแคลนครูได้ โดยครูคนหนึ่งอาจจะควบคุม นักเรียนให้เรียนบทเรียน โปรแกรมได้ครั้งละหลายสิบคน

6.1.5 นักเรียนเรียนด้วยตนเอง เมื่อเวลาทำผิดก็ไม่มีใครเยาะเย้ยและสามารถแก้ ความเข้าใจผิดของตนได้ทันที ด้วยการดูคำตอบที่ถูกต้องจากบทเฉลยในบทเรียน

6.1.6 สนองความต้องการและความแตกต่างระหว่างบุคคลได้เป็นอย่างดี เด็กที่เรียนช้ามีเวลาศึกษาได้มากขึ้นและเด็กที่เรียนเร็วก็ใช้เวลาศึกษาน้อย มีเวลาไปทำงานอย่างอื่นทำให้ไม่ต้องเรียนรอเด็กที่เรียนช้า

6.1.7 ผู้เรียนมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้นและทราบความก้าวหน้าของตนเองตลอดเวลา

6.1.8 ผู้ขาดเรียนมีโอกาสได้ช่วยตนเองเพื่อให้ตามทันบุคคลอื่น

6.1.9 ผู้เรียนอาจใช้บทเรียนโปรแกรมเป็นการทบทวนความรู้ที่เรียนจากห้องเรียนหรือสรุปการสอนจากครู

6.1.10 ในด้านหลักสูตรสามารถขยายหลักสูตรได้กว้างขวาง สามารถเปิดวิชาให้เลือกได้มากวิชา

6.1.11 ในด้านผู้บริหารการศึกษา ช่วยแก้ปัญหาการขาดแคลนครู นักเรียนไม่มีที่เรียน โรงเรียนมีนักเรียนน้อยจนไม่อาจจัดครูมาสอนได้

## 6.2 ข้อจำกัดของบทเรียนโปรแกรม

6.2.1 บทเรียนโปรแกรมเหมาะสมสำหรับเนื้อหาที่เป็นความจริงหรือความรู้พื้นฐานมากกว่าเนื้อหาที่ต้องการความคิดเห็นและความคิดริเริ่มหรือมีความคิดลึกซึ้งมาก

6.2.2 มีส่วนทำให้ผู้เรียนขาดทักษะในการเขียนหนังสือ เพราะผู้เรียนจะเขียนเฉพาะคำตอบเป็นบางคำเท่านั้น

6.2.3 ผู้เรียนขาดสัมพันธภาพซึ่งกันและกัน

6.2.4 ภาษาที่ใช้อาจเป็นปัญหาสำหรับบางท้องถิ่น

6.2.5 มีส่วนทำให้เด็กเก่งเบื่อหน่าย โดยเฉพาะบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นตรง

6.2.6 บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเขียนได้ยาก

จากที่กล่าวมาข้างต้น ถึงแม้ว่าบทเรียนโปรแกรมจะมีข้อจำกัดอยู่บ้างแต่จะเห็นได้ว่าบทเรียนโปรแกรมสามารถช่วยลดภาระของครู ตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลและสามารถช่วยให้ผู้เรียนช่วยตัวเองให้ตามทันผู้อื่นได้ ผู้วิจัยจึงเห็นว่าเป็นสื่อที่สามารถนำมาใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้เป็นทักษะพื้นฐานในการคิดคำนวณเกี่ยวกับจำนวน ซึ่งยังไม่ลึกซึ้งมาก

## คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1. ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายท่าน ดังนี้

ยีน กัวร์วอร์ธ (2529 : 1) กล่าวถึงคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้สรุปได้ว่า คือ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเนื้อหาวิชา และลำดับวิธีการสอนมาเก็บบันทึกไว้ คอมพิวเตอร์จะช่วยนำบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบมานำเสนอในรูปแบบที่เหมาะสม สำหรับนักเรียนแต่ละคน

นิรมิต สุขคณา (2536 : 6 อ้างถึงใน วิไลพร จีนเมือง 2545 : 17) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปว่า คือกระบวนการที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการเสนอเนื้อหาเรื่องราว ทบทวน ทำแบบฝึกหัด การวัดผลในขณะเรียน ผู้เรียนมีการโต้ตอบกับเครื่องคอมพิวเตอร์ตลอดเวลา เน้นการเรียนแบบปฏิสัมพันธ์ การเรียนรู้เกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้เรียนตามอัตราความก้าวหน้าของตนเองอย่างกระตือรือร้น รู้ผลได้ทันที

วิชุดา รัตนเพียร (2538 : 2) กล่าวโดยสรุปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการนำเอาเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มาใช้ในการสอน โดยผู้เรียนเรียนจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างขึ้นเพื่อใช้สอนเนื้อหาชุดใดชุดหนึ่ง ทั้งนี้คอมพิวเตอร์จะเป็นตัวควบคุมเนื้อหาและกิจกรรม วิชาความรู้มาจากการประดิษฐ์เครื่องช่วยสอนและแนวความคิดให้การศึกษาตามเอกัตภาพ

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2539 : 32) ได้กล่าวโดยสรุปว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหมายถึง บทเรียนที่สร้างขึ้นมาด้วยภาษาคอมพิวเตอร์ภาษาใดภาษาหนึ่ง แล้วบันทึกลงในจานแม่เหล็ก เพื่อให้ผู้เรียนนำไปศึกษาเนื้อหาใหม่ ทบทวน หรือทดสอบเนื้อหาที่ศึกษามาแล้วโดยผ่านทางจอภาพ ลักษณะบทเรียนจะเน้นการศึกษารายบุคคล และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมและเลือกตัดสินใจ โดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์หรือ mouse

ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541 : 41) กล่าวโดยสรุปพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หรือ CAI เป็นการนำสื่อคอมพิวเตอร์มาใช้ในการนำเสนอบทเรียน โดยมุ่งเน้นบทเรียนที่ตอบสนองต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542 : 65) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสรุปว่า หมายถึง วิถีทางของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้เหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือที่ให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองเป็นผู้ที่ต้องปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่สั่งมาทางจอภาพ ผู้เรียนจะตอบคำถาม ทางแป้นพิมพ์ แสดงออกมาทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพตัวหนังสือ หรือบางทีอาจใช้ร่วมกัน กับอุปกรณ์อย่างอื่นด้วย เช่นสไลด์ เทปวีดิทัศน์ เป็นต้น

สตูลูโรว (Stolurow 1971 : 320) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง วิธีทางของการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่จะจัดหาประสบการณ์ ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่ต่างกัน ด้วยบทเรียนโปรแกรมที่เตรียมไว้อย่างเหมาะสม

ซินน์ (Zinn 1976 : 268) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์แสดงการฝึกฝน ฝึกหัด แบบฝึกหัด และบททวนลำดับบทเรียนให้แก่นักเรียน และบางทีก็ช่วยนักศึกษาในด้านการโต้ตอบเกี่ยวกับเนื้อหา ของการเรียนการสอน

พรีนีส (Prenis 1977 : 50) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ช่วยทำให้นักศึกษาเรียนรู้รายวิชาไปทีละขั้นตอน โดยในขณะที่มีการเรียนการสอน ที่ขึ้นอยู่กับคำตอบของนักศึกษานั้น คอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่ถามคำถามให้ และสามารถย้อนกลับไปสู่รายละเอียด ที่ผ่านมาแล้วได้ หรือสามารถให้การฝึกฝนซ้ำ ให้แก่นักศึกษาได้

ลิปเปิล (Sipple 1981 : 77) ได้ให้ความหมายไว้ว่า หมายถึง เครื่องมือที่ถูกลำนำช่วยในการเรียนของนักศึกษา การประยุกต์นี้เป็นการโต้ตอบ ระหว่างนักศึกษาและขั้นตอนคำสั่งของคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะสามารถบอกที่บกพร่องของนักศึกษาได้ เมื่อกระทำผิดพลาด

อเลสซี และทรอลลีป (Alessi and trollip 1985 : 30) ได้ให้ความหมายคอมพิวเตอร์ช่วยสอนว่า หมายถึง การสอนที่ประกอบด้วยการเสนอเนื้อหา การให้คำแนะนำแก่ผู้เรียน การให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสฝึกฝนและมีการประเมินการเรียนของผู้เรียน การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถทำกิจกรรมอย่างใดอย่างหนึ่ง หรือการผสมผสานของกิจกรรม

จะเห็นได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction) หรือ CAI เป็นระบบการเรียนการสอน ซึ่งเกิดจากการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ โดยผู้เรียนจะศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนที่ออกแบบไว้เป็นอย่างดี การนำเสนอบทเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ โดยนำเอาบทเรียนที่เตรียมไว้อย่างเป็นระบบ มานำเสนอตามลำดับขั้นตอน และมีการโต้ตอบชมเชย หรือมีการย้อนกลับไปทบทวนเพื่อกระตุ้นความสนใจ โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะช่วยสอนหรือทบทวนเนื้อหาวิชา ซึ่งอาจเป็นตัวหนังสือ และกราฟิก ถามคำถาม รับคำตอบ ตรวจคำตอบ และแสดงผลการเรียนให้ผู้เรียนได้อย่างถูกต้อง

## 2 รูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ปัจจุบันคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีใช้ในวงการศึกษามีหลายประเภท ซึ่งจำแนกตามแนวคิดของนักการศึกษาและนักวิชาการต่าง ๆ ดังที่ อมร สุขจำรัส (2533 : 18-20) และกิดานันท์ มะลิตอง (2540 : 229-232) ได้จำแนกประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

**21 การฝึกทักษะ หรือการฝึกปฏิบัติ (Drill and Practice)** ใช้สำหรับฝึกหัด ทบทวน เรื่องที่เรียนผ่านมาแล้ว เพื่อพัฒนาทักษะเฉพาะเรื่องใดเรื่องหนึ่ง เพื่อเพิ่มความชำนาญ ความแม่นยำในเนื้อหา โดยคอมพิวเตอร์จะนำเสนอในรูปแบบ ของแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่ละข้อเพื่อเปรียบเทียบ คำตอบของนักเรียนกับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าผู้เรียนตอบผิดในคำตอบแรก คอมพิวเตอร์จะถามในคำถามเดิม ถ้าครั้งที่สอง ยังตอบผิด คอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบ แล้วจึงจะเสนอแบบฝึกหัด หรือโจทย์ในข้อถัดไปหรือถามคำถามเดิม จนกว่า ผู้เรียนจะตอบถูก จึงจะเสนอคำถามในข้อถัดไป โปรแกรมการฝึกทักษะจึงเป็นที่นิยมแพร่หลายที่สุดเพราะเป็นบทเรียน ที่สร้างง่าย ไม่มีอะไรซับซ้อนมากนัก

**22 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)** เป็นการจำลองสถานการณ์ให้ใกล้เคียงกับสถานการณ์จริงให้นักเรียนศึกษาอย่างใกล้ชิด เปิดโอกาสให้เรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่าง ๆ และเห็นผลของการตัดสินใจนั้น โปรแกรมประเภทนี้ มักจะใช้ในการ ฝึกปฏิบัติ สิ่งที่ไม่อาจฝึกด้วยของจริง เช่น การทดลองที่เป็นอันตรายหรือปรากฏการณ์ธรรมชาติที่ไม่เกิดขึ้นบ่อยนัก การเสนอ สถานการณ์จำลองของระบบสุริยะจักรวาล มีดาวเคราะห์อะไรบ้างที่โคจรรอบดวงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้จะมี การ หมุนรอบตัวเองของดาวเคราะห์และดวงอาทิตย์ด้วย จึงเหมาะสำหรับการสอนเนื้อหาที่ศึกษาจากของจริงโดยตรง เป็นไปได้ยากสิ้นเปลืองค่าใช้จ่าย หรือเป็นอันตราย

**23 การสอนแบบเนื้อหา (Tutorial)** มีลักษณะคล้ายบทเรียนโปรแกรม ที่มีทั้งคำอธิบายและคำถามให้เลือกตอบได้ในขณะเรียน ซึ่งคำถามอาจเป็นในรูปแบบของแบบเลือกตอบหรือเติมคำ หรือแบบถูกผิด และให้ผลย้อนกลับสำหรับผู้เรียนได้ทันที โปรแกรมประเภทนี้ส่วนมาก ใช้สอนในเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับกฎเกณฑ์หรือมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ ๆ เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ใช้สอนแทนครูเฉพาะในเนื้อหาบางตอน โดยเสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียน นักเรียนจะได้เรียนเนื้อหาที่มีคำถามแทรกอยู่เป็นระยะ ๆ โดยนักเรียนจะตอบไปตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ นอกจากนี้ นักเรียนยังสามารถตั้งคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่เรียนอยู่โดยโปรแกรมบทเรียนจะตอบคำถามนั้น ๆ และประเมินคำตอบของนักเรียน ที่บันทึกไว้ในการเสนอเนื้อหาบทเรียนใหม่นั้น ขึ้นอยู่กับว่าคำตอบ ของนักเรียน ว่ามีความรู้ความเข้าใจเพียงใด ข้อดีของโปรแกรมนี้ คือ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนเรื่องที่ตนถนัด และตามความสามารถ ของผู้เรียน เพราะลักษณะของบทเรียนจะแยกออกเป็นตอนย่อย ๆ

**24 การทดสอบ (Testing)** เป็นการนำเอาคอมพิวเตอร์มาช่วยในการทดสอบ โดยให้ผู้เรียนทำการสอบ แบบมีปฏิสัมพันธ์ กับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการวัดผลการเรียนการสอน ซึ่งทำให้ผู้เรียนรู้สึกสนุกสนานตื่นเต้น และน่าสนใจ โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอคำถามที่ละข้อ ซึ่งผู้เรียนสามารถเลือกตอบคำถามข้อใดก่อนหลังก็ได้ และท้ายที่สุดโปรแกรมคอมพิวเตอร์จะ

ตัดสินใจคำตอบทั้งหมดให้กับผู้เรียน แจ่มผลคะแนนและจัดลำดับให้ทราบทันทีอีกทั้งยังสามารถบันทึกผลคะแนนเพื่อให้ทราบความก้าวหน้าอีกด้วย ซึ่งกำลังได้รับความนิยมอย่างมาก

**25 เกมเพื่อการสอน (Instructional Game)** เป็นการใช้เกมเพื่อการสอน ที่กำลังเป็นที่นิยมอย่างมาก เป็นสิ่งที่จะช่วยเสริมการเรียนรู้ กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความอยากเรียน ผู้เรียนจึงได้รับความรู้ ทักษะ และความสนุกสนานไปในตัวบทเรียน แบบนี้มีคุณประโยชน์คล้ายกับ แบบสถานการณ์จำลองตรงที่ผู้เรียนได้พัฒนาทักษะและการแก้ปัญหาเฉพาะหน้าและปัญหาที่เสนอให้ทั้งหมด บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้เป็นบทเรียนและเครื่องมือประกอบการสอน ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งให้ความตื่นเต้น สนุกสนานแต่มีจุดมุ่งหมายชัดเจนในการเรียนรู้

**26 การแก้ปัญหา (Problem-Solving)** เป็นการฝึกให้ผู้เรียนได้รู้จักคิด รู้จักการตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนเรียนไปตามเกณฑ์นั้น โปรแกรมการแก้ปัญหานี้ แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ โปรแกรมที่ให้ผู้เรียนเขียนเอง และโปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้วเพื่อช่วยผู้เรียนในการแก้ปัญหา โปรแกรมที่ผู้เรียนเขียนเองจะกำหนดปัญหาและเขียนโปรแกรม สำหรับการแก้ปัญหานั้น โดยที่คอมพิวเตอร์จะช่วยในการคิดคำนวณและหาคำตอบที่ถูกต้องให้ แต่ถ้าเป็นการแก้ปัญหา โดยใช้โปรแกรมที่มีผู้เขียนไว้แล้ว คอมพิวเตอร์จะทำการคำนวณขณะที่ผู้เรียนเป็นผู้จัดการกับปัญหาเหล่านั้น

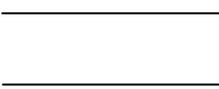
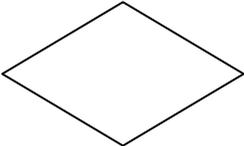
**27 การค้นพบ (Discovery)** บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบการค้นพบเป็นการเปิดโอกาส ให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไขด้วยการลองผิดลองถูกหรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด ตัวอย่างเช่นนักขายที่มีความสนใจจะขายสินค้าเพื่อเอาชนะคู่แข่ง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จะจัดให้มีสินค้ามากมายหลายประเภท เพื่อให้ให้นักขายลองจัดแสดงเพื่อดึงดูดความสนใจของลูกค้า และเลือกวิธีการดูว่าจะขายสินค้าประเภทใดด้วยวิธีการใด จึงทำให้ลูกค้าซื้อสินค้าของตน เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปว่าควรจะมีวิธีการขายอย่างไร ที่จะสามารถเอาชนะคู่แข่งได้

สรุปได้ว่าการสร้างและการนำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ผู้สอนต้องศึกษารายละเอียด และลักษณะเฉพาะอย่าง ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละรูปแบบ ให้ดีว่ามีคุณลักษณะเด่นในด้านใด โดยคำนึงถึง จุดประสงค์ ในการเรียนการสอนเป็นหลัก รวมถึงลักษณะเนื้อหาวิชาและความพร้อมของผู้เรียนด้วย การพัฒนาสื่อการเรียนการสอนต้องพัฒนาให้ทันกับความเปลี่ยนแปลงของเทคโนโลยีและเนื้อหาวิชาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่เป็นรูปธรรมให้มากที่สุด และประยุกต์เอาเทคโนโลยีมาใช้ในการศึกษา อย่างเหมาะสมและคุ้มค่า

### 3 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนกระทำได้โดยการเขียนผังงาน เพื่อแสดงให้เห็นทราบถึงขั้นตอนของการทำงานของคอมพิวเตอร์และช่วยให้เข้าใจยิ่งขึ้นว่าจะสร้างบทเรียนอย่างไร การเขียนผังงานการทำงานของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จะใช้รูปสัญลักษณ์เหล่านี้แทนความหมายของแต่ละกรอบดังนี้

ตารางที่ 6 แสดงสัญลักษณ์สำหรับการเขียนผังงานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

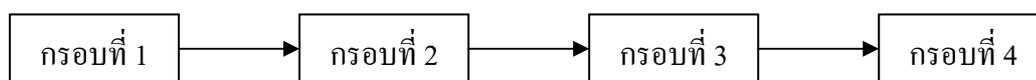
รูปสัญลักษณ์	หมายถึง
	ทิศทางจากกรอบหนึ่ง
	แนวกรอบเริ่มต้น หรือกรอบจบบทเรียน
	แทนกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริม
	แทนกรอบคำถาม หรือกรอบตัดสินใจ

ที่มา : บุปษชาติ ทัพพิกรณ์. “มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์”. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สสวท., 2538, 53.

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีหลักการแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรม โดยเฉพาะการสร้าง ดังนั้นผู้สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องเข้าใจเทคนิคการสร้างบทเรียนโปรแกรมเป็นอย่างดี ไพโรจน์ ติรันธนากุล (2528 : 74 – 81) และบุปษชาติ ทัพพิกรณ์ (2538 : 3 – 9) ได้แบ่งลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ออกเป็น 2 ลักษณะใหญ่ ๆ คือ

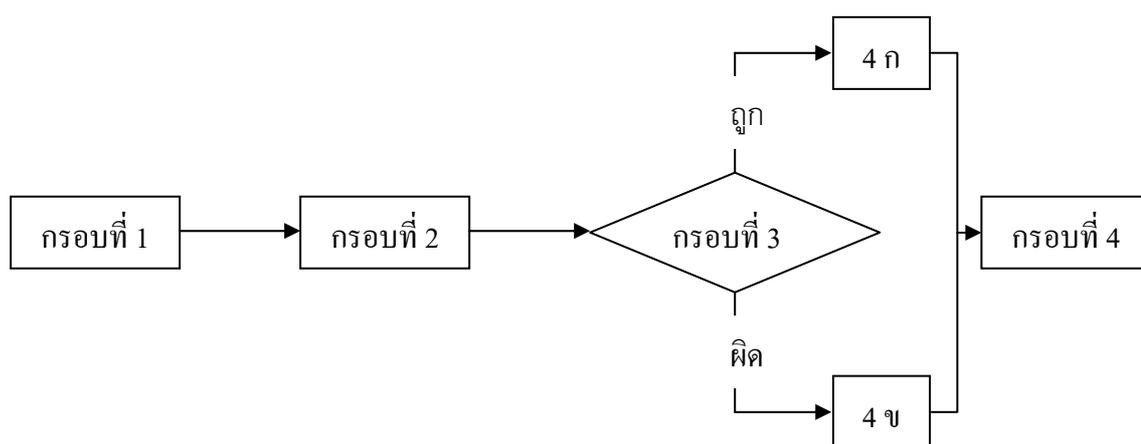
**31 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว (Linear Programme)** รูปแบบบทเรียนจะแบ่งออกเป็นหน่วยย่อย ๆ ที่ต่อเนื่องกัน โดยเริ่มจากง่ายไปหาสิ่งที่ยากผู้เรียนจะเรียนไปที่ละหน่วยจากหน่วยแรกไปตามลำดับ จะข้ามหน่วยหนึ่งหน่วยใดไม่ได้เด็ดขาด สิ่งที่เรียนจาก

หน่วยแรก ๆ จะเป็นพื้นฐานของหน่วยถัดไป ลักษณะบทเรียนประเภทนี้มักจะเป็นแบบให้ตอบคำถามแบบถูกผิด หรือให้เติมคำในช่องว่าง และให้ผู้เรียนตรวจคำตอบในหน่วยถัดไปได้ ลักษณะโครงสร้างของบทเรียนเป็นการให้ผู้เรียนสร้างคำตอบด้วยตนเอง จากคำถามหรือคำตอบที่เติมลงไป จะสร้างเป็นข้อความที่สมบูรณ์ที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียน ตามที่กำหนดไว้ ปัจจุบันไม่เป็นที่นิยมเพราะเนื้อหาตายตัว ผู้เรียนได้รับหรือต้องเรียนเนื้อหาเหมือนกันหมด ไม่เอื้อต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล บทเรียนแตกย่อยเป็นขั้นตอนที่ค่อนข้างละเอียดทำให้เบื่อสำหรับผู้เรียนที่เรียนเร็ว จึงไม่เหมาะสมกับผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกัน ซึ่งต้องเรียนผ่านทีละกรอบเหมือนกันทุกคน



ภาพที่ 4 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว

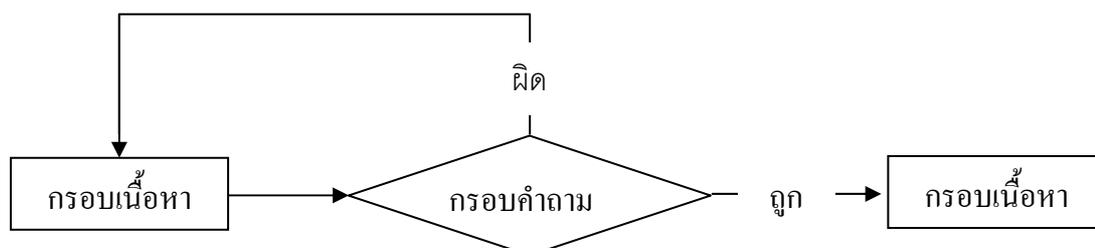
**32 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งหรือแบบสาขา (Branching Programme)** เป็นบทเรียนสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นเพื่อคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลเป็นหลัก โดยการแบ่งบทเรียนเป็นหน่วยย่อยและจะมีหน่วยเป็นกรอบหลัก (Home Page) ซึ่งทุกคนจะต้องเรียน นอกจากนี้จะมีหน่วยย่อยแตกแขนงออกไป เพื่อเสริมความเข้าใจสำหรับบุคคลบางคนที่ต้องการ เมื่อผ่านไปยังหน่วยแขนงแล้วจะกลับไปยังหน่วยหลักอีก และจะเรียนต่อไปตามผลของการตอบสนอง การเรียนแบบแท้จริง (Intrinsic) นี้จะควบคุมลำดับให้สามารถเรียนรู้เนื้อหาได้ตลอด โครงสร้างบทเรียนนี้จะสลับซับซ้อน และยุ่งยากกว่าแบบเรียงลำดับเป็นเส้นตรง



ภาพที่ 5 แสดงผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง

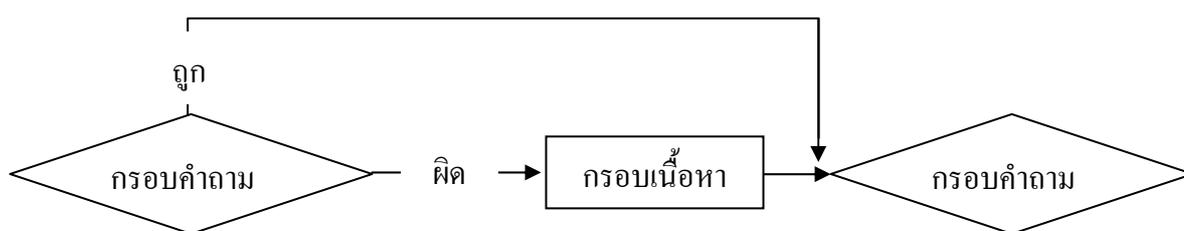
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง แบ่งออกเป็น 9 แบบ ดังนี้

3.2.1 แบบซ้ำกรอบเดิม (Linear Format With Repetition) พังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้คล้ายคลึงกับบทเรียนโปรแกรมแบบเส้นทางเดียว ต่างกันตรงที่คำถามแทรกระหว่างกรอบเนื้อหา ถ้าผู้เรียนตอบคำถามถูก ผู้เรียนจะผ่านไปยังกรอบเนื้อหาที่อยู่ถัดไป ถ้าตอบผิด โปรแกรมก็จะให้ผู้เรียนย้อนกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมอีกครั้ง และถามคำถามเดิมซ้ำ



ภาพที่ 6 พังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบซ้ำกรอบเดิม

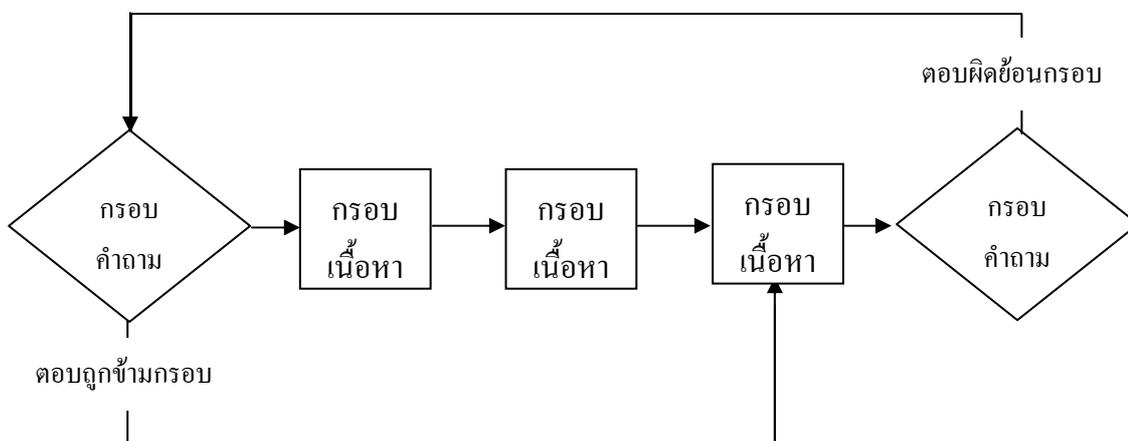
3.2.2 แบบสอบก่อนข้ามกรอบ (Pretest and Skip Format) พังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ บทเรียนทดสอบความรู้ของผู้เรียนก่อนเรียนเนื้อหา ถ้าทดสอบผ่านจะได้ข้ามกรอบที่ผู้เรียนรู้เนื้อหานั้น ไปยังจุดประสงค์อื่น บทเรียนลักษณะนี้จึงมีประสิทธิภาพในการตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล พังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด แบบเกม และแบบสถานการณ์จำลอง



ภาพที่ 7 พังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอบก่อนข้ามกรอบ

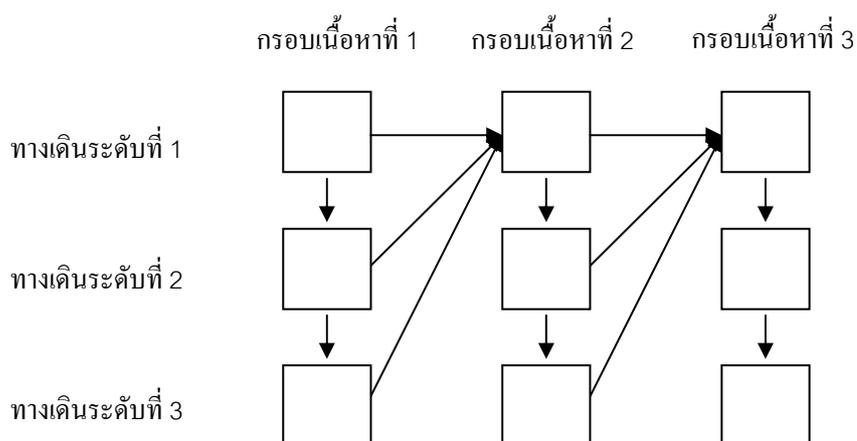
3.2.3 แบบข้ามและย้อนกรอบ (Gate Frames) พังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ กำหนดผู้เรียนไปยังบทเรียนต่าง ๆ ตามระดับความสามารถและความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่ให้แก่ ผู้เรียน มีลักษณะโครงสร้างแบบเดียวกับบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบเส้นทางเดียว ผู้เรียนข้ามกรอบไปได้หลายกรอบ หรืออาจส่งผู้เรียนมายังกรอบที่ผ่านแล้ว เพื่อทบทวนเนื้อหาบางส่วนใหม่ ถ้าผู้เรียนยังมีความเข้าใจคลาดเคลื่อน พังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะสมกับ

คอมพิวเตอร์ ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัดแบบเกม และแบบสถานการณ์จำลอง



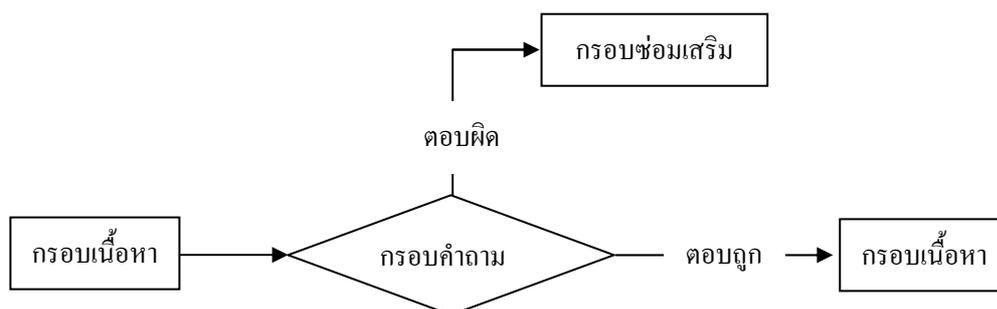
ภาพที่ 8 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบข้ามและย้อนกลับ

3.2.4 แบบหลายเส้นทาง (Secondary Tracks) ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ลักษณะนี้ประกอบด้วยกรอบเส้นทางเดินหลายระดับ ทางเดินระดับที่ 1 เป็นเส้นทางเดิน กรอบเนื้อหาหลักที่ไม่มีคำอธิบายละเอียดนัก ส่วนเส้นทางระดับที่ 2 และที่ 3 จะใช้เนื้อหาจากละเอียดน้อยไปสู่มากตามลำดับ โดยเนื้อหาในกรอบส่วนนี้ จะเป็นเนื้อหาเรื่องเดียวกัน เพียงแต่ขยายความหมายบางคำให้ชัดเจนขึ้น



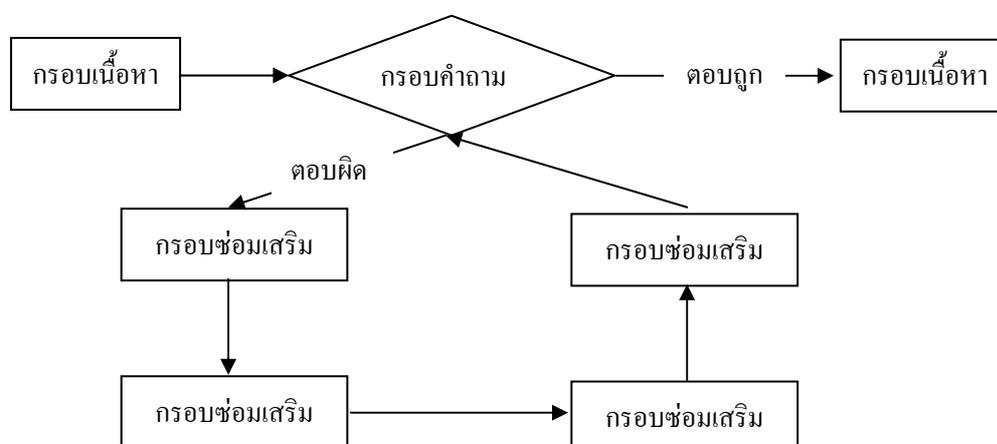
ภาพที่ 9 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบหลายเส้นทาง

3.2.5 กรอบซ่อมเสริมเดี่ยว (Single Remedial Branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะเริ่มด้วยกรอบเนื้อหาตามด้วยกรอบคำถาม ถ้าผู้เรียนตอบถูกต้องจะได้รับข้อมูลป้อนกลับในทางบวกและในเนื้อหาในกรอบต่อไป ถ้าตอบผิดผู้เรียนก็จะได้รับการซ่อมเสริมก่อนในกรอบเนื้อหากรอบต่อไป ผังโครงสร้างรูปแบบนี้ เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด



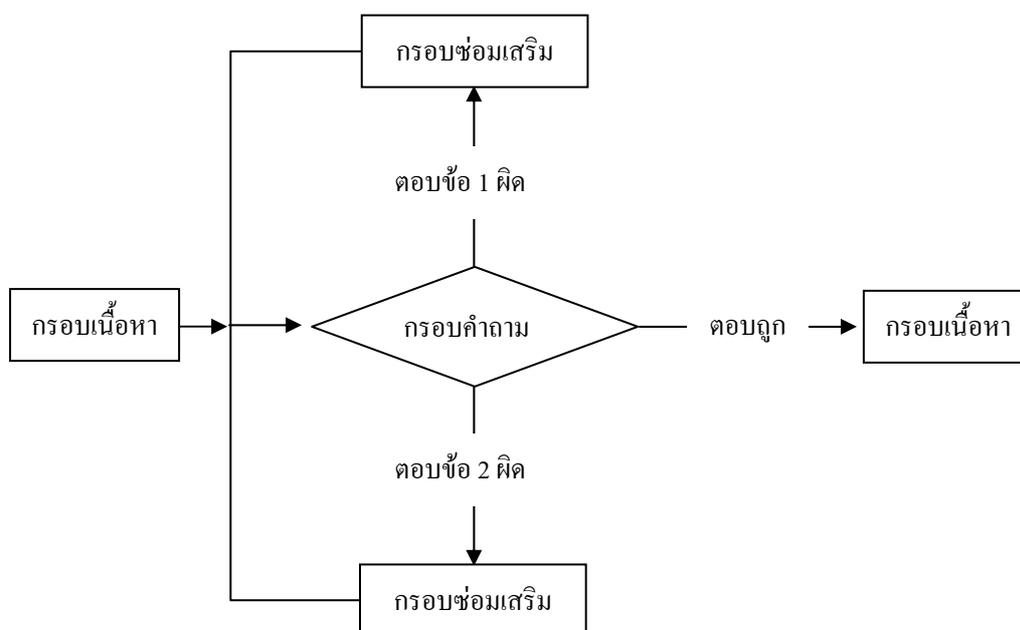
ภาพที่ 10 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมเดี่ยว

3.2.6 แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม (Remedial Loops) ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริมมีลักษณะคล้ายคลึงกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบเสริมเดี่ยว ต่างกันตรงที่แทนที่จะออกเป็นกรอบซ่อมเสริมแบบเดี่ยว กลับมีลักษณะประกอบด้วยกรอบซ่อมเสริมหลายกรอบ ประกอบเป็นชุดบทเรียนย่อย 5 – 6 กรอบ เพื่อให้ความรู้และข้อมูลที่ผู้เรียนยังขาดอยู่ก่อนที่จะส่งผู้เรียนกลับกรอบเนื้อหาเดิม ผังโครงสร้างแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด



ภาพที่ 11 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบห่วงกรอบซ่อมเสริม

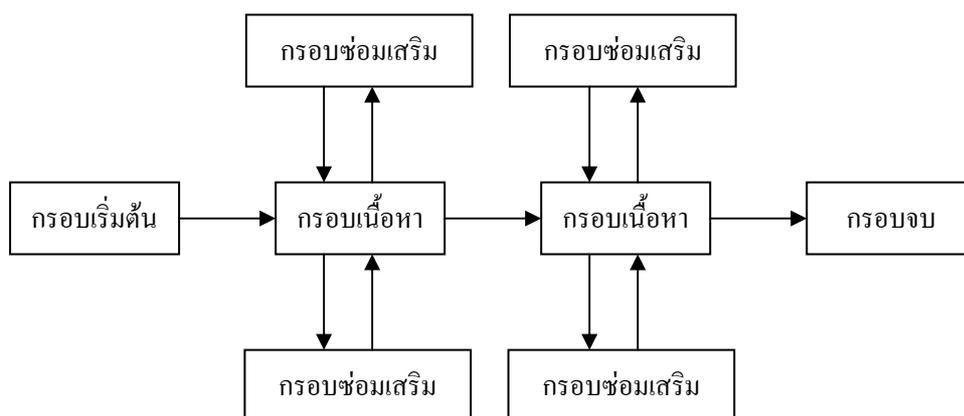
3.2.7 แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง (Multiple Remedial Branching) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่ให้ข้อมูล แล้วตามด้วยกรอบคำถามที่แตกเป็นกรอบซ่อมเสริมตั้งแต่ 2 กรอบขึ้นไป กรอบคำถามแต่ละกรอบจะมีกิ่งออกมาตามจำนวนข้อของตัวเลือกในคำถามแบบเลือกตอบนั้น โดยแยกออกมาอย่างน้อย 2 กิ่ง เพื่อไปยังกรอบซ่อมเสริม แล้วจึงส่งผู้เรียนมายังกรอบคำถามเดิม เพื่อให้ผู้เรียนตอบคำถามในกรอบนั้นใหม่ และเลือกคำตอบอื่น ดังนั้นจึงมีคำตอบที่ถูกเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดบทเรียนว่าจะไปกรอบใดต่อไป แต่ถ้าผู้เรียนตอบผิด บทเรียนจะย้อนกรอบซ่อมเสริมก่อนจะกลับไปยังคำถามเดิมใหม่ ผังโครงสร้างรูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและฝึกหัด



ภาพที่ 12 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง

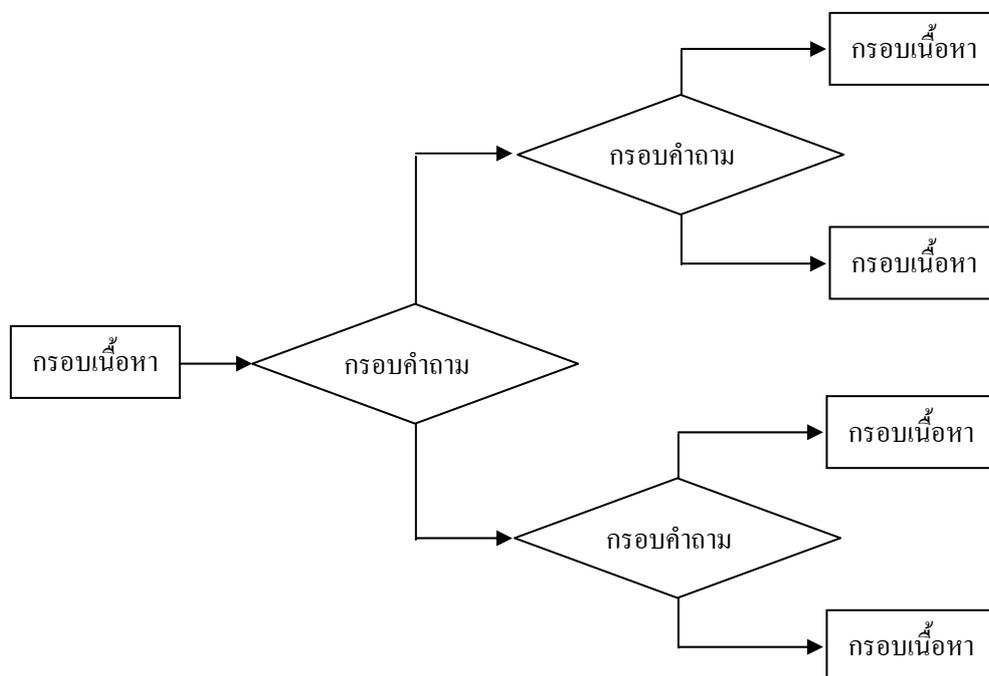
3.2.8 แบบแตกกิ่งคู่ (Branching Frame Sequence) ผังโครงสร้างบทเรียนลักษณะนี้ ประกอบด้วยกรอบเนื้อหาที่แตกออกเป็นกรอบซ่อมเสริม 2 กรอบ ถ้าผู้เรียนตอบคำถามของกรอบเนื้อหาได้ถูกต้อง จะทำให้ผู้เรียนผ่านจากกรอบเนื้อหาหนึ่งไปยังอีกกรอบเนื้อหาหนึ่ง กรอบเนื้อหาแต่ละกรอบจะแสดงข้อความ 1 - 2 ย่อหน้า ซึ่งจะเป็นข้อมูลที่ผู้เรียนนำมาประยุกต์ใช้ในสถานการณ์การแก้ปัญหาและเลือกคำตอบที่มีอยู่ 3 คำตอบ โดยจะมีคำตอบที่ถูกต้องเพียง 1 คำตอบ คำตอบที่ผู้เรียนเลือกจะเป็นตัวกำหนดว่าจะให้กรอบใดเป็นกรอบต่อไป ถ้าผู้เรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องก็จะไปเนื้อหากรอบต่อไป แต่ถ้าตอบผิดก็ต้องไปกรอบซ่อมเสริม

แล้วจึงกลับมายังกรอบเนื้อหาเดิมเพื่อศึกษาและตอบคำถามใหม่อีกครั้ง ดังนั้นการตอบสนองที่ถูกต้องของผู้เรียนขึ้นอยู่กับความรู้และความเข้าใจในเนื้อหา และความสามารถในการประยุกต์ข้อมูลที่ได้รับในกรอบนั้น ๆ ผู้เรียนบางคนอาจต้องผ่านทั้งกรอบเนื้อหา และกรอบซ่อมเสริมทุกกรอบ บางคนก็ผ่านกรอบเนื้อหาและกรอบซ่อมเสริมบางกรอบ กรอบเนื้อหาควรมีข้อความที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าผู้เรียนตอบถูกต้อง โดยมีคำชมเชย เช่น ดีมาก เยี่ยมมาก ก่อนที่จะเริ่มเข้าสู่ย่อหน้าต่อไปตามด้วยคำถามจากสถานการณ์ที่เป็นปัญหา พร้อมให้เลือกตอบสนองจากตัวเลือก 3 ตัว ส่วนกรอบซ่อมเสริมควรมีข้อความเริ่มต้นที่แสดงให้ผู้เรียนทราบว่าตอบผิดในลักษณะที่ไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจ เช่น น่าเสียดายที่ตอบผิดไปนิดเดียวเกือบถูก เป็นต้น ตามด้วยคำอธิบายว่าเหตุใดเขาจึงตอบผิด และให้ข้อความเชิงชี้แนะว่าคำตอบที่ถูกต้องควรเป็นอย่างไร แต่ไม่บอกให้ทราบคำตอบที่ถูกต้องโดยตรง ประโยคสุดท้ายในกรอบซ่อมเสริมควรเป็นข้อความที่ให้ผู้เรียนได้ทราบว่า จะกลับไปยังกรอบเนื้อหาใหม่อีกครั้ง รูปแบบนี้เหมาะกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบทบทวนความรู้ แบบฝึกฝนและแบบฝึกหัด และแบบสถานการณ์จำลอง



ภาพที่ 13 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งคู่

3.2.9 แบบกิ่งประกอบ (Compound Branches) ผังโครงสร้างบทเรียนแบบนี้ใช้กันมากในการเรียน เพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่องของผู้เรียน หรือสถานการณ์แก้ปัญหา คำถามจะเป็นรูปแบบที่มีคำตอบว่าใช่หรือไม่ใช่ กิ่งที่แยกแต่ละกรอบคำถามจะแยกไปสู่กรอบเนื้อหาใหม่ ตามพื้นฐานความรู้ความเข้าใจและความสามารถที่แตกต่างระหว่างบุคคล



ภาพที่ 14 ผังโครงสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบกิ่งประกอบ

จากลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบ่งเป็น 2 ลักษณะใหญ่ คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบเส้นทางเดียว และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง ซึ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่ง แบ่งออกเป็น 9 แบบ คือ แบบซ้ำกรอบเดิม แบบสอบก่อนข้ามกรอบ แบบข้ามและย้อนกรอบ แบบหลายเส้นทาง แบบกรอบ ซ่อมเสริมเดียว แบบมีห่วงกรอบซ่อมเสริม แบบกรอบซ่อมเสริมหลายกิ่ง แบบแตกกิ่งคู่ และแบบกิ่งประกอบ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบแตกกิ่งและใช้แบบที่กล่าวมาทั้ง 9 แบบ นำมาผสมกัน

#### 4 จิตวิทยาการศึกษาเกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การนำเอาคอมพิวเตอร์มาเป็นเครื่องมือในการเรียนการสอน โดยที่เนื้อหาวิชาแบบฝึกหัดและการทดสอบ ถูกพัฒนาขึ้นมาในรูปแบบของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่เรียกกันว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเน้นการใช้คอมพิวเตอร์ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้เป็นรายบุคคล เพราะการจัดการเรียนการสอนรายบุคคลนั้นมุ่งสอนผู้เรียนความความแตกต่างระหว่างบุคคลมาใช้ในการเรียนการสอน ให้ผู้เรียนแต่ละคนเรียนรู้ตามวิธีของเขาเอง และใช้เวลาเรียนในเรื่องหนึ่ง ๆ แตกต่างกันไป (เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต 2528 : 159 – 160) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมา

จึงต้องสามารถนำไปใช้กับผู้ที่ไม่เคยใช้คอมพิวเตอร์เลย หรือมีความรู้ด้านคอมพิวเตอร์น้อยได้ ดังนั้นการพัฒนาต้องเน้นในเรื่องการใช้งานที่ง่าย ต้องลองผิดลองถูกได้ ดังนั้นหลักการของระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกแนวคิด มุ่งให้ใช้คอมพิวเตอร์ในฐานะสื่อการเรียนการสอน ที่สามารถเพิ่มประสิทธิภาพผลผลิตของกระบวนการเรียนการสอนให้มีคุณภาพสูงสุด โดยทรัพยากรน้อยที่สุด โดยต้องสามารถสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ (นิพนธ์ สุขปริดี 2531 : 24 – 26) ดังนี้

1. ระบบการเรียนการสอนที่ดีต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอน ๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน (Gradual Approximation) โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีที่ว่า “ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชาที่ต้องการถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอน ๆ ทีละน้อยและเหมาะกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมาก ๆ” ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูล เนื้อหาทีละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

2. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง (Active Participation) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน

3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันที หลังปฏิบัติสำเร็จ (Immediate Feedback) หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้อง หลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จทันที ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้เป็นจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ที่ดีกว่าสื่ออื่น ๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ที่ผู้เรียนสามารถแอบดูเฉลยคำตอบ หรือเฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบ หรือปฏิบัติกิจกรรม แต่คอมพิวเตอร์สามารถซ่อนคำตอบไว้จนกว่าผู้เรียนจะปฏิบัติกิจกรรมสำเร็จ จึงจะให้การตอบสนองผลการปฏิบัติกิจกรรม โดยให้ทราบผลว่าถูกหรือผิดภายในเสี้ยววินาที

4. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ (Successive Experience) คือ การดำเนินการจัดการ การชักนำเข้าสู่กิจกรรมที่ถูกต้อง (Leading of the Prompt) ตามหลักเกณฑ์ข้างต้นที่ผ่านมาทั้ง 3 ข้อ

4.1 แบ่งเนื้อหาเป็นตอนสั้น ๆ เหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน เพื่อขจัดปัญหาการรับรู้ และการจำ การลืมน กับเนื้อหาจำนวนมาก ๆ ในเวลาอันสั้น

4.2 ให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง เพื่อเป็นการคิด ปฏิบัติการทดลอง และทบทวนความรู้ทุก ๆ ขั้นตอน เป็นระยะสั้น ๆ

4.3 จะต้องมีการเฉลยผลกิจกรรมที่ผู้เรียนกระทำทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จโดยนับพลังนี้เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสเรียนรู้ตามหลักเกณฑ์ดังกล่าว โดยที่เนื้อหาวิชาถูกแบ่งเป็นขั้นตอนสั้น ๆ ทำให้ผู้เรียนไม่วิตก

5. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี (Positive Reinforcement) เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชย หรือให้รางวัลรูปอื่น ๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะให้ได้เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้องในเรื่องการเรียนการสอน ระบบคอมพิวเตอร์ก็จะตอบสนองโดยไม่ติเตียนและให้กำลังใจที่จะพยายามทำกิจกรรมต่อไปให้ถูกต้อง ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนมีพฤติกรรมกระหายความรู้สูงกว่าการเรียนปกติ และไม่เลิกเรียนกลางคัน

นอกจากนี้ในการที่จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรม ผู้สอนจะต้องกำหนดความมุ่งหมายอย่างแน่ชัดก่อนว่าต้องการก่อให้เกิดพฤติกรรมเช่นใดขึ้นในตัวผู้เรียน แล้วจึงจัดประสบการณ์เรียนรู้ที่เหมาะสมตามลำดับที่ต้องการนำผู้เรียนให้ตอบสนอง เมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง ก็ให้การเสริมแรง

ตัวอย่างการนำทฤษฎีการเรียนรู้กลุ่มพฤติกรรมมาเป็นหลักฐานของเทคโนโลยีการศึกษาที่เห็นได้อย่างชัดเจนที่สุด คือการสอนแบบโปรแกรม (Programmed Instruction) เช่น บทเรียนโปรแกรม ซึ่งประกอบด้วยสิ่งเร้าสั้น ๆ เรียกว่ากรอบหรือเฟรม การจูงใจ และเร้าใจ ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติหรือมีส่วนร่วม ได้ตอบสนองและได้รับการเสริมแรงเมื่อผู้เรียนตอบสนองถูกต้อง (ไชยยศ เรื่องสุวรรณ 2533 : 62)

จากทฤษฎีการเสริมแรงในบทเรียนโปรแกรม ถูกรักคอมพิวเตอร์นำมาประยุกต์ใช้เป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งลักษณะของบทเรียนและการทำงานเช่นเดียวกับบทเรียนสำเร็จรูปหรือโปรแกรมการสอนอื่น ๆ โดยพัฒนาจากรูปแบบที่เป็นเอกสารคำรามมาเป็นสิ่งที่ปรากฏอยู่บนหน้าจอคอมพิวเตอร์ การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอน นอกจากจะสามารถให้ความรู้ใหม่แก่ผู้เรียนแล้ว ยังสามารถใช้ฝึกปฏิบัติ หรือทบทวนความรู้นั้น โดยวิธีการต่าง ๆ เช่น การทำแบบฝึกหัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง ตามความสามารถของผู้เรียน เป็นกระบวนการสอนอย่างหนึ่งที่มุ่งตอบสนองการเรียนเป็นรายบุคคล คอมพิวเตอร์จึงกลายเป็นสื่อการสอนที่ดีมากในปัจจุบัน เพราะสามารถโต้ตอบกับผู้เรียนได้ทันทีทันใด ทำให้บทเรียนคู่มือมีชีวิตชีวา และทำหน้าที่แทนครูผู้สอนได้อย่างมีประสิทธิภาพ (सानนท์ เจริญฉาย 2533 : 169 – 170)

จะเห็นได้ว่าการออกแบบและพัฒนาคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำเป็นต้องใช้ทฤษฎีและหลักการเข้ามาเกี่ยวข้อง เพื่อให้เกิดกระบวนการเรียนรู้อย่างถูกต้อง ได้แก่ทฤษฎีทางจิตวิทยาและทฤษฎีการเรียนรู้ต่าง ๆ การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ต้องอาศัยแนวคิดเกี่ยวกับการออกแบบ

บทเรียนโปรแกรม กล่าวคือ ต้องแบ่งเนื้อหาวิชาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง จัดให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติสำเร็จ ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ และจัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี

## 5. บุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น จะต้องพิถีพิถันละเอียดรอบคอบและให้มีความยืดหยุ่นให้มากที่สุด ซึ่งการออกแบบและการสร้างบทเรียนมีความเกี่ยวข้องกับบุคคลหลายฝ่าย ดังนี้ (ช่วงโชติ พันธุเวช 2535 : 69 – 70 ; อนุอมพร เลหาจรัสแสง 2541:10-11)

1. ผู้เชี่ยวชาญทางด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา บุคลากรด้านนี้จะเป็นผู้ที่มีความรู้และประสบการณ์ทางการออกแบบหลักสูตร การพัฒนาหลักสูตร รวมถึงการกำหนดเป้าหมาย และทิศทางของหลักสูตรวัตถุประสงค์ ระดับการเรียนรู้ของผู้เรียน ขอบข่ายของเนื้อหา กิจกรรม การเรียนการสอน ขอบข่าย รายละเอียด คำอธิบายรายวิชา ตลอดจน วิธีการวัดและการประเมินผลของหลักสูตร

2. ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน บุคคลกลุ่มนี้ หมายถึง ผู้ที่ทำหน้าที่ในการนำเสนอเนื้อหาวิชาใดวิชาหนึ่ง โดยเฉพาะ ซึ่งเป็นผู้ที่มีความรู้ มีความชำนาญ มีประสบการณ์ด้านการเรียนการสอน เป็นอย่างดี รู้เทคนิควิธีการนำเสนอเนื้อหาหรือวิธีการสอน การออกแบบและการสร้างบทเรียน ตลอดจนวิธีการวัดและประเมินผลการเรียนรู้เป็นอย่างดี บุคคลกลุ่มนี้จะเป็นผู้ช่วยทำให้ การออกแบบบทเรียนมีคุณภาพและมีประสิทธิภาพ

3. ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการสอนจะช่วยทำหน้าที่ในการออกแบบและให้คำแนะนำปรึกษา ทางด้านการวางแผนการออกแบบบทเรียน ประกอบด้วยการจัดวางรูปแบบ (Layout) การออกแบบจัดหน้าหรือเฟรมต่างๆ การเลือกและวิธีการใช้ตัวอักษร เส้น รูปทรง กราฟิก แผนภาพ รูปภาพ สี แสง เสียง ที่จะช่วยทำให้บทเรียนมีความสวยงาม และน่าสนใจมากขึ้น

4. ผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เป็นผู้ที่มีความชำนาญในการเขียนโปรแกรม เพื่อสั่งงานให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

สรุปได้ว่าบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องประกอบด้วยบุคลากรด้านต่าง ๆ คือ ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและเนื้อหาวิชา ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอน ผู้เชี่ยวชาญด้านสื่อการเรียนการสอน และผู้เชี่ยวชาญด้านโปรแกรมคอมพิวเตอร์

## 6 หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เพื่อให้ได้บทเรียนที่เกิดจากการออกแบบในลักษณะการเรียนการสอนจริง โดยยึดหลักการนำเสนอเนื้อหาและจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากการมีปฏิสัมพันธ์ อารี พันธุ์มณี (2538 : 98-100) และ สุกฤษี รอดโพธิ์ทอง (2531 : 77 – 78) ได้เสนอเทคนิคการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยสอดคล้องกับหลักการสอน 9 ประการ ของ กาเย่ (Gagne) ดังนี้

### 6.1 เร่งเร้าความสนใจ (Gain Attention)

การเร้าความสนใจให้พร้อมที่จะเรียนควรเริ่มด้วยการใช้ภาพ แสง สี เสียง หรือใช้สื่อประกอบกันหลาย ๆ อย่าง ในการสร้างควรใช้กราฟิกขนาดใหญ่ ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเคลื่อนไหวที่สั้นและง่าย ใช้สีและเสียงเข้าช่วยให้สอดคล้องกับกราฟิก ภาพควรจะค้างอยู่บนจอจนกว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนภาพ ในกราฟิกควรบอกชื่อเรื่องที่จะเรียน แสดงบนจอได้เร็วและควรเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

### 6.2 บอกวัตถุประสงค์ของการเรียน (Specify Objective)

ในขั้นตอนนี้นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นสำคัญของเนื้อหา แล้วยังบอกถึงเค้าโครงของเนื้อหาอีกด้วย การที่ผู้เรียนทราบถึงขอบเขตของเนื้อหาอย่างคร่าว ๆ จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวความคิดในรายละเอียดหรือส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ซึ่งมีผลทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น อาจบอกเป็นวัตถุประสงค์ทั่วไปและวัตถุประสงค์เฉพาะหรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม การบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักกำหนดเป็นวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื่องจากเป็นวัตถุประสงค์ที่ชี้เฉพาะ สามารถวัดได้และสังเกตได้ ซึ่งง่ายต่อการตรวจวัดผู้เรียนในขั้นสุดท้าย ซึ่งจะต้องคำนึงถึงด้วยว่าควรใช้คำสั้น ๆ และเข้าใจง่าย หลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จักและเข้าใจ โดยทั่วไปไม่กำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป ถ้าเป็นบทเรียนใหญ่ควรมีวัตถุประสงค์กว้างต่อเมนู (Menu) แล้วจึงมีวัตถุประสงค์ย่อยปรากฏบนจอทีละข้อ โดยใช้กราฟิกง่าย ๆ และการเคลื่อนไหวเข้าช่วย

### 6.3 ทบทวนความรู้เดิม (Activate Prior Knowledge)

เป็นการประเมินความรู้เดิม เตรียมผู้เรียน การทบทวนใหม่จำเป็นต้องทดสอบเสมอไป ในขั้นนี้ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาหรือแบบทดสอบได้ตลอดเวลา

### 6.4 นำเสนอเนื้อหาใหม่ (Present New Information)

หลักสำคัญในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ ควรนำเสนอภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ประกอบกับคำอธิบายสั้น ๆ ง่าย แต่ได้ใจความ การใช้ภาพประกอบ จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจเนื้อหาได้ง่ายขึ้น และมีความอดทนในการจำ ได้ดีกว่าการใช้คำอธิบายเพียงอย่างเดียว ภาพที่ดีไม่ควรมีรายละเอียดมากเกินไปใช้เวลานาน เข้าใจยาก หรือออกแบบโปรแกรมใน

ส่วนของเนื้อหาควรคำนึงด้วยว่าควรใช้ประกอบเฉพาะส่วนเนื้อหาที่สำคัญ อาจใช้กราฟิกในลักษณะต่าง ๆ เช่น แผนภาพ แผนภูมิ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบช่วยเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ควรใช้ตัวชี้นำ (Cue) เช่น การขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การกระพริบ การเปลี่ยนสีพื้น ฯลฯ แต่ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก ควรจัดรูปแบบให้หน้าอ่าน ยกตัวอย่างที่เข้าใจง่าย ควรเสนอกาฟิกเท่าที่จำเป็นและไม่ควรใช้สีเกิน 3 สี ใช้คำที่คุ้นเคย การโต้ตอบควรมีหลาย ๆ แบบ

### 6.5 ชี้นำแนวทางการเรียนรู้ (Guide Learning)

ตามหลักการและเงื่อนไขของการเรียนรู้ (Condition of Learning) ผู้เรียนจะจำเนื้อหาได้ดี หากมีการจัดระบบการเสนอเนื้อหาที่ดีและสัมพันธ์กับประสบการณ์เดิม หรือความรู้เดิมของผู้เรียน บางทฤษฎีกล่าวไว้ว่า การเรียนรู้ที่กระจำชัด (Meaningfull Learning) นั้น ทางเดียวที่จะเกิดขึ้นได้ก็คือ การที่ผู้เรียนวิเคราะห์และตีความในเนื้อหาใหม่ลงบนพื้นฐานของความรู้และประสบการณ์เดิมรวมกันเกิดเป็นองค์ความรู้ใหม่ บางครั้งควรให้ตัวอย่างที่แตกต่างออกไปบ้าง ถ้าเนื้อหาอยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมและควรกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดถึงประสบการณ์เดิม

### 6.6 กระตุ้นการตอบสนองบทเรียน (Elicit Response)

นักการศึกษากล่าวว่า การเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับโดยตรงกับระดับและขั้นตอนของการประมวลผลข้อมูล หากผู้เรียนได้มีโอกาสร่วมคิด ร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และร่วมตอบคำถาม จะส่งผลให้มีผลดีกว่าผู้เรียนที่ใช้วิธีอ่านหรือคัดลอกข้อความจากผู้อื่นเพียงอย่างเดียว ควรให้ผู้เรียนตอบสนองวิธีใดวิธีหนึ่งเป็นครั้งคราว ไม่ควรให้ตอบยาว ควรเร้าความคิด อาจใช้กราฟิกหรือเกมช่วยในการตอบสนอง หลีกเลี่ยงการตอบซ้ำ ๆ และไม่ควรมีคำถามในข้อเดียวกัน การตอบสนองของผู้เรียน คำถาม และผลย้อนกลับควรอยู่ในกรอบเดียวกัน

### 6.7 ให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide Feedback)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนได้มากขึ้น ถ้าบทเรียนนั้นทำท่าย โดยการบอกเป้าหมายที่ชัดเจน และแจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าขณะนั้น ผู้เรียนอยู่ที่ส่วนใด ห่างจากเป้าหมายเท่าใด และควรคำนึงด้วยว่าผลย้อนกลับควรให้ทันทีหลังจากผู้เรียนตอบสนอง บอกให้ผู้เรียนทราบว่าตอบถูกหรือผิด การแสดงคำถามคำตอบ และผลย้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน ควรใช้ภาพง่าย ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเข้าช่วย หลีกเลี่ยงการให้ภาพที่ตื่นตา หรือ หลีกเลี่ยงหนทางทำผิด 1 – 2 ครั้ง อาจใช้เสียงสูงเมื่อทำถูก เสียงต่ำเมื่อทำผิด ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความหมายใกล้ – ไกล จากจุดหมาย และควรเปลี่ยนรูปแบบของผลย้อนกลับบ้างเพื่อเร้าความสนใจ

## 6.8 ทดสอบความรู้ใหม่ (Assess Performance)

การทดสอบความรู้ใหม่หลังจากศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรียกว่า การทดสอบหลังบทเรียน (Post-test) เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ทดสอบความรู้ของตนเอง นอกจากนี้จะยังเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ว่าผ่านเกณฑ์ที่กำหนดหรือไม่ เพื่อที่จะไปศึกษาในบทเรียนต่อไปหรือต้องกลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ การทดสอบหลังบทเรียนจึงมีความจำเป็นสำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกประเภท นอกจากจะเป็นการประเมินผลการเรียนรู้แล้ว การทดสอบยังมีผลต่อความคงทนในการจดจำเนื้อหาของผู้เรียนด้วย แบบทดสอบจึงควรถามแบบเรียงลำดับตามวัตถุประสงค์ของบทเรียน ถ้าบทเรียนมีหลายหัวเรื่องย่อย อาจแยกแบบทดสอบออกเป็นส่วน ๆ ตามเนื้อหา โดยมีแบบทดสอบรวมหลังบทเรียนอีกชุดหนึ่งก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบบทเรียนต้องการแบบใด แบบทดสอบควรมีคำชี้แจงวิธีการตอบคำถามอย่างชัดเจน ข้อคำถามคำตอบและการตรวจปรับคำตอบควรอยู่บนแฟรมเดียวกัน นำเสนออย่างต่อเนื่องด้วยความรวดเร็ว หลีกเลี่ยงแบบทดสอบแบบอัตโนมัติให้ผู้เรียน พิมพ์คำตอบยาว ยกเว้นข้อสอบที่ต้องการทดสอบทักษะการพิมพ์ ในแต่ละข้อ ควรมีคำถามเดียว ควรเป็นข้อสอบที่มีคุณภาพ มีค่าอำนาจจำแนกดี ความยากง่ายเหมาะสม และมีความเชื่อมั่นเหมาะสม อย่าตัดสินใจคำตอบว่าผิด ถ้าการตอบไม่ชัดเจน และชุดหนึ่งควรมีหลาย ๆ ประเภท ไม่ควรใช้เฉพาะข้อความเพียงอย่างเดียว ควรเลือกใช้ภาพประกอบบ้าง เพื่อเปลี่ยนบรรยากาศในการสอบ

## 6.9 สรุปและนำไปใช้ (Review and Transfer)

การสรุปและนำไปใช้ จัดว่าเป็นส่วนสำคัญในขั้นตอนสุดท้ายที่บทเรียนจะต้องสรุปมโนคติของเนื้อหาเฉพาะประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสทบทวนความรู้ของตนเองหลังจากศึกษาเนื้อหาผ่านมาแล้ว ในขณะเดียวกัน บทเรียนต้องชี้แนะเนื้อหาที่เกี่ยวข้องหรือให้ข้อมูลอ้างอิงเพิ่มเติม เพื่อแนะแนวทางให้ผู้เรียนได้ศึกษาต่อในบทเรียนถัดไป หรือนำไปประยุกต์ใช้กับงานอื่นต่อไป

ขั้นตอนที่ 9 ประการของกาเย่ สามารถประยุกต์ใช้ได้ทั้งบทเรียนสำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เทคนิคอีกอย่างหนึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้เป็นหลักพื้นฐานก็คือ การทำให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกใกล้ชิดเกี่ยวกับการเรียนรู้โดยผู้สอนในชั้นเรียน โดยปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับการใช้งานของคอมพิวเตอร์ให้มากที่สุด

## 7. ขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เป็นส่วนหนึ่งของการออกแบบการสอนที่อาศัยการประยุกต์ของหลักจิตวิทยาการสอนและทฤษฎีการเรียนรู้ เพื่อให้ได้บทเรียนที่ตรงกับ

วัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ ผู้วิจัยขอเสนอแนวคิดในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของนักการศึกษา ดังนี้

Kemp (1985 : 248) ได้สรุปขั้นตอนของการพัฒนาไว้ดังนี้

1. จัดเตรียมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่จะใช้
2. ออกแบบและเขียนผังงาน (Flow Chart) ตามลำดับขั้นของกระบวนการสอนที่ออกแบบไว้
3. พัฒนาคำถามที่จะใช้สำหรับทบทวน และเสนอแนะ
4. วางแนวคิดที่จะเสนอบทเรียนบนจอคอมพิวเตอร์
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์
6. เพิ่มความสนใจให้แก่บทเรียน โดยใช้เทคนิคด้านภาพและเสียง
7. จัดเตรียมวัสดุ สิ่งพิมพ์ที่ใช้ประกอบบทเรียน
8. ทดสอบและปรับปรุงบทเรียน

Romiszowski (1986 : 271 – 272) ได้สรุปขั้นตอนไว้ดังนี้

1. การกำหนดวัตถุประสงค์เฉพาะ
2. วิเคราะห์พฤติกรรม เป้าหมายของผู้เรียนที่ต้องการ เพื่อสร้างรูปแบบบทเรียน
3. ออกแบบบทเรียน
4. สร้างบทเรียนตามที่ออกแบบไว้
5. เขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้วยภาษาที่เหมาะสม
6. ทดลองเพื่อพัฒนาบทเรียน
7. ประเมินผลความเที่ยงตรงทั้งด้านเทคนิคคอมพิวเตอร์และด้านการสอน

นอกจากแนวคิดดังกล่าวข้างต้น ถนอมพร เลาหจรัสแสง (2541:12-13) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนของ Alessi และ Trollip ซึ่งประกอบด้วย 7 ขั้นตอน ดังนี้

1. การเตรียม (Preparation)

ผู้ออกแบบจะต้องเตรียมพร้อม ในเรื่องของความชัดเจนในการกำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ โดยการรวบรวมข้อมูล เรียนรู้เนื้อหาเพื่อให้เกิดการสร้างหรือระดมความคิด ขั้นตอน

1.1 กำหนดเป้าหมายและวัตถุประสงค์ ( Determine Goals and Objectives ) คือการตั้งเป้าหมายว่า ผู้เรียนจะสามารถใช้บทเรียนนี้เพื่อศึกษาในเรื่องใด และลักษณะใด ถือเป็นบทเรียนหลัก เป็นบทเรียนเสริม เป็นแบบฝึกหัดเพิ่มเติม หรือเป็นแบบทดสอบ ฯลฯ รวมทั้งการ

กำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนว่าเมื่อผู้เรียนเรียนจบแล้ว จะสามารถทำอะไรได้บ้าง และพิจารณาครอบคลุมถึงวิธีการประเมินผลควบคู่กันไปเช่น รูปแบบคำถาม หรือจำนวนข้อคำถาม

1.2 รวบรวมข้อมูล (Collect Resources) การรวบรวมข้อมูลหมายถึงการเตรียมพร้อม ทางด้าน ทรัพยากรสารสนเทศทั้งหมดที่เกี่ยวข้อง ทั้งในส่วนของเนื้อหา การพัฒนา และการออกแบบบทเรียนและสื่อในการนำเสนอบทเรียน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา รวมถึง ตำรา หนังสือ วารสารทางวิชาการ หนังสืออ้างอิง สไลด์ ภาพต่าง ๆ ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์คู่มือต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ และของโปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่ต้องการใช้ และผู้เชี่ยวชาญการสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

1.3 เรียนรู้เนื้อหา (Leran Content) ผู้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำเป็นต้องเรียนรู้เนื้อหาด้วย การเรียนรู้เนื้อหานี้อาจทำได้หลายลักษณะ เช่น สัมภาษณ์ ผู้เชี่ยวชาญ การอ่านหนังสือหรือเอกสารวารสารอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาของบทเรียน การเข้าใจเนื้อหาอย่างถูกต้องลึกซึ้ง ทำให้สามารถออกแบบบทเรียน ในลักษณะที่ท้าทายผู้เรียนในทางสร้างสรรค์ได้

1.4 สร้างความคิด (Gernerate Ideas) การสร้างความคิดคือ การระดมสมอง ซึ่งหมายถึง การกระตุ้นให้เกิดการใช้ความคิดสร้างสรรค์ เพื่อให้ได้ข้อคิดเห็นต่าง ๆ อันจะนำมาซึ่งแนวคิดที่น่าสนใจ

## 2. ออกแบบบทเรียน (Design Instruction)

ขั้นตอนที่ 2 นี้ เป็นขั้นตอนหนึ่งในการกำหนดว่า บทเรียนจะออกมามีลักษณะใด

2.1 ทอนความคิด (Elimination of ideas) หลังจากระดมสมองแล้ว นักออกแบบจะนำความคิดทั้งหมดมาประเมินดูว่า ข้อคิดที่ไม่อาจปฏิบัติได้ออกไป และรวบรวมความคิดที่น่าสนใจที่เหลืออยู่นั้นมาพิจารณาอีกครั้งหนึ่ง ซึ่งในช่วงการพิจารณาอีกครั้งอาจรวมไปถึงการซักถาม อภิปรายถึงรายละเอียดและขัดเกลาข้อคิดต่าง ๆ

2.2 วิเคราะห์งานและแนวคิด (Task and Concept Analysis) การวิเคราะห์งาน เป็นการวิเคราะห์ขั้นตอนเนื้อหา ที่ผู้เรียนจะต้องศึกษาจนทำให้เกิดการเรียนรู้เพียงพอ ส่วนการวิเคราะห์แนวคิด คือ ขั้นตอนในการวิเคราะห์เนื้อหา ซึ่งผู้เรียนจะต้องศึกษาอย่างพินิจพิจารณา ทั้งนี้เพื่อให้ได้มาซึ่งเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับการเรียน และเนื้อหาที่มีความชัดเจนเท่านั้น การคิดวิเคราะห์เนื้อหาอย่างละเอียดรวมไปถึงการนำเนื้อหาทั้งหมด ที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาอย่างละเอียด และตัดเนื้อหาในส่วนที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป หรือที่ทำให้ผู้เรียนสับสน ได้ง่ายออกไป การวิเคราะห์งานหรือการวิเคราะห์แนวคิด ถือเป็น การวิเคราะห์ ที่มีความสำคัญมาก ทั้งนี้เพื่อหาหลักการ

เรียนรู้ ( Principles of learning ) ที่เหมาะสมกับเนื้อหา นั้น ๆ และเพื่อให้ได้มาซึ่งแผนงาน สำหรับออกแบบบทเรียนที่มีประสิทธิภาพ

2.3 การออกแบบบทเรียนขั้นแรก ( Preliminary Lesson Description ) ผู้ออกแบบจะต้องนำงานและแนวคิดทั้งหลายที่ได้มานั้น มาผสมผสานงานและแนวคิดเหล่านี้ จะต้องทำภายใต้ทฤษฎีการเรียนรู้โดยวิเคราะห์การเรียนการสอน ซึ่งประกอบด้วย การกำหนด ประเภทของการเรียนรู้ ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การกำหนดขั้นตอนและทักษะที่จำเป็น การกำหนดปัจจัยหลักที่ต้องคำนึง ในการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในแต่ละประเภทและ สุดท้ายคือการจัดระบบความคิด เพื่อให้ได้มาซึ่งการออกแบบลำดับ ( Sequence ) ของบทเรียนที่ดี ที่สุด ผู้ออกแบบควรใช้เวลาในส่วนนี้ให้มากที่สุด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสร้างสรรค์งานหรือ กิจกรรมต่าง ๆ ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ ผู้เรียนต้องมีปฏิสัมพันธ์ด้วย เพื่อให้ผู้เรียนมีความ สนใจต่อการเรียนได้อย่างสม่ำเสมอ และต่อเนื่อง นอกจากนี้ยังต้องใช้เวลาให้มาก ในส่วนของ การออกแบบลำดับ ของการนำเสนอของบทเรียน เพื่อให้ได้มา ซึ่งโครงสร้างของคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน ที่สามารถตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียนได้จริง

2.4 การประเมินและแก้ไขการออกแบบ ( Evaluation and revision of the design ) การประเมินระหว่างการออกแบบบทเรียนอย่างมีระบบ หลังจากออกแบบแล้วควรมีการประเมิน โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ผู้เชี่ยวชาญการออกแบบและโดยผู้เรียน การประเมินนี้อาจหมายถึง การทดสอบ ว่าผู้เรียนจะสามารถบรรลุเป้าหมายหรือไม่ การรวบรวมทรัพยากรทางด้านข้อมูลต่าง ๆ มากขึ้น การหาความรู้เกี่ยวกับเนื้อหาเพิ่มขึ้น การทอนความคิดออกไปอีก การปรับแก้การ วิเคราะห์งาน หรือการเปลี่ยนประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 3. เขียนผังงาน ( Flowchart Lesson )

ผังงานคือ ชุดของสัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่อธิบายขั้นตอนการทำงาน ของโปรแกรมเป็น การนำเสนอลำดับขั้นตอน โครงสร้างของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และหน้าที่เสนอ ข้อมูลเกี่ยวกับโปรแกรม เช่นอะไรจะเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนตอบคำถาม หรือเมื่อไรที่จะมีการจบบทเรียน

การเขียนผังงานมีได้หลายระดับ แตกต่างกันไปแล้วแต่ความละเอียด ของแต่ละผัง งานการเขียนผังงานนั้น ขึ้นอยู่กับประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนด้วย เช่น ประเภทติว เตอร์ ประเภทแบบฝึกหัด แบบทดสอบ ควรใช้ผังงานในลักษณะธรรมดา ซึ่งไม่ต้องลงรายละเอียด โดยแสดงภาพรวมและลำดับของบทเรียนเท่าที่จำเป็น แต่สำหรับบทเรียนที่มีความซับซ้อน เช่น บทเรียนประเภทการจำลอง หรือประเภทเกม ควรมีการเขียนผังงานให้ละเอียดเพื่อความชัดเจน โดยมีการแสดงขั้นตอน วิธี ( Algorithm ) การทวนซ้ำของโปรแกรม กฎ หรือกติกาของเกมอย่าง ละเอียดด้วย

#### 4. การสร้างสตอรี่บอร์ด ( Create Storyboard )

เป็นขั้นตอนของการเตรียมการนำเสนอเนื้อหา และลักษณะของการนำเสนอด้วยข้อความ ภาพ รวมทั้งสื่อในรูปแบบมัลติมีเดียลงบนกระดาษ ก่อนที่จะนำเสนอบนหน้าจอคอมพิวเตอร์ต่อไป

#### 5. สร้างและการเขียนโปรแกรม (Program Lesson)

ขั้นตอนการสร้างและเขียนโปรแกรมนี้อยู่ เป็นกระบวนการเปลี่ยนสตอรี่บอร์ด ให้กลายเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เช่น Authoware , Toolbook ปัจจัยหลักในการพิจารณา โปรแกรมช่วยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เหมาะสมนั้นได้แก่ ฮาร์ดแวร์ที่ใช้ลักษณะและประเภทของบทเรียนที่ต้องการสร้าง ประสบการณ์ของผู้สร้าง ( Programmer ) และด้านงบประมาณ

#### 6. ผลิตเอกสารประกอบบทเรียน ( Produce Supporting Materials )

เอกสารประกอบบทเรียน อาจแบ่งได้เป็น 4 ประเภท คือ คู่มือการใช้ของผู้เรียน คู่มือการใช้ของผู้สอน คู่มือสำหรับแก้ปัญหาเทคนิคต่าง ๆ และเอกสารเพิ่มเติมทั่วไป ผู้สอนอาจต้องการข้อมูล เกี่ยวกับการติดตั้งโปรแกรม การเข้าไปดูข้อมูลผู้เรียน และการจัดการกับบทเรียน และการสืบไปในบทเรียน คู่มือปัญหาเทคนิคก็มีความจำเป็น หากการติดตั้งบทเรียนมีความสลับซับซ้อน หรือต้องการใช้เครื่องมือหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เช่น การติดตั้งระบบแลน เอกสารเพิ่มเติมประกอบ อาจได้แก่ แผนภาพ ข้อสอบ ภาพประกอบ

#### 7. ประเมินและแก้ไขบทเรียน ( Evaluate and Revise )

เป็นการประเมินบทเรียนและเอกสารประกอบทั้งหมด โดยเฉพาะการประเมินในส่วนของการนำเสนอ และการทำงานของบทเรียน ในส่วนของการนำเสนอ นั้น ผู้ที่ควรจะทำ การประเมินคือ ผู้ที่มีประสบการณ์ในการออกแบบมาก่อน ในการประเมินการทำงานของบทเรียนนั้น สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนที่เป็นกลุ่มเป้าหมาย ในขณะที่ใช้บทเรียน หรือสัมภาษณ์ผู้เรียนหลังการใช้บทเรียน นอกจากนี้ยังอาจทดสอบความรู้ของผู้เรียน หลังจากที่ได้เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ๆ แล้ว ขั้นตอนนี้อาจครอบคลุมการทดสอบนำร่องและประเมินจากผู้เชี่ยวชาญ

จากแนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้กล่าวมาข้างต้น จะเห็นว่า การสร้างหรือพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ต้องมีการเตรียมและมีการวางแผนที่ดีไม่ว่าจะเป็นการวิเคราะห์เนื้อหา ผู้เรียน การสร้างสตอรี่บอร์ด การเขียนโปรแกรมที่ต้องเลือกโปรแกรมที่มีคุณลักษณะเหมาะสม การผลิตเอกสารประกอบการเรียน ตลอดจนการประเมินและปรับปรุงแก้ไขเพื่อให้ตรงกับวัตถุประสงค์และมีประสิทธิภาพ แต่ละขั้นตอนล้วนมีความสำคัญ

ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยเลือกใช้โปรแกรม Authoware ในการสร้างเนื่องจากมีความชำนาญและตอบสนองด้านปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนได้เป็นอย่างดี

## 8 ข้อดีและข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์นับเป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่ ซึ่งนับวันแต่จะก้าวเข้ามามีบทบาทเพิ่มขึ้นอย่างมากในวงการศึกษา ทั้งนี้คอมพิวเตอร์มีคุณสมบัติ และลักษณะพิเศษที่สามารถเอื้ออำนวยในการเรียนการสอน และการบริหารงานให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ถ้าจะกล่าวถึงในด้านการเรียนการสอนแล้ว คอมพิวเตอร์นั้นก็เช่นเดียวกับสื่อประเภทอื่น ๆ ย่อมมีข้อดีและข้อจำกัดในการใช้ในการเรียนการสอน ดังที่นักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนะไว้ ดังนี้

(กิดานันท์ มะลิตอง 2536 : 198 ; ฉลอง ทับศรี 2535 : 2 ; นิคม สนขุนทด 2540 : 13-14 ) ; ถนอมพร เลหาจรัสแสง 2541 : 40-41 ; บุญเกื้อ กวรวาเวช 2542 : 48 )

### 8.1 ข้อดีของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8.1.1 คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียน เนื่องจากเรียนด้วยคอมพิวเตอร์ นั้นเป็นประสบการณ์ที่แปลกและใหม่ ทำให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอนมากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง หากบทเรียนได้รับการออกแบบดี ก็จะทำให้ผู้เรียนมีความสนใจและกระตือรือร้นมากขึ้น

8.1.2 ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียนและวิธีการเรียนได้หลายแบบตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ไม่เบื่อหน่าย บทเรียนที่สร้างขึ้นอาจทำในลักษณะเป็นแบบฝึกหัดแบบทดสอบ แบบบรรยายหรือแบบเกมก็ได้ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถบอกสัมฤทธิ์ผลทางการเรียนแก่ผู้เรียนได้ทันที ข้อมูลเหล่านี้อาจารย์ผู้สอนอาจนำไปพิจารณาประกอบการพัฒนาบทเรียนต่อไปได้

8.1.3 ทำให้สามารถปรับปรุง เปลี่ยนแปลงการเรียนการสอน ได้เหมาะสมกับความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน ผู้เรียนเองก็มีอิสระในการเลือกศึกษาตามประเด็นหรือเรื่องที่ต้องการ

8.1.4 ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเลือกเวลาเรียน ทั้งนี้เพราะไม่ต้องเรียนพร้อมกับเพื่อน ทั้งห้องหรือต้องมีอาจารย์ผู้สอนอยู่ในที่นั้นด้วย จะเรียนคอมพิวเตอร์เมื่อไรก็ได้ นับได้ว่าเป็นการให้อิสระในการเลือกเวลาเรียนได้ตามสมควร

8.1.5 ทำให้ผู้เรียนสามารถสรุปหลักการ เนื้อหาสาระของบทเรียนแต่ละบท ได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

8.1.6 การตอบสนองที่รวดเร็วของคอมพิวเตอร์ ทำให้การเรียนแบบเอกัตบุคคลเป็นไปได้ง่ายโดย ซึ่งครูผู้สอนสามารถออกแบบให้เรียนได้โดยลำพัง

8.1.7 คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะช่วยให้ ทั้งการเรียนมีประสิทธิภาพ และ ประสิทธิภาพ มีประสิทธิภาพในแง่ที่ลดเวลา ลดค่าใช้จ่าย และประสิทธิผลในแง่ทำให้ผู้เรียน บรรลุจุดมุ่งหมาย

8.1.8 เสนอเนื้อหาได้รวดเร็ว จับใจ แทนที่ผู้เรียนจะต้องเปิดหนังสือบทเรียนทีละ หน้า หรือทีละหลายๆหน้า ถ้าเป็นคอมพิวเตอร์ก็เพียงแต่กดแป้นพิมพ์เท่านั้น

8.1.9 มีเสียงประกอบ ทำให้เกิดความน่าสนใจและเพิ่มศักยภาพ ทางด้านการเรียน ภาษาได้อีกมาก

8.1.10 คอมพิวเตอร์สามารถเสนอภาพเคลื่อนไหวได้มีประโยชน์ในการเรียน สังกัป (concept)

8.1.11 สามารถเก็บข้อมูล เนื้อหาได้มากกว่าหนังสือหลายเท่า

8.1.12 ทำให้ผู้เรียนมีความคงทนในการเรียนรู้สูงเพราะมีโอกาสปฏิบัติกิจกรรม ด้วยตนเองซึ่งผู้เรียนจะเรียนรู้จากง่ายไปหายากตามลำดับ

## 8.2 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

8.2.1 ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาคอมพิวเตอร์ และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับ คอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการศึกษา ในบางสถานที่ นั้นจำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มกับค่าใช้จ่าย ตลอดจนการดูแลรักษา อีกด้วย

8.2.2 การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนี้ นับว่ายังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรม เพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรม บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวน และขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้ในการเรียนวิชาต่างๆ

8.2.3 การออกแบบโปรแกรมการสอนใช้เวลามาก และต้องมีทักษะในการ ออกแบบเป็นอย่างดีอีกด้วย การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้น นับเป็น ภาระของผู้สอนให้มากยิ่งขึ้น ถ้าจะสร้างโปรแกรมที่ใช้สอน 1 ชั่วโมง อาจต้องใช้เวลาในการ สร้างมากถึง 300 ชั่วโมง

8.2.4 อาจารย์และนักศึกษาที่ขาดความรู้เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะต่อต้านการใช้

8.2.5 เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถใช้ได้ทีละคนจะต้องใช้เครื่องจำนวนมาก เกิด ความสิ้นเปลืองสูง

8.2.6 เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นการวางบทเรียนโปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึง มีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงไม่สามารถ ช่วยพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้

8.2.7 ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

8.2.8 ความคิดสร้างสรรค์เป็นเรื่องสำคัญ ซึ่งอาจทำให้โปรแกรมขาดความคิดสร้างสรรค์ ไม่เป็นที่น่าสนใจสำหรับผู้เรียน

8.2.9 คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ยังไม่แพร่หลายเท่าที่ควร ปัญหาที่สำคัญคือการขาดแคลนการส่งเสริมจากหน่วยงาน ที่ดูแลรับผิดชอบด้านการศึกษาอย่างจริงจัง

8.2.10 การเรียนกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทำให้ผู้เรียนขาดมนุษยสัมพันธ์ เพราะอยู่กับเครื่องตลอดเวลา ผู้เขียนโปรแกรมบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับเด็กสามารถแก้ปัญหานี้ได้ โดยการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ให้เด็กต้องทำกิจกรรมร่วมกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่าจุดเด่นของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นคือการตอบสนองอย่างรวดเร็วกับผู้เรียนและมีความน่าสนใจอยู่มากเมื่อเทียบกับสื่อชนิดอื่น ๆ ส่วนข้อจำกัดของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นคือ ผู้เรียนจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานด้านการใช้คอมพิวเตอร์อยู่บ้าง และยังคงต้องใช้งบประมาณในการจัดหาเครื่องที่ต้องใช้หนึ่งเครื่องต่อคน

### ประสิทธิภาพของสื่อการสอน

เมื่อสร้างสื่อการสอนใด ๆ ขึ้นมาแล้วจำเป็นอย่างไรที่จะต้องนำไปหาประสิทธิภาพเพื่อหาสิ่งที่จะยืนยันว่ามีคุณภาพจริง ชัยขงค์ พรหมวงษ์ และคณะ (2520 :129-131) ได้กล่าวถึงความจำเป็นที่จะต้องมีการหาประสิทธิภาพของสื่อการสอนที่สร้างขึ้น ดังนี้

1. สำหรับหน่วยงานผลิตสื่อการสอนเป็นการประกันคุณภาพของสื่อการสอนนั้นว่าอยู่ในขั้นสูงเหมาะสมที่จะลงทุนผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก
2. สำหรับผู้ใช้สื่อการสอน สื่อการสอนจะทำหน้าที่ช่วยสร้างสภาพการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมตามที่มุ่งหวัง ดังนั้น ก่อนนำไปใช้ครูจึงควรมั่นใจว่าสื่อการสอนนั้นมีประสิทธิภาพในการช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริง
3. สำหรับผู้ผลิตสื่อการสอน การทดสอบประสิทธิภาพจะทำให้ผู้ผลิตมั่นใจได้ว่าเนื้อหาสาระที่บรรจุลงในสื่อการสอนเหมาะสมต่อการเข้าใจอันจะช่วยให้ผู้ผลิตมีความชำนาญสูงขึ้นเป็นการประหยัดแรงสมอง แรงงาน เวลาและเงินทองในการเตรียมต้นฉบับ

การกำหนดประสิทธิภาพของสื่อการสอนและการยอมรับประสิทธิภาพ มีผู้ให้เกณฑ์ไว้ดังนี้

ชัยขงค์ พรหมวงษ์และคณะ ( 2520 : 132-134) ได้กล่าวว่าการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้ โดยการประเมินผลพฤติกรรมของ ผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรม

ต่อเนื่อง ( กระบวนการ ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย ( ผลลัพธ์ ) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น  $E_1$  ( ประสิทธิภาพของกระบวนการ )  $E_2$  ( ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ )

1. การประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง (Transitional Behavior) คือประเมินผล ต่อเนื่อง ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมย่อยหลายๆ พฤติกรรม เรียกว่า “กระบวนการ” (Process) ของผู้เรียนที่ สังกัดจากการประกอบกิจกรรมกลุ่ม (รายงานของกลุ่ม) และรายงานบุคคล ได้แก่งานที่มอบหมาย และกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้

2. การประเมินพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (Terminal Behavior) คือ ประเมินผลลัพธ์ (Product) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน และการสอบได้

ประสิทธิภาพของชุดการสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ ที่ผู้สอนคาดหวังว่าผู้เรียน จะ เปลี่ยนพฤติกรรมให้เป็นที่พึงพอใจ โดยกำหนดเป็นเปอร์เซ็นต์ของผลเฉลี่ย ของคะแนนการทำงาน และการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อเปอร์เซ็นต์ ของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียน ทั้งหมด นั่นคือ  $E_1/E_2$  คือประสิทธิภาพของ กระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

ตัวอย่าง 80/80 หมายความว่าเมื่อเรียนจากชุดการสอนแล้ว ผู้เรียนจะสามารถ ทำ แบบฝึกหัด หรืองาน ได้ผลเฉลี่ย 80% และทำแบบทดสอบหลังเรียน ได้ผลเฉลี่ย 80%

ไชยยศ เรืองสุวรรณ (2526 : 129 - 130) กล่าวถึงการหาประสิทธิภาพของสื่อ ทำได้ 2 วิธี คือ

1. ประเมินโดยเกณฑ์ เป็นการตรวจสอบหรือประเมินประสิทธิภาพของแบบฝึกที่นิยม ประเมินจะเป็นแบบฝึกสำหรับกลุ่มกิจกรรม หรือแบบฝึกที่ใช้ในศูนย์การเรียน โดยใช้เกณฑ์ มาตรฐาน 90/90 เป็นเกณฑ์การประเมินสำหรับเนื้อหาประเภทความรู้ความจำ และใช้เกณฑ์ มาตรฐาน 80/80 สำหรับเนื้อหาที่เป็นทักษะ ความหมายของตัวเลขดังกล่าว มีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง ค่าร้อยละของประสิทธิภาพในด้านกระบวนการของแบบฝึก ซึ่ง ประกอบด้วยผลของการปฏิบัติการกิจต่าง ๆ เช่น งานและแบบฝึกของผู้เรียน โดยนำคะแนนที่ได้ จากการวัดผลการกิจทั้งหลาย ทั้งรายบุคคลและรายกลุ่มย่อยทุกชั้นมารวมกัน แล้วคำนวณหาร้อย ละเฉลี่ย

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนจากการทดสอบหลังเรียน (Post – Test) ของผู้เรียนทุก คน นำมาคำนวณหาร้อยละเฉลี่ย ก็จะได้ค่าทั้งสอง เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน ต่อไป

2. ประเมินโดยไม่ต้องตั้งเกณฑ์ไว้ล่วงหน้า เป็นการประเมินประสิทธิภาพของสื่อด้วย การเปรียบเทียบผลการสอบของผู้เรียนภายหลังจากที่เรียนจากสื่อชิ้นนั้นแล้ว (Post – Test) ว่าสูงกว่า

ผลการสอบก่อนเรียน (Pre – Test) อย่างมีนัยสำคัญหรือไม่ หากผลการเปรียบเทียบพบว่าผู้เรียนได้คะแนนหลังเรียนสูงกว่าคะแนนสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ ก็แสดงว่าสื่อนั้นมีประสิทธิภาพ  
 สุกิจ ศรีพรหม (2541 : 71) กล่าวถึงการยอมรับประสิทธิภาพของชุดการสอนหรือสื่อการสอนไว้ดังนี้

1. สูงกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้เกิน 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป
2. เท่ากับเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนเท่ากับเกณฑ์ หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์
3. ต่ำกว่าเกณฑ์ เมื่อประสิทธิภาพของชุดการสอนต่ำกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้แต่ไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์

การที่จะกำหนดเกณฑ์  $E_1/E_2$  ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณาตามความพอใจโดยปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะตั้งไว้ต่ำกว่านี้ เช่น 70/70 , 75/75 เพราะต้องใช้เวลาในการพัฒนา (มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมศาสตร์ 2527 : 245, อ้างถึงใน พิรวัฒน์ ชัยสุข 2543 : 49) ส่วน โสภณ นุ่นทอง (2535, อ้างถึงใน งามอาจ ชาญเชาว์ 2544 : 88) ให้แนวคิดว่าการกำหนดเกณฑ์อยู่ที่ดุลพินิจของผู้สอน ว่านักเรียนมีความสามารถในการเรียนระดับใด และควรจะต้องตั้งเกณฑ์เท่าไร ถ้าเรียนดีก็ควรตั้งเกณฑ์ไว้สูง แต่ถ้าเรียนค่อนข้างอ่อนอาจตั้งเกณฑ์ต่ำลงมา ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพในการสร้างสื่อไว้ 80/80

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนซ่อมเสริม

ไสว ภูทับทิม (2527 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่องโจทย์ปัญหาบทละบทคน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับวิธีสอนตามปกติ ผลการวิจัยพบว่า กลุ่มทดลองที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่ากลุ่มควบคุมที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วิรัช กล้าหาญ (2529 : 53) ได้ทดลองใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์เรื่องการคูณกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 พบว่า

1. จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินหลังการทดลองของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

3. จำนวนนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยินที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของกลุ่มทดลอง และกลุ่มควบคุมผ่านเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

ณรงค์ บูรณะศรีศักดิ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเพื่อการสอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 สรุปผลว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการสอนรายบุคคล กับนักเรียนที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมตามปกติ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และค่าร้อยละของจำนวนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์การวัดจุดประสงค์หลังซ่อมเสริม โดยใช้ชุดการสอนรายบุคคลมากกว่าการสอนซ่อมเสริมตามปกติ

ไพจิตร โขตินิสากรณ์ (2530 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริมโดยการใช้บทเรียนโปรแกรม ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมไม่แตกต่างกันที่ระดับความมีนัยสำคัญ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการสอนซ่อมเสริม โดยใช้บทเรียนโปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการสอนซ่อมเสริมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

เรืองอุไร ตันท์เจริญรัตน์ (2532 : บทคัดย่อ) ทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องภาคตัดกรวย โดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลกับการสอนแบบปกติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านฝือพิทยาสรรค์ จังหวัดอุดรธานี หลังจากเรียนซ่อมเสริมพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคล กับนักเรียนที่เรียนโดยการสอนแบบปกติมีผลสัมฤทธิ์สูงขึ้น แต่นักเรียนทั้งสองกลุ่มยังคงมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

วาทีณี ชีระตระกูล (2534 : 80) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ในการสอนซ่อมเสริมจุดบกพร่องเรื่องเวลาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 โดยใช้ชุดการสอนซ่อมเสริมกับวิธีการซ่อมเสริมตามปกติ ผลปรากฏว่า ความคงทนในการเรียนรู้ของกลุ่มที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยใช้ชุดการสอนกับวิธีการสอนซ่อมเสริมตามปกติไม่แตกต่างกัน

บรรเทา จันทรมณี (2538 : บทคัดย่อ) ได้ทำวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ซ่อมเสริมและความสนใจในการเรียนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์เรื่องสมการและอสมการของ นักเรียนกลุ่มอ่อน ด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์โดยใช้รูปแบบการทดลองสามแบบ คือ รูปแบบการทดลองแบบโซโลมอน 4 กลุ่ม แบบ 2 กลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง และแบบ 2 กลุ่มวัดผลเฉพาะหลังการทดลอง ทำการทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ระหว่างกลุ่มที่ เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์แบบคู่กับกลุ่มที่เรียนแบบรายบุคคล ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มที่ เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบคู่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่เรียนแบบรายบุคคล อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับเดียวกันคือ .01 นอกจากนี้พบว่าแบบโซโลมอน 4 กลุ่ม ไม่มีการกระทำ ร่วมกันระหว่างวิธีเรียนกับการวัด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนกลุ่มอ่อน กลุ่มที่มีการวัดผลก่อนการทดลองมีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่ไม่มีการวัดผลก่อนการ ทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระดับ .01 และรูปแบบ 2 กลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลอง พบว่าผลสัมฤทธิ์ก่อนการทดลองทั้งสองกลุ่มมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน

2. ความสนใจของกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์แบบคู่กับกลุ่มที่ เรียนแบบรายบุคคลมีค่าเฉลี่ยไม่แตกต่างกัน นอกจากนี้พบว่ารูปแบบโซโลมอน 4 กลุ่มมีการ กระทำร่วมกันระหว่างวิธีเรียนกับการวัด อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01 และกลุ่มที่มีการวัดผลก่อน เรียนที่เรียนแบบคู่มีค่าเฉลี่ยสูงกว่ากลุ่มที่มีวัดผลก่อนเรียนแบบรายบุคคล อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ .01 ส่วนรูปแบบที่ 2 กลุ่มวัดผลก่อนและหลังการทดลองพบว่าความสนใจก่อนการ ทดลองของกลุ่มทดลองทั้งสองมีค่าเฉลี่ยแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

ศุภรณ ดาวังปา (2542 : บทคัดย่อ) ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกและการลบ ระหว่างการสอนซ่อมเสริมด้วยเกมกับการสอนซ่อมเสริม ด้วยแบบฝึกหัดของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี ผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนที่ สอนซ่อมเสริมด้วยเกมคณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนซ่อมเสริมอย่างมีนัยสำคัญ ที่ระดับ .05

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบของนักเรียน ที่ สอนซ่อมเสริมด้วยแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนซ่อมเสริม อย่างมีนัยสำคัญ ที่ ระดับ .05

3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบ ของนักเรียนที่สอนซ่อมเสริมด้วยเกมคณิตศาสตร์และการสอนซ่อมเสริมด้วยแบบฝึกคณิตศาสตร์ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05

จารุพรรณิ คนโทเงิน (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "กราฟ" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผลการวิจัยพบว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพเท่ากับ 81.15/83.30 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพัฒนาการทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมจากครู

จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนซ่อมเสริม จะพบว่าการสอนซ่อมเสริมก่อให้เกิดประโยชน์ต่อผู้เรียนอย่างมาก และผลที่ได้จากการวิจัยนั้นแตกต่างกันไป โดยมากการสอนซ่อมเสริมที่นำสื่อเข้ามาช่วยจะส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนสูงขึ้น ผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาและเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนระหว่างนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ว่าบทเรียนชนิดใดจะเพิ่มประสิทธิภาพของการเรียนการสอนซ่อมเสริมได้ดีกว่ากัน

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนโปรแกรม

จริยา ชูสังข์ (2527 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาและเปรียบเทียบความคงทนในการเรียนเรื่องตรรกศาสตร์โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงและแบบสาขา กับกลุ่มตัวอย่างที่เป็นนักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 ที่มีความถนัดด้านเหตุผลทางรูปภาพและความถนัดด้านเหตุผลทางภาษาในระดับสูง กลางและต่ำ จำนวน 138 คน ผลการวิจัยสรุปได้ว่า

1. นักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 ที่มีความถนัดด้านเหตุผลแตกต่างกันมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01
2. นักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 ที่เรียนบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงและแบบสาขามีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01
3. นักศึกษาผู้ใหญ่ระดับ 5 ที่มีความถนัดด้านเหตุผลในแต่ละระดับมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียนรู้จากบทเรียนสำเร็จรูปแบบเส้นตรงและแบบสาขาไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 0.01

ศุภร เสาวัง (2531 : บทคัดย่อ) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนของการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน

โดยใช้สื่อชนิดอื่น ทำการทดลองกับกลุ่มตัวอย่างที่มีพื้นฐานทางการเรียนคณิตศาสตร์ เก่ง ปานกลางและอ่อน ผลการวิจัยพบว่า

1. บทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.65/80.09
2. บทเรียน โปรแกรมที่สร้างขึ้นสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้อยู่ในระดับสูงได้ในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมทุกด้านแต่นำมาใช้พัฒนาความคงทนของความรู้ให้อยู่ในระดับสูงได้เฉพาะในวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมด้านความเข้าใจเท่านั้น
3. เมื่อใช้พื้นฐานความรู้เดิมมาเป็นตัวแปรหนึ่งในการวิเคราะห์ผลแล้วพบว่าทั้งวิธีสอนและพื้นฐานความรู้เดิมต่างก็มีผลทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของการเรียนรู้ของผู้เรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ
4. เมื่อใช้พื้นฐานความรู้เดิมมาเป็นตัวแปรร่วมในการวิเคราะห์ผลแล้วพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนของการเรียนรู้ไม่แตกต่างกันในเชิงสถิติในทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม
5. ความสัมพันธ์ระหว่างความคงทนในการเรียนรู้กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและพื้นฐานความรู้เดิมนั้นทั้งกลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุมค่อนข้างต่ำ

สุพัตรา พลพิมพ์ (2540 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เรื่องบทประยุกต์วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านแดงราษฎร์สามัคคี สังกัดสำนักงานการประถมศึกษาอำเภอบ้านฝาง จังหวัดขอนแก่น จำนวน 26 คน ผลปรากฏว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา หลังการทดลองสูงกว่าก่อนทดลอง อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง (2541 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัดชลบุรี ผลการศึกษาพบว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์หลังเรียนแบบอิงเกณฑ์ไม่ต่ำกว่า 60/60 พบว่านักเรียนได้คะแนนร้อยละ 60 ของคะแนนเต็มมีจำนวน ร้อยละ 37.5 ของนักเรียนทั้งหมด

จารุณี น้อยนรินทร์ (2542 : บทคัดย่อ) ได้สร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เรื่องการแต่งกลอนสุภาพขั้นพื้นฐาน วิชาภาษาไทย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนนครพนมวิทยาคม จำนวน 25 คน ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนปรากฏว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนจากการทดสอบหลังเรียนสูงกว่าคะแนนของนักเรียนจากการทดสอบก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01

อุษณีย์ เลื่อนลอย (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่าบทเรียนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 85/82.50 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ที่กำหนดไว้

ไพจิตร ทองพันธ์ (2545 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรม วิชาศิลปะศึกษา เรื่ององค์ประกอบศิลป์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลปรากฏว่าบทเรียนโปรแกรมวิชาศิลปะศึกษา เรื่อง องค์ประกอบศิลป์ สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 93.20 / 86.66 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วันชัย รัตนแสง (2545 : บทคัดย่อ) ได้ผลิตบทเรียนโปรแกรม เรื่อง การบวก ลบ คูณ ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ผลปรากฏว่าบทเรียน โปรแกรม วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก ลบ และคูณ ทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีค่าประสิทธิภาพเท่ากับ 96.60/85.22 เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติในประเทศไทยที่พบว่า การเรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมสูงกว่าการสอนตามปกติ มีงานของ ดวงใจ คำริห์ (2540 : บทคัดย่อ), ศิริลักษณ์ เส็งมี (2543 : บทคัดย่อ), ฉันทนา รัชตะชาติ (2544 : บทคัดย่อ), จรีพรรณ ปิยพสุนทร (2545 : บทคัดย่อ), เสี่ยม แสนสุด (2545 : บทคัดย่อ), จิตติยา เนาวเพ็ญ (2546 : บทคัดย่อ), อำพันธ์ ศรีรัตนภิญโญ (2547 : บทคัดย่อ)

จากผลการวิจัยเปรียบเทียบการสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมดังกล่าวข้างต้น พอจะสรุปได้ว่า การสอนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ของผู้เรียนในหลาย ๆ ระดับชั้น ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

#### งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

รุ่งโรจน์ แก้วอุไร (2531 : 21 – 23) ได้ศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณ ประกอบกับ ไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จำนวน 40 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 2 กลุ่ม กลุ่มละ 20 คน ให้กลุ่มที่ 1 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีการเสริมแรงแบบไม่มีเสียงสัญญาณประกอบและกลุ่มที่ 2 เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการเสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบ พบว่า ผลการเรียนรู้ทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

พวงเพชร วัตรรัตนพงษ์ (2536 : 126) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท. เรื่องพื้นที่และปริมาตร ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของ สสวท.

แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 แต่มีเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ไม่แตกต่างกัน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของผู้เรียนที่ได้รับการสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแตกต่างกัน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังการทดลองของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยคู่มือครูของ สสวท. แตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ

วาสนา ศรีอัครลาภ (2537 : บทคัดย่อ) วิเคราะห์ลักษณะของโปรแกรมช่วยสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนพบว่า โปรแกรม authorware และ multimedia toolbook มีลักษณะในการใช้สร้างบทเรียนด้านตัวอักษร ภาพกราฟิกและการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้มากที่สุด โปรแกรม authorware มีลักษณะสอดคล้องกับเกณฑ์การวิเคราะห์มากที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรม multimedia toolbook ซึ่งทำงานในระบบ Window เหมือนกัน โดยมีลักษณะที่แตกต่างกัน ในเรื่องของการทดสอบโปรแกรมการใช้งาน การใช้ภาพจากโปรแกรมอื่น และการเขียนสคริปต์เพื่อสร้างบทเรียนของโปรแกรม multimedia toolbook

ชูเกียรติ กะปิตตา (2540 : 75) ได้ศึกษาผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้สมการและอสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่านักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการ หลังการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ ในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์อยู่ในระดับผ่านเกณฑ์ขั้นต่ำสุดที่กำหนดไว้ และนักเรียนมีความสามารถในการแก้สมการและอสมการหลังใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบฝึกทักษะสูงกว่าก่อนใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกทักษะ อย่างมีนัยสำคัญ .05

พูนีย์ บุณนาค (2540 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดต่างกัน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ในกลุ่มที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับมีค่าอธิบาย สูงกว่ากลุ่มที่เรียนด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบผลป้อนกลับไม่มีค่าอธิบาย ที่ระดับนัยสำคัญ 0.05

โยชิน หวังทรัพย์ทวี (2543 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่มีการเสริมแรงทางบวกในการสอนซ่อมเสริม วิชาดนตรีสากล สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความยุ่งทางการเรียนรู้ ผลการศึกษาพบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องการกระจายตัวโน้ต มีคุณภาพอยู่ในระดับ ดีมาก

2. นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังการสอนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ มัลติมีเดียที่มีการเสริมแรงทางบวก สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ 0.01

วิภาวดี วงศ์เลิศ (2544 : 76 – 78) ทำการวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบมัลติมีเดียเรื่อง เซต ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิโคภิปราย ผลปรากฏว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียประสิทธิภาพเท่ากับ 88.56/85.66 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่คิโคภิปรายสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นพพันธ์ คล้อยสวาท (2545 : บทคัดย่อ) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ สอนซ่อมเสริม เรื่อง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง บทเรียนมีประสิทธิภาพ 83.55/82.38 ซึ่งสูงกว่า เกณฑ์ มาตรฐานงานวิจัยที่กำหนดไว้ 80 / 80 ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 เป็นไปตามสมมุติฐานของงานวิจัยเมื่อ วิเคราะห์ผลแยกตามระดับ พฤติกรรมในการสอบวัด และแยกตามระดับความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน พบว่า ผู้เรียนมี ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นมาก การแสดงความ คิดเห็นของผู้เรียนในภาพรวม ด้านการดำเนิน เรื่อง ภาพ ภาษาและเสียง ตัวอักษรและสี และการจัดการบทเรียน ของทุกเนื้อหา พบว่า มีค่าเฉลี่ย 4.05 จาก ระดับสูงสุด 5 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

ดวงฤดี ถิ่นวิไล (2546 : บทคัดย่อ) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2547 โรงเรียนเทพวิทยา ตำบลกรับใหญ่ อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี จำนวน 20 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของ จำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจำนวน 5 หน่วยการเรียนรู้ และนำไปหาประสิทธิภาพ ผลปรากฏว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ 82.71 / 78.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลัง เรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากงานวิจัยข้างต้นจะเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถเพิ่มประสิทธิภาพใน การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ อีกทั้งยังสามารถแก้ไขข้อบกพร่องในด้านความรู้พื้นฐานทาง คณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้ จากการศึกษาพบว่าโปรแกรม Authorware มีลักษณะในการสร้าง บทเรียนด้านตัวอักษร กราฟิก และการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ได้ดีเมื่อเปรียบเทียบกับโปรแกรมอื่น ผู้วิจัยจึงเลือกใช้โปรแกรม Authorware ในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม ในการวิจัยครั้งนี้

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ เป็นการวิจัยเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์การวิจัย 3 ประการคือ 1) เพื่อพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยวิธีดำเนินการวิจัยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

#### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 3 ปีการศึกษา 2551 ที่มีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม จำนวน 160 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองได้จากการทดสอบประชากรด้วยแบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นใช้วิธีการสุ่มแบบแบ่งชั้น (Stratified Random Sampling) (บุญชม ศรีสะอาด 2538 : 191) โดยแยกประเภทกลุ่มตัวอย่างจากคะแนนสอบและเพศ แล้วใช้วิธีการจับคู่เลือกตัวอย่างเป็นคู่ ๆ โดยตัวอย่างคู่เดียวกันจะมีเพศเดียวกันและมีคะแนนจากการทดสอบเท่ากัน (จิตชนก เขิงเขาว์ 2539 : 107) แบ่งเป็น ชาย 15 คู่ และหญิง 15 คู่ จากนั้นทำการสุ่มอย่างง่าย (Simple Random Sampling) เพื่อแยกตัวอย่างแต่ละคู่เข้ากลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 จะได้กลุ่มตัวอย่างแต่ละกลุ่มจำนวน 30 คน แล้วสุ่มกลุ่มที่ 1 เพื่อใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาในการเรียนซ่อมเสริม และกลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

## เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็นด้านเนื้อหา และด้านการออกแบบบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แล้ว
3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แล้ว
4. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม จำนวน 30 ข้อ และแบบทดสอบระหว่างเรียนมี 3 ส่วน ส่วนที่ 1 มี 15 ข้อ ส่วนที่ 2 มี 15 ข้อ และส่วนที่ 3 มี 20 ข้อ รวม 50 ข้อ
5. แบบสอบถามความพึงพอใจต่อบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

### 1. การสร้างแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

ในการสร้างแบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญได้แบ่งประเด็นสอบถามผู้เชี่ยวชาญ 2 ด้าน คือด้านเนื้อหาและด้านการออกแบบบทเรียน โดยขั้นตอนการสร้างแบบประเมิน สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. วิเคราะห์คุณลักษณะที่ดีในการนำเสนอเนื้อหา
2. ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินจากเอกสารและงานวิจัยต่างๆ
3. สร้างแบบประเมินให้มีความสอดคล้องและครอบคลุมคุณสมบัติที่ต้องการ ประเมิน โดยกำหนดค่าระดับความคิดเห็นออกเป็น 5 ระดับ
4. นำแบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้อาจารย์ที่ปรึกษาตรวจสอบแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข
5. นำแบบประเมินที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วไปใช้ (รายละเอียดตามภาคผนวก จ หน้า 183-189)

## 2. การสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา

การสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาเนื้อหาและจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวังของหลักสูตร
2. ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนสำเร็จรูปหรือบทเรียนโปรแกรม
3. นำข้อมูลที่ได้ มาจัดทำ Story Board โดยแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 ส่วน คือความรู้พื้นฐาน การบวกจำนวนเต็ม การลบจำนวนเต็ม ซึ่งเนื้อหาใช้ในการจัดทำ Story Board นี้จะใช้สำหรับการออกแบบบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. นำเนื้อหาและ Story Board ที่สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ประเมิน โดยใช้แบบประเมินด้านเนื้อหาที่สร้างขึ้น ซึ่งได้จากการสังเคราะห์ วิเคราะห์จากงานวิจัยอื่น ๆ และผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษา ผลการประเมินดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 ผลการประเมินเนื้อหาในการสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา (n=3)

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์.....	5.00	มากที่สุด
2. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริม	5.00	มากที่สุด
3. เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อยได้เหมาะสม.....	5.00	มากที่สุด
4. ความเหมาะสมด้านภาษา.....	4.33	มาก
5. การเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหา.....	5.00	มากที่สุด
6. เนื้อหามีความยากง่ายเหมาะสม.....	4.33	มาก
7. ความชัดเจนและความถูกต้องในการอธิบายเนื้อหา.....	4.33	มาก
8. แบบทดสอบท้ายบทเรียนครอบคลุมเนื้อหา.....	4.33	มาก
9. ช่วยส่งเสริมทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม.....	4.33	มาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.63</b>	<b>มากที่สุด</b>

หมายเหตุ : พิสัยของคะแนนความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 1-5

จากตารางที่ 7 แสดงให้เห็นว่าความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาโดยรวมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายข้อพบว่า มีระดับความคิดเห็นอยู่ในระดับมากที่สุด 4 รายการ คือ ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์ ความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสอน ซ่อมเสริม เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อยได้เหมาะสม และการเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหา นอกนั้นมีความคิดเห็นอยู่ในระดับมาก

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลการประเมินความเหมาะสมด้านเนื้อหาสำหรับการสร้างบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน มีความเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับมากที่สุด

5. ปรับปรุงเนื้อหาใน Story Board และสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา โดยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่สร้างขึ้นมีลักษณะเป็นหนังสือขนาด A4 ในหนึ่งหน้าประกอบด้วยกรอบเนื้อหา 2-3 กรอบ แบ่งเป็น 3 ชุด ชุดที่ 1 ประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนที่ 1 (ความรู้พื้นฐาน) จำนวน 21 หน้า ส่วนชุดที่ 2 ประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนที่ 2 (การบวกจำนวนเต็ม) จำนวน 37 หน้า และชุดที่ 3 ประกอบด้วยเนื้อหาในส่วนที่ 3 (การลบจำนวนเต็ม) จำนวน 51 หน้า และมีการเรียงลำดับเนื้อหาจากง่ายไปยาก โดยในแต่ละเนื้อหาย่อยประกอบด้วยกรอบเนื้อหา กรอบแบบฝึกหัดและกรอบแบบทดสอบตามลำดับ หากนักเรียนทำแบบทดสอบทำเรื่องผิดมากกว่าร้อยละ 20 บทเรียนจะมีคำแนะนำให้กลับไปศึกษาในเรื่องเดิมอีกครั้ง แต่หากทำถูกต้องตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป บทเรียนจะมีคำแนะนำให้ศึกษาในเรื่องถัดไปได้

6. นำบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ที่ได้สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุงให้บทเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวก และการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (n=3)

รายการประเมินด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม	ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
<b>1. คำชี้แจงในการใช้บทเรียนโปรแกรม</b>	<b>4.50</b>	<b>มากที่สุด</b>
1.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย.....	4.67	มากที่สุด
1.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน.....	4.33	มาก
<b>2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>	<b>4.44</b>	<b>มาก</b>
2.1 กิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับนักเรียน.....	4.67	มากที่สุด
2.2 สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล.....	4.33	มาก
2.3 แบบฝึกหัดได้รับความสนใจของผู้เรียน.....	4.33	มาก
<b>3. ด้านรูปเล่ม</b>	<b>4.67</b>	<b>มากที่สุด</b>
3.1 ตำแหน่งของกรอบ คำพูดเหมาะสม.....	4.67	มากที่สุด
3.2 การออกแบบมีความเรียบร้อย สวยงาม เหมาะกับวัยและความสนใจของผู้เรียน.....	4.67	มากที่สุด
3.3 ขนาดของบทเรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน.....	4.67	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.54</b>	<b>มากที่สุด</b>

หมายเหตุ : พิสัยของคะแนนความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 1-5

จากตารางที่ 8 แสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม โดยรวมพบว่ามีเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าด้านคำชี้แจงในการใช้บทเรียนโปรแกรม และด้านรูปเล่มมีความเหมาะสมมากที่สุด ส่วนในด้านการออกแบบระบบการเรียนการสอนมีความเหมาะสมในระดับมาก และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม จำนวน 3 ท่าน ให้ความเห็นว่ามีเหมาะสมในระดับมากที่สุด

7. นำข้อมูลที่ได้จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรมมาทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน โดยได้ปรับปรุงในส่วนของการแสดงหมายเลขกรอบให้ชัดเจน ใช้ตัวการ์ตูนเท่าที่จำเป็น

8. นำบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับกลุ่มตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมก่อนจะนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

8.1 ขั้นทดลองแบบรายบุคคล (One-to-one Tryout) ทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และมีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ 60 / 60 แล้วปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 9 ประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
3	12.33	12.00	14.33	38.67	21.33	77.33/71.11

จากตารางที่ 9 แสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 3 คน เท่ากับ 38.67 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 21.33 ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 77.33/71.11 แสดงว่าการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่ายอมรับได้คือ 60/60

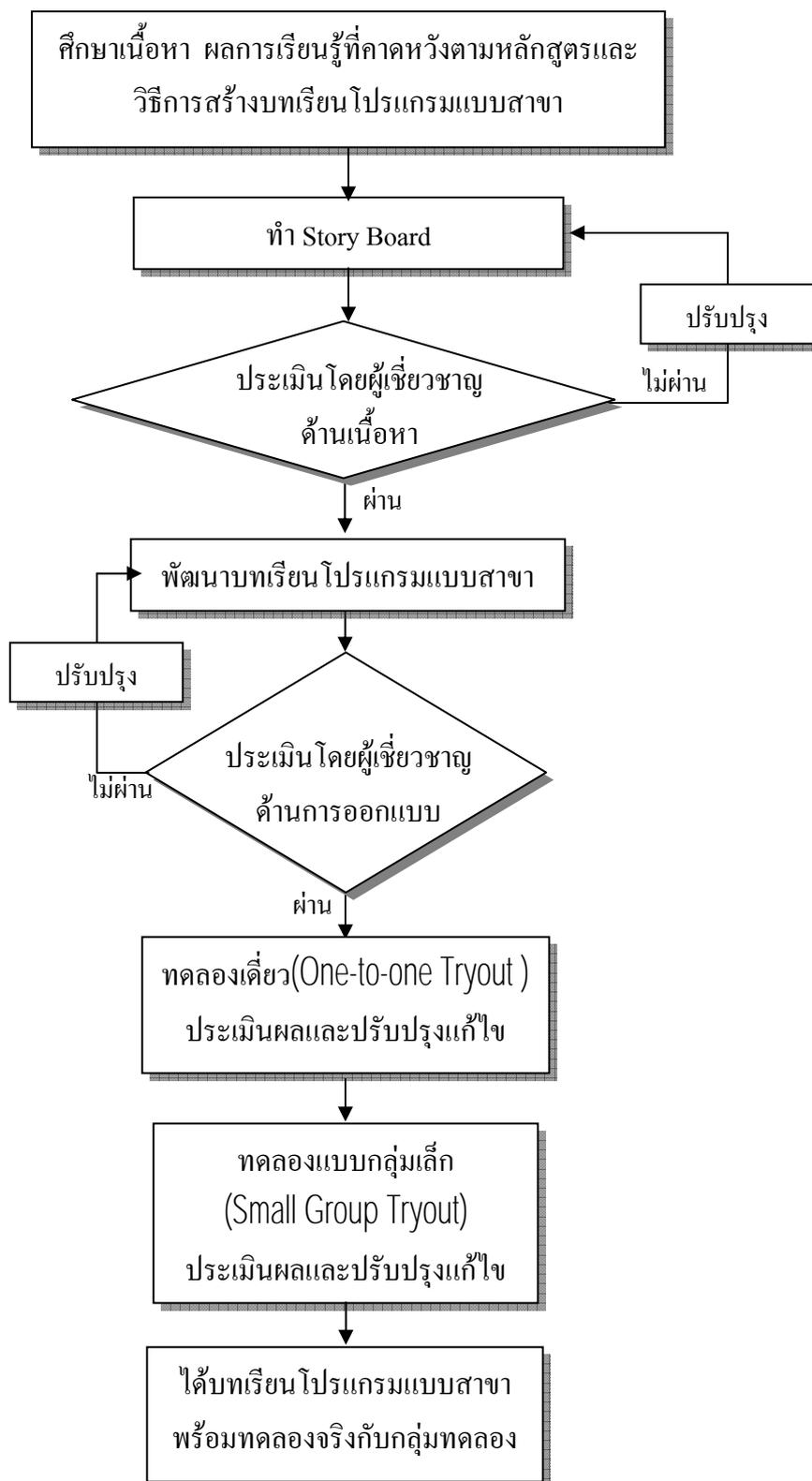
8.2 ขั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก ( Small Group Tryout ) ทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง(โดยใช้เกณฑ์เดียวกับขั้นทดลองแบบเดี่ยว) ให้เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ 70 / 70 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 10 ประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
9	11.44	11.67	14.56	37.67	22.22	75.33/74.07

จากตารางที่ 10 แสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 9 คน เท่ากับ 37.67 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 22.22 ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ได้เท่ากับ 75.33/74.07 แสดงว่าการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขามีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่ายอมรับได้คือ 70/70

9. นำบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group) กลุ่มที่ 1 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80 หรือไม่ และให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม



แผนภูมิที่ 1 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนโปรแกรม

### 3. การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีขั้นตอนในการสร้าง ดังนี้

1. นำ Story Board ที่ผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแล้ว มาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้โปรแกรม Authorware ในการสร้าง ซึ่งเมนูหลักประกอบด้วยเนื้อหา 3 ส่วนคือความรู้พื้นฐาน การบวกจำนวนเต็มและการลบจำนวนเต็ม โดยเนื้อหาแต่ละส่วนประกอบด้วยเนื้อหาย่อยซึ่งสามารถเลือกศึกษาได้จากเมนูย่อย โดยมีส่วนสำคัญคือเนื้อหาที่เป็นความรู้ในเรื่องนั้น ๆ และแบบฝึกหัดท้ายเรื่อง หากตอบถูกจะผ่านไปทำข้อต่อไปได้ แต่หากตอบผิดโปรแกรมจะมีคำอธิบายที่เหมาะสม และทุกเนื้อหาย่อยจะมีแบบทดสอบท้ายเรื่องเสมอ หากนักเรียนทำแบบทดสอบท้ายเรื่องผิดมากกว่าร้อยละ 20 โปรแกรมจะมีคำแนะนำให้กลับไปศึกษาในเรื่องเดิมอีกครั้ง แต่หากทำถูกตั้งแต่ร้อยละ 80 ขึ้นไป บทเรียนจะมีคำแนะนำให้ศึกษาในเรื่องถัดไปได้ เมื่อต้องการออกจากบทเรียนก็สามารถทำได้ทันทีและสามารถกลับไปศึกษาต่อได้

2. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ได้สร้างขึ้น ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม โดยใช้แบบประเมินที่สร้างขึ้น เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการปรับปรุง ให้บทเรียนมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ได้ผลการประเมินดังตารางที่ 9

ตารางที่ 11 ผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (n=3)

รายการประเมินด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
<b>1. ส่วนนำของบทเรียน</b>	<b>5.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
1.1 ความชัดเจนของคำชี้แจงในบทเรียน.....	5.00	มากที่สุด
1.2 ส่วนนำ เร้าความสนใจ.....	5.00	มากที่สุด
<b>2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>	<b>5.00</b>	<b>มากที่สุด</b>
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์..	5.00	มากที่สุด
2.2 สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล.....	5.00	มากที่สุด
2.3 ความเหมาะสมของการรายงานผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน	5.00	มากที่สุด

รายการประเมินด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	ระดับคะแนนเฉลี่ย	ระดับการประเมิน
<b>3. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</b>	<b>4.67</b>	<b>มากที่สุด</b>
3.1 เสียงที่ใช้มีความเหมาะสม.....	5.00	มากที่สุด
3.2 สีที่ใช้มีความเหมาะสม.....	4.00	มาก
3.3 ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม ง่ายต่อการอ่าน	5.00	มากที่สุด
3.4 มีการออกแบบที่สวยงามและดึงดูดความสนใจ.....	4.67	มากที่สุด
<b>4. การออกแบบปฏิสัมพันธ์</b>	<b>4.33</b>	<b>มาก</b>
4.1 มีเมนูการใช้งานที่ง่ายและสะดวก.....	4.67	มากที่สุด
4.2 ผลย้อนกลับ เสริมแรง มีความหลากหลายและเหมาะสม.....	4.00	มาก
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.76</b>	<b>มากที่สุด</b>

หมายเหตุ : พิสัยของคะแนนความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 1-5

จากตารางที่ 11 แสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยรวมพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่าส่วนนำของบทเรียน การออกแบบระบบการเรียนการสอน และส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมากที่สุด ส่วนด้านการออกแบบปฏิสัมพันธ์มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และเมื่อพิจารณาแต่ละรายการพบว่าผู้เชี่ยวชาญมีความคิดเห็นว่ามี ความเหมาะสมในระดับมากถึงมากที่สุด

ดังนั้นสรุปได้ว่าผลการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 3 ท่าน ให้ความเห็นว่ามี ความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

3. นำข้อมูลที่ได้จากคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาทำการปรับปรุงแก้ไขบทเรียน โดยปรับปรุงตามคำแนะนำดังนี้

ในส่วนของเมนูการใช้งานให้เพิ่มในส่วนของคำชี้แจงและผู้พัฒนา สำหรับแบบฝึกหัดท้ายเนื้อหาข้อย่อยให้เพิ่มปุ่มที่สามารถเลือกเพื่อไปหน้าถัดไปและหน้าก่อนหน้าได้ และเพิ่มเสียงดนตรีและเสียงบรรยายโดยให้ผู้เรียนสามารถเปิดหรือปิดเองได้ ส่วนการแสดงผลการทำแบบทดสอบท้ายเนื้อหาข้อย่อยให้เปลี่ยนพื้นหลังของการรายงานผลการทดสอบให้แตกต่างกันระหว่างสอบผ่านและสอบไม่ผ่าน

4. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญไปทดลองกับกลุ่มตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งเป็นนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อหาข้อบกพร่องและนำมาปรับปรุงให้มีความเหมาะสมก่อนจะนำไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง ดังนี้

4.1 ขั้นทดลองแบบรายบุคคล ( One-to-one Tryout ) ทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 3 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และมีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ 60 / 60 แล้วปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 12 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
3	12.67	11.00	14.00	37.67	21.00	75.33/70.00

จากตารางที่ 12 แสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 3 คน เท่ากับ 37.67 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 21.00 ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  เท่ากับ 75.33/70.00 แสดงว่าการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่ายอมรับได้คือ 60/60

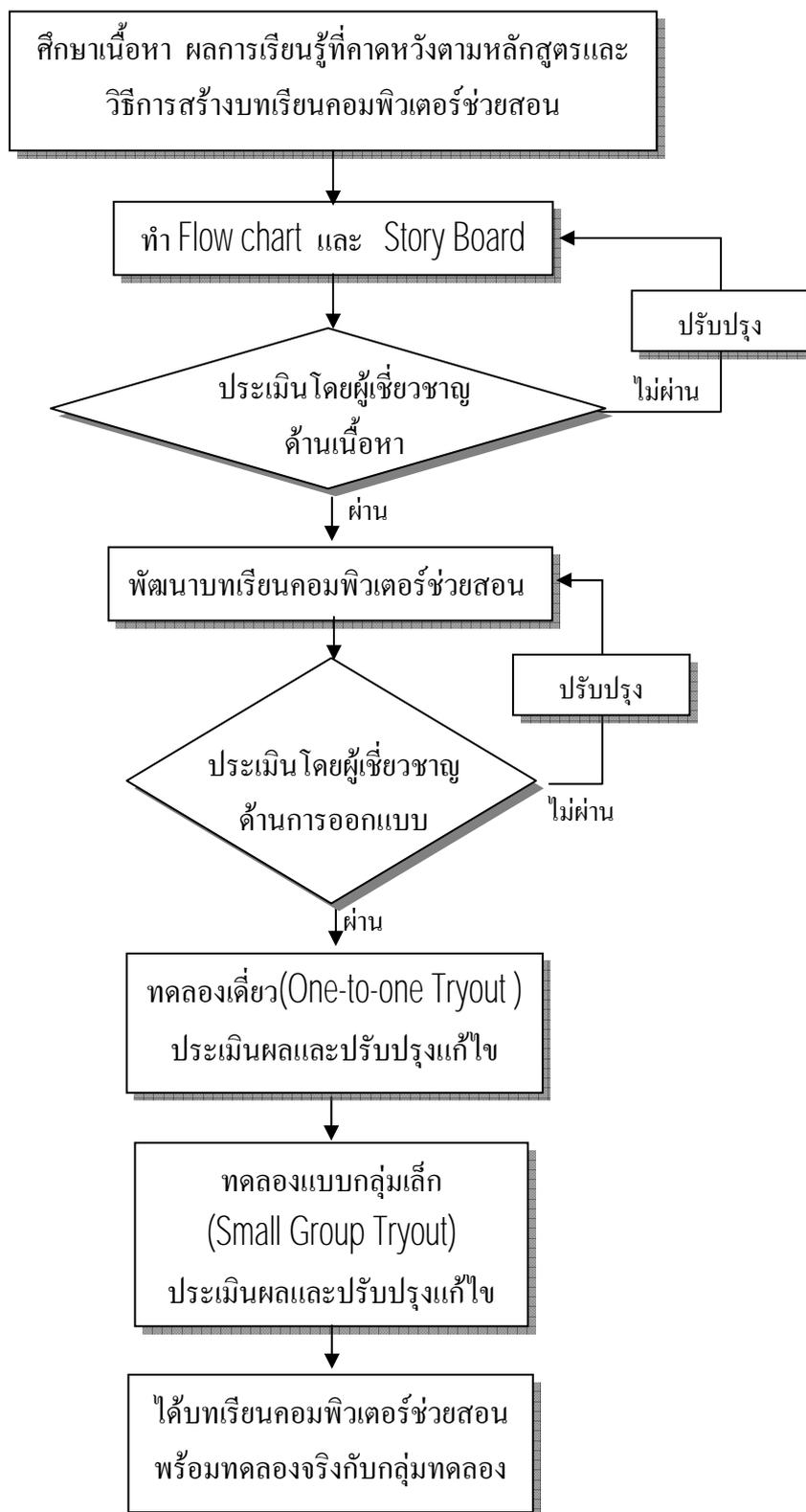
4.2 ขั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก ( Small Group Tryout ) ทดลองกับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา จำนวน 9 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง(โดยใช้เกณฑ์เดียวกับขั้นทดลองแบบเดี่ยว) ให้เรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ปรับปรุงแล้ว เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียน ตามเกณฑ์ 70 / 70 แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

ตารางที่ 13 ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
9	12.44	12.78	15.00	40.22	23.67	80.44/78.89

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นถึงคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 9 คน เท่ากับ 40.22 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนเท่ากับ 23.67 ดังนั้นค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ได้เท่ากับ 80.44/78.89 แสดงว่าการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ว่ายอมรับได้คือ 70/70

9. นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่ได้ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองจริงกับกลุ่มตัวอย่าง (Experimental Group) กลุ่มที่ 2 จำนวน 30 คน เพื่อตรวจสอบว่ามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์  $E_1/E_2$  เท่ากับ 80/80 หรือไม่ และให้ตอบแบบสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม



แผนภูมิที่ 2 ขั้นตอนการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

#### 4. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

1. ศึกษาแนวทางการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จากเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาวัตถุประสงค์ของหลักสูตร ทำตารางวิเคราะห์หลักสูตรเพื่อสร้างแบบทดสอบเป็นปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ โดยทำการสร้างเบื้องต้น จำนวน 50 ข้อ ก่อนหาคุณภาพ
3. นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบพิจารณาความตรงของเนื้อหา (Content Validity) กับแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับวัตถุประสงค์ (IOC) โดยใช้สูตรของโรวินเนลลี และแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton : อ้างถึงใน ล้วน สายยศ 2543 : 248) คือ IOC (Index Objective Congruency) ที่ค่าดัชนีไม่ต่ำกว่า 0.5

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

เมื่อ IOC คือ ดัชนีความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum R$  คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

เมื่อผู้วิจัยคำนวณหาค่า IOC ตามสูตรได้ค่า IOC ของแบบทดสอบ มีค่าเท่ากับ 0.66-1.00 ทั้งฉบับ (ตามรายละเอียดในภาคผนวก ข หน้า 202) แสดงว่าแบบทดสอบนี้มีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหาและจุดประสงค์

4. นำแบบทดสอบไปใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่เคยเรียนเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมาแล้ว จำนวน 30 คน ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง เพื่อเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป (ยูทพงษ์ กัวยรรณ์ 2543 : 126 – 128)

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

2N คือ จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำรวมกัน

P คือ ค่าความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80

$$r = \frac{H - L}{N}$$

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

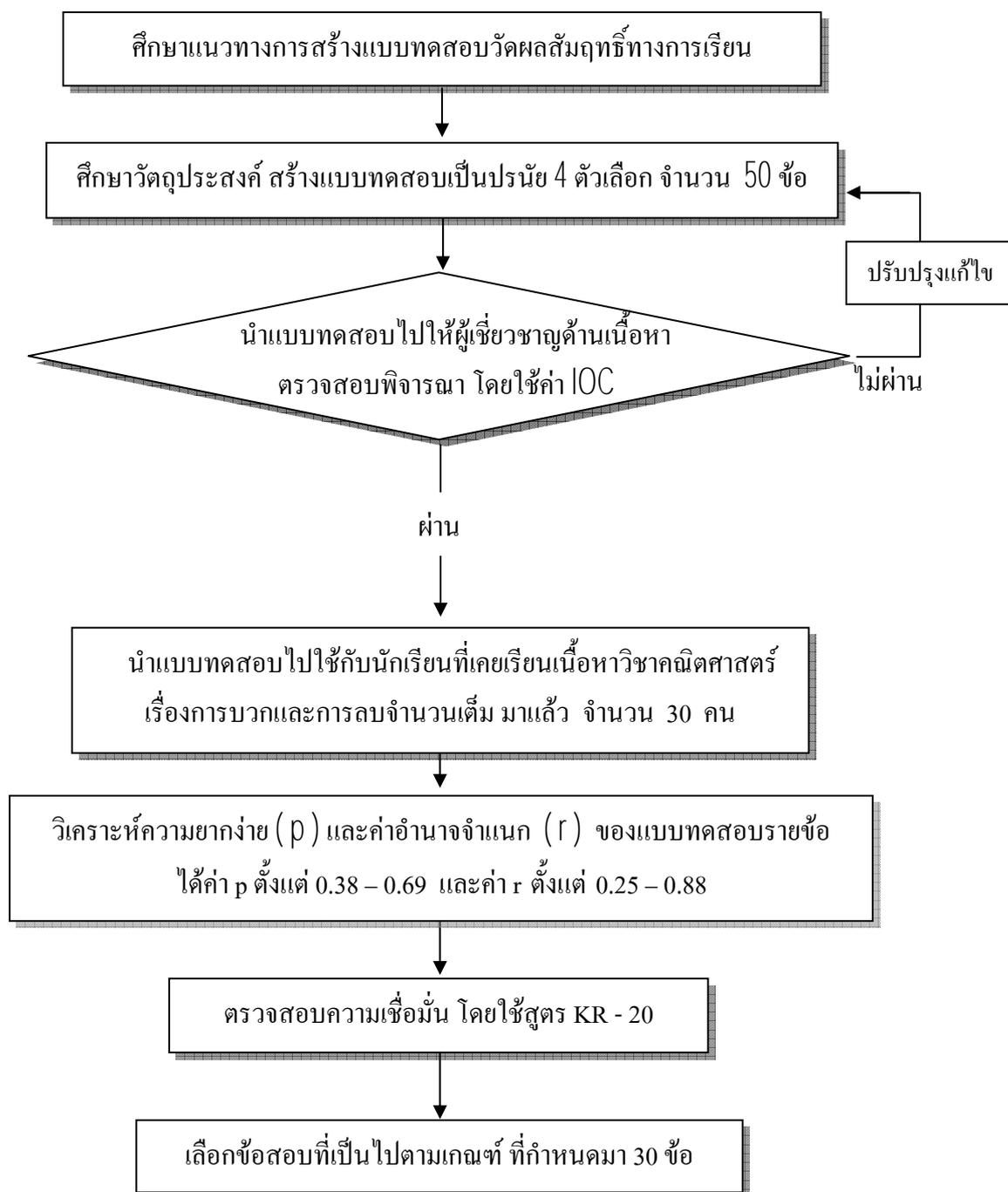
L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำรวมกัน

r คือ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

5. นำคะแนนมาตรวจสอบความเชื่อมั่น(reliability) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR - 20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน (บุญเรียง ขจรศิลป์ 2530 ข : 163) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับเท่ากับ 0.96

6. คัดเลือกข้อสอบที่เหมาะสม ได้ข้อสอบระหว่างเรียนจำนวน 30 ข้อ และข้อสอบหลังเรียนจำนวน 30 ข้อ ที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.38 – 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.88 เพื่อนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง



แผนภูมิที่ 3 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

## 5. การสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

ผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

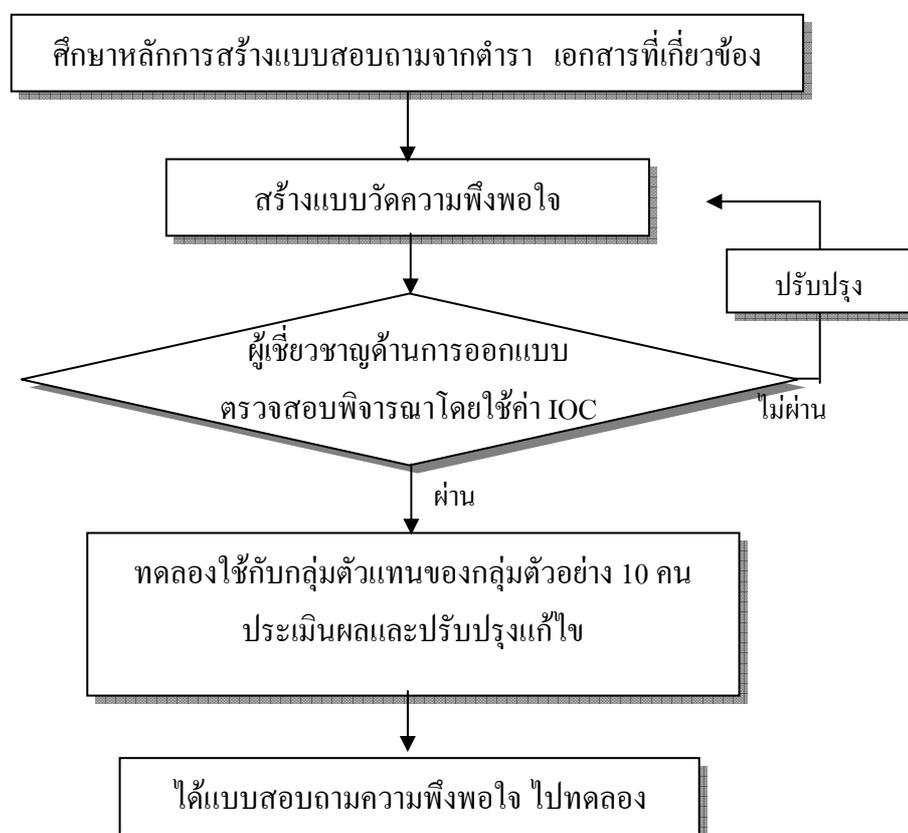
1. ศึกษาหลักการสร้างแบบสอบถามจากตำรา เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการวัดประเมินผล
2. สร้างแบบสอบถามความพึงพอใจของบทเรียนโดยกำหนดรูปแบบเป็น 2 ส่วนคือ แบบปลายปิด ที่มีลักษณะการตอบแบบมาตราส่วนประเมินค่า ( Rating Scale ) 5 ระดับของเบสท์ และแบบสอบถามแบบปลายเปิด เพื่อสอบถามข้อเสนอแนะเพิ่มเติม
3. นำแบบสอบถามความพึงพอใจที่สร้างเสร็จแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตรวจสอบพิจารณาโดยใช้คำดัชนีความสอดคล้อง (IOC) แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขให้มีความถูกต้องเหมาะสมยิ่งขึ้น
4. นำแบบสอบถามความพึงพอใจ ไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวแทนของกลุ่มตัวอย่างจำนวน 10 คน เพื่อทดสอบความเหมาะสมในด้านการใช้ภาษา นำมาปรับปรุงแก้ไขจนได้แบบสอบถามความพึงพอใจ ที่มีความเหมาะสม สามารถนำไปสอบถามกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. นำไปให้กลุ่มตัวอย่างทั้งสองกลุ่ม ทำการตอบแบบสอบถามหลังจากเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม
6. ทำการวิเคราะห์ข้อมูล โดยหาค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เพื่อวัดระดับความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่าง ที่มีต่อบทเรียน โดยแบบวัดความพึงพอใจ เป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามแนวคิดของ Likert ( พวงรัตน์ ทวีรัตน์ : 107 -108) โดยกำหนดระดับความคิดเห็น ดังนี้

5	หมายถึง	มากที่สุด
4	หมายถึง	มาก
3	หมายถึง	ปานกลาง
2	หมายถึง	พอใช้
1	หมายถึง	ควรปรับปรุง

การแปลความหมาย ใช้คะแนนเฉลี่ยที่ได้ จากการวิเคราะห์ข้อมูลมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ นำมาหาค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ดังนี้ (Best 1986 : 181 – 183)

คะแนน	4.50 – 5.00	แปลความว่า	มีความพึงพอใจในเรื่องนั้นมากที่สุด
	3.50 – 4.49	แปลความว่า	มีความพึงพอใจในเรื่องนั้นมาก
	2.50 – 3.49	แปลความว่า	มีความพึงพอใจในเรื่องนั้นปานกลาง
	1.50 – 2.49	แปลความว่า	มีความพึงพอใจในเรื่องนั้นน้อย
	1.00 – 1.49	แปลความว่า	มีความพึงพอใจในเรื่องนั้นน้อยที่สุด

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ เป็นแผนภูมิ ได้ดังนี้



แผนภูมิที่ 4 ขั้นตอนการสร้างแบบสอบถามความพึงพอใจ

### แบบแผนการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ใช้แบบแผนการวิจัยดังนี้ (องอาจ นัยวัฒน์ 2548 : 269, 274)

กลุ่ม	ให้สิ่งทดลอง	ทดสอบหลัง
RE <sub>1</sub>	X <sub>1</sub>	O <sub>2</sub>
RE <sub>2</sub>	X <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>

เมื่อ	R	คือ	การสุ่มตัวอย่างเข้าสู่กลุ่มที่ทำการวิจัย
	E <sub>1</sub>	คือ	กลุ่มตัวอย่างที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา
	E <sub>2</sub>	คือ	กลุ่มตัวอย่างที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	X <sub>1</sub>	คือ	การเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา
	X <sub>2</sub>	คือ	การเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
	O <sub>2</sub>	คือ	การทดสอบหลังเรียน

### วิธีการดำเนินการทดลอง

#### 1. ขั้นเตรียมการ

1.1 ผู้วิจัยจัดเตรียมเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองได้แก่บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกลบจำนวนเต็ม เตรียมกลุ่มตัวอย่าง โดยแจ้งให้กลุ่มตัวอย่างทราบ สถานที่ และเวลาที่ใช้ในการเรียนซ่อมเสริม

1.2 ประสานงานกับเจ้าหน้าที่ห้องคอมพิวเตอร์ ของโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา ให้ทำการเพิ่มเวลาบริการในชั่วโมงคั่นคั่วของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เพื่ออำนวยความสะดวกให้กลุ่มตัวอย่างที่จะมาใช้ห้อง โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 คน ต่อ 1 เครื่อง

#### 2. ขั้นตอนการ

เวลาที่ใช้ในการทดลองจะขึ้นอยู่กับความสามารถในการเรียนรู้ของกลุ่มตัวอย่างแต่ละคน

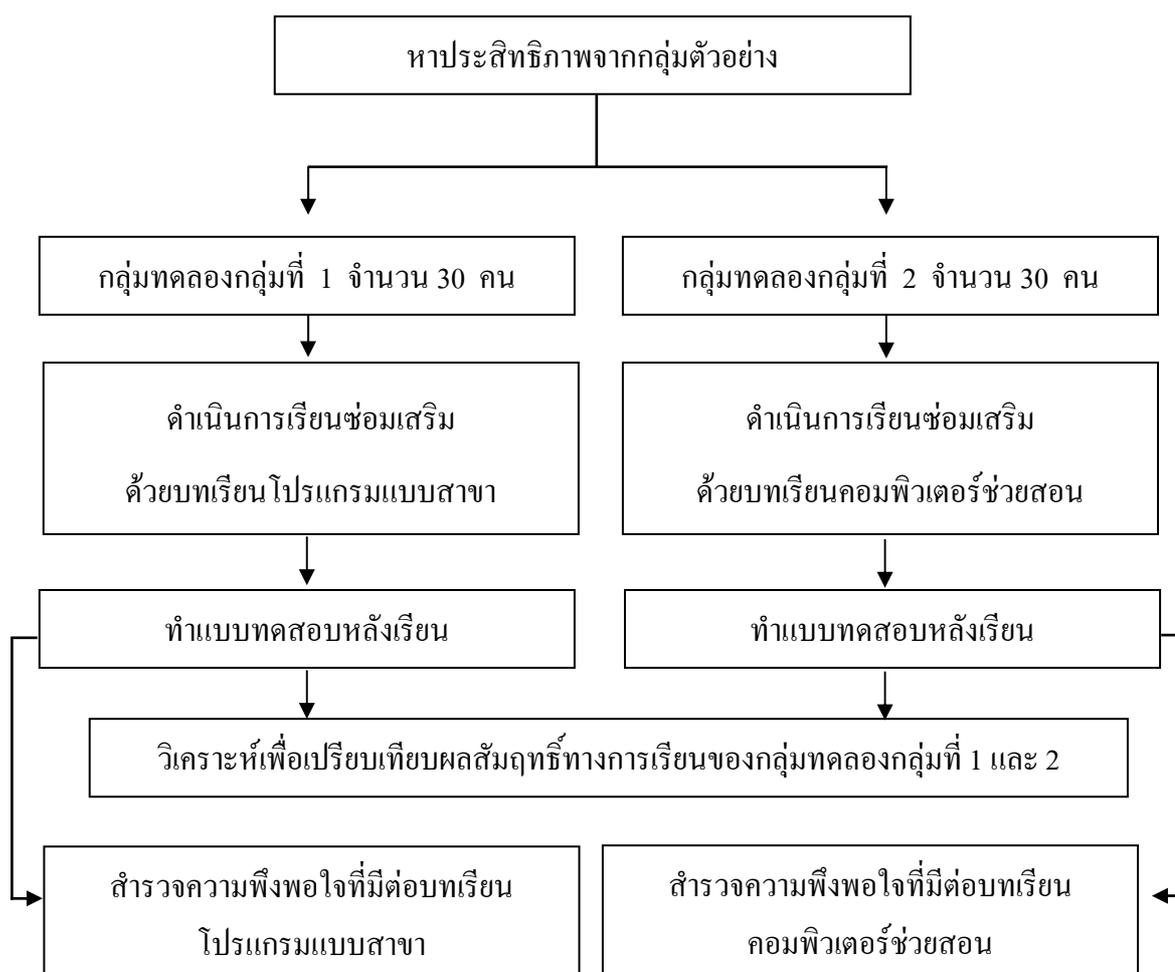
2.1 จัดแจงรายละเอียดการเรียนซ่อมเสริม วิธีใช้บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาสำหรับกลุ่มที่ 1 และวิธีใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับกลุ่มที่ 2 ทราบ

2.2 ให้กลุ่มตัวอย่างกลุ่มที่ 1 ศึกษาจากบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และกลุ่มที่ 2 ศึกษาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

2.3 หลังจากการเรียนรู้ซ่อมเสริมด้วยบทเรียนเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียน ( Posttest ) ตามวันเวลาที่นัดหมาย

2.4 ให้กลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจ เพื่อวัดความพึงพอใจของนักเรียนกลุ่มที่ 1 ที่มีต่อบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา และความพึงพอใจกลุ่มที่ 2 ที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

หลังจากที่ได้ทดลองใช้ บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม และรวบรวมข้อมูล ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ เพื่อหาประสิทธิภาพและทำการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังจากเรียนรู้ซ่อมเสริมด้วยบทเรียนที่แตกต่างกันระหว่างกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2



แผนภูมิที่ 5 วิธีดำเนินการทดลอง

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลด้วยตนเอง มีขั้นตอนดังนี้

1. เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญทั้งสิ้นจำนวน 9 ท่าน แบ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาจำนวน 3 ท่าน ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรมจำนวน 3 ท่าน และผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำนวน 3 ท่าน

2. เก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับการประเมินประสิทธิภาพการเรียนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ในขั้นทดลองแบบรายบุคคล (One-to-one Tryout) ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ในขั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout) ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ในขั้นทดลองแบบรายบุคคล (One-to-one Tryout) ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 3 คน ในขั้นทดลองแบบกลุ่มเล็ก (Small Group Tryout) ทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน

3. เก็บรวบรวมข้อมูลจากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และ 2

4. เก็บรวบรวมข้อมูลแบบประเมินความพึงพอใจเกี่ยวกับการเรียนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ใช้สถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของแบบทดสอบ จากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง ใช้สูตรของโรวินลลี และแฮมเบิลตัน (Rowinelli and Hambleton , อ้างถึงใน ล้วน สายยศ 2543 : 248) คือ IOC (Index Objective Congruency) ที่ค่าดัชนีไม่ต่ำกว่า 0.5

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

เมื่อ IOC คือ คำนวณความสอดคล้องระหว่างแบบทดสอบกับจุดประสงค์  
 $\sum R$  คือ ผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญทั้งหมด  
 N คือ จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2. วิเคราะห์ดัชนีความยากง่าย ดัชนีอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากนักเรียนที่เคยผ่านการเรียนในเนื้อหาแล้ว (ยูทงพงษ์ กัยวรรณ์ 2543 : 126 – 128)

$$P = \frac{H + L}{2N}$$

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

2N คือ จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำรวมกัน

P คือ ค่าความยากง่าย ระหว่าง .20 - .80

$$r = \frac{H - L}{N}$$

H คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนสูง

L คือ จำนวนคนตอบถูกในกลุ่มคะแนนต่ำ

N คือ จำนวนคนในกลุ่มคะแนนสูงและกลุ่มคะแนนต่ำรวมกัน

r คือ ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ .20 ขึ้นไป

และหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้สูตร KR - 20 ของ Kuder – Richardson (บุญเรียง ขจรศิลป์ 2530 ก : 113)

$$KR - 20 \ r = \frac{k}{k - 1} \left[ \frac{1 - \sum pq}{s^2} \right]$$

เมื่อ r = ดัชนีความเที่ยงของแบบทดสอบ

K = จำนวนข้อในแบบทดสอบ

P = สัดส่วนของคนที่ตอบถูก

q = 1 - p

$S^2$  = ความแปรปรวนของคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบทั้งสองฉบับ  
ของคนที่ทำแบบทดสอบ

3. หาค่าสถิติพื้นฐานของความคิดเห็นของกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ค่าเฉลี่ยของผลการเรียนรู้  
โดยการคำนวณจากสูตร

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

เมื่อกำหนดให้  $\bar{X}$  คือ ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\sum X$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  คือ จำนวนนักเรียน

4. หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของความคิดเห็น โดยคำนวณจากสูตร

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

เมื่อกำหนดให้ S.D. คือ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$\sum x$  คือ ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$\sum x^2$  คือ ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง

$n$  คือ จำนวนนักเรียน

5. การหาประสิทธิภาพของบทเรียน โดยใช้สูตร  $E_1 / E_2$  ซึ่ง  $E_1$  เป็นประสิทธิภาพของ  
กระบวนการ และ  $E_2$  เป็นประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (ชัยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ 2520 : 136)

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

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

$E_1$  คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียน

$E_2$  คือ ร้อยละของคะแนนที่นักเรียนได้รับโดยเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

เมื่อกำหนดให้

E1	แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน
E2	แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
$\sum X$	แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากแบบทดสอบระหว่างเรียน
$\sum F$	แทน คะแนนรวมของการทดสอบหลังเรียน
N	แทน จำนวนนักเรียน
A	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบระหว่างเรียน
B	แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

6. ทดสอบความแตกต่างของคะแนนวัดผลสัมฤทธิ์หลังเรียนซ่อมเสริมระหว่างนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สถิติแบบ t - test แบบ Independent Group ( บุญชม ศรีสะอาด 2538 : 169 )

$$t = \frac{\overline{X}_1 - \overline{X}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2}}}$$

เมื่อกำหนดให้	$\overline{X}_1$	คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$\overline{X}_2$	คือ คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	$n_1$	คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$n_2$	คือ ขนาดของกลุ่มตัวอย่างที่ 2
	$S_1^2$	คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 1
	$S_2^2$	คือ ความแปรปรวนของกลุ่มตัวอย่างที่ 2

#### บทที่ 4

#### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สามารถวิเคราะห์ผลการทดลองโดยแบ่งเป็น 3 ตอนดังนี้

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตอนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตารางที่ 14 การหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 (n=30)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
30	13.23	12.83	14.97	41.03	24.23	82.07/80.78

จากตารางที่ 14 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 30 คน เท่ากับ 41.03 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 24.23 ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ได้เท่ากับ 82.07/80.78 แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ได้ดังนี้

$E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.07 ของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละส่วน

$E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนจากบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 80.78 ของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน (รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 20 ในภาคผนวก จ)

ดังนั้นสรุปได้ว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่า  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.07/80.78 แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

ตารางที่ 15 การหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มกับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 (n=30)

จำนวน (คน)	คะแนนเฉลี่ยแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวมเฉลี่ย	คะแนนเฉลี่ย ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
30	13.40	12.83	15.20	41.43	24.37	82.87/81.22

จากตารางที่ 15 จะเห็นว่าคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบระหว่างเรียนของนักเรียนจำนวน 30 คน เท่ากับ 41.43 และคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียนของนักเรียนเท่ากับ 24.37 ค่าประสิทธิภาพ  $E_1/E_2$  ได้เท่ากับ 82.87/81.22 แสดงว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80 ได้ดังนี้

$E_1$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของพฤติกรรมที่เปลี่ยนในตัวนักเรียน คิดเป็นร้อยละ 82.87 ของคะแนนเฉลี่ยจากการทำแบบทดสอบระหว่างเรียนของแต่ละส่วน

$E_2$  หมายถึง ค่าประสิทธิภาพของกระบวนการเรียนการสอนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม คิดเป็นร้อยละ 81.22 ของคะแนนเฉลี่ยจากการทดสอบหลังเรียน (รายละเอียดปรากฏดังตารางที่ 23 ในภาคผนวก ฉ)

ดังนั้นสรุปได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่า  $E_1/E_2$  เท่ากับ 82.87/81.22 แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ 80/80

## ตอนที่ 2 วิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขากับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา ตำบลหนองหญ้าไซ อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี แบ่งเป็นกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา จำนวน 30 คน และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน จำนวน 30 คน แสดงผลเปรียบเทียบดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 16 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน ของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและกลุ่มที่ 2 ที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1		กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2		t
$\bar{X}$	S.D.	$\bar{X}$	S.D.	
24.23	3.71	24.37	2.25	0.168

\* $p < .01$

จากตารางที่ 16 พบว่าค่าเฉลี่ย ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนหลังทำการทดลองของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 ( $\bar{x} = 24.23$ , S.D. = 3.71) และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 ( $\bar{x} = 24.37$ , S.D. = 2.25) แตกต่างกัน เมื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 พบว่าแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ

0.01 หมายความว่า หลังการทดลองนักเรียนกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2 มีระดับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันในเชิงสถิติ ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมติฐานที่กำหนดไว้

ดังนั้นสรุปได้ว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างจากนักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

**ตอนที่ 3 วิเคราะห์ข้อมูลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม**

ตารางที่ 17 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (n=30)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ			
	$\bar{x}$	S.D.	ลำดับที่	แปลผล
<b>ด้านเนื้อหา</b>	<b>4.59</b>	<b>0.51</b>	<b>2</b>	<b>มากที่สุด</b>
1. เนื้อหาของบทเรียนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย.....	4.77	0.57		
2. ความยากง่ายของบทเรียนเหมาะสมกับระดับของนักเรียน	4.90	0.31		
3. การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม.....	4.60	0.50		
4. นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง.....	4.17	0.53		
5. แบบทดสอบในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม.....	4.53	0.635		
<b>ด้านการออกแบบ</b>	<b>4.78</b>	<b>0.47</b>	<b>1</b>	<b>มากที่สุด</b>
6. ความพอใจกับการตรวจงานด้วยตนเอง เพราะทราบผลในทันที.....	4.57	0.63		
7. ขนาดของรูปเล่มมีความเหมาะสม.....	4.93	0.25		
8. รูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ.....	4.83	0.53		
<b>ด้านคุณค่าและประโยชน์</b>	<b>4.48</b>	<b>0.57</b>	<b>3</b>	<b>มาก</b>
9. ความพอใจกับการเรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีนี้.....	4.47	0.63		
10. ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมนี้	4.50	0.51		
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.63</b>	<b>0.51</b>		<b>มากที่สุด</b>

หมายเหตุ : พิสัยของระดับความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 1 – 5

จากตารางที่ 17 แสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ผลการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 4.17 ถึง 4.90 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรายการในแบบสอบถามอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 4.63 ซึ่งหมายความว่านักเรียนเห็นด้วยกับข้อรายการในแบบสอบถามอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนเห็นว่าบทเรียนโปรแกรมมีความเหมาะสมในด้านการออกแบบมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.78 รองลงมาได้แก่ ด้านเนื้อหาค่าเฉลี่ย 4.59 และด้านคุณค่าและประโยชน์ค่าเฉลี่ย 4.48

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สรุปได้ว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าบทเรียน โปรแกรมแบบสาขามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเพราะการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมนี้ มีเนื้อหาบทเรียนที่จัดไว้เป็นกรอบตามลำดับความยากง่าย มีคำแนะนำในการเรียน มีภาพประกอบสีสันสวยงาม และนักเรียนสามารถเรียนซ่อมเสริมได้ด้วยตนเอง

ตารางที่ 18 ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม (n=30)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ			
	$\bar{x}$	S.D.	ลำดับที่	แปลผล
<b>ด้านเนื้อหา</b>	<b>4.61</b>	<b>0.52</b>	<b>2</b>	<b>มากที่สุด</b>
1. ความง่ายในการศึกษาบทเรียน.....	4.67	0.61		
2. ความต่อเนื่องในการจัดลำดับเนื้อหา.....	4.77	0.50		
3. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด.....	4.67	0.48		
4. ความเหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละหัวข้อ.....	4.27	0.52		
5. การเฉลยคำตอบที่ทราบผลในทันที.....	4.70	0.47		
<b>ด้านการออกแบบ</b>	<b>4.71</b>	<b>0.45</b>	<b>1</b>	<b>มากที่สุด</b>
6. ความชัดเจนและความน่าสนใจของตัวอักษร.....	4.47	0.63		
7. ความเหมาะสมของภาพประกอบ.....	4.93	0.25		
8. ความเหมาะสมและความน่าสนใจของเสียงประกอบ..	4.80	0.41		
9. การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ.....	4.73	0.45		
10. การโต้ตอบกับบทเรียน.....	4.63	0.49		

ตารางที่ 18 (ต่อ)

รายการ	ระดับความพึงพอใจ			
	$\bar{x}$	S.D.	ลำดับที่	แปลผล
<b>ด้านประโยชน์</b>	<b>4.52</b>	<b>0.63</b>	<b>3</b>	<b>มากที่สุด</b>
11. ความรู้และประโยชน์ที่ได้จากเนื้อหา.....	4.50	0.68		
12. การเรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น.....	4.53	0.57		
<b>เฉลี่ยรวม</b>	<b>4.64</b>	<b>0.50</b>		<b>มากที่สุด</b>

หมายเหตุ : พิสัยของระดับความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 1 – 5

จากตารางที่ 18 แสดงให้เห็นถึงความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ผลการประเมินพบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนความคิดเห็นมีค่าตั้งแต่ 4.27 ถึง 4.93 ซึ่งนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยกับรายการในแบบสอบถามอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมมีค่าเท่ากับ 4.64 ซึ่งหมายความว่านักเรียนเห็นด้วยกับข้อรายการในแบบสอบถามอยู่ในระดับมากที่สุด

เมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่า นักเรียนเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมในด้านการออกแบบมากที่สุดค่าเฉลี่ย 4.71 รองลงมาได้แก่ ด้านเนื้อหาค่าเฉลี่ย 4.61 และด้านประโยชน์ค่าเฉลี่ย 4.52

จากการวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สรุปได้ว่านักเรียนมีความคิดเห็นว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเพราะการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ มีการออกแบบบทเรียนที่มีความน่าสนใจ มีการโต้ตอบกับบทเรียน มีเสียงดนตรีและเสียงบรรยายที่สามารถเลือกเปิดหรือปิดได้ มีการแสดงผลการทำแบบทดสอบเพื่อประเมินตนเอง

## บทที่ 5

### สรุป อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

#### สรุป

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีวัตถุประสงค์การวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์หลังเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เพื่อศึกษาความพึงพอใจที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม นักเรียนที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา อำเภอหนองหญ้าไซ จังหวัดสุพรรณบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษสุพรรณบุรี เขต 3 ปี การศึกษา 2551 ที่มีผลสัมฤทธิ์ไม่ผ่านเกณฑ์ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลองมี 2 กลุ่ม กลุ่มละ 30 คน โดยกลุ่มที่ 1 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและกลุ่มที่ 2 เรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การเก็บรวบรวมข้อมูล ผู้วิจัยได้นำบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็มมาหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 แล้วนำไปใช้กับกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และกลุ่มที่ 2 ตามลำดับ โดยให้นักเรียนทุกคนทำการทดสอบหลังเรียน และตอบแบบสอบถามความพึงพอใจ จากนั้นทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ระหว่างกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขากับกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยการทดสอบค่าทางสถิติ (t-test) และใช้ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานวิเคราะห์ข้อมูลจากแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาและวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยสามารถสรุปผลได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 82.07/80.78 และประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีค่าเท่ากับ 82.87/81.22 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด 80/80
2. นักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแตกต่างกันอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ 0.01
3. นักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.63$ ) และมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อยู่ในระดับมากที่สุด ( $\bar{X} = 4.64$ )

### การอภิปรายผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมระหว่างบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม สามารถอภิปรายผลได้ดังนี้

1. ผลการวิจัยพบว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.07/80.78 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของอุษณีย์ เกื่อนลอย (2543 : บทคัดย่อ) ไพจิตร ทองพันธ์ (2545 : บทคัดย่อ) และวันชัย รัตนแสง (2545 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการสร้างบทเรียนโปรแกรมซึ่งบทเรียนที่ได้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมเป็นวิธีการเรียนที่น่าสนใจทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นที่จะทำกิจกรรมต่างๆ ในบทเรียนซึ่งทำให้เกิดความรู้ความเข้าใจได้ดียิ่งขึ้น(อมรรัตน์ วันทอง 2546 : บทคัดย่อ) และจากการวิจัยครั้งนี้พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มมีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.87/81.22 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยดวงฤดี ถิ่นวิไล (2546 : บทคัดย่อ) ที่ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีประสิทธิภาพ 82.71 / 78.83 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ประสิทธิภาพที่กำหนดไว้ ผลการวิจัยดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา

คณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ ซึ่งสอดคล้องกับ  
สมมุติฐานที่กำหนดไว้

2. ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนจากการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์  
เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็มระหว่างการเรียนด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผลปรากฏว่านักเรียนที่เรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการ  
บวกและการลบจำนวนเต็มด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกันในเชิงสถิติ ที่ระดับความมีนัยสำคัญทางสถิติ ที่ระดับ  
0.01 ซึ่งไม่เป็นไปตามสมมุติฐานที่กำหนดไว้ และจะเห็นได้ว่าการวิจัยครั้งนี้ นักเรียนที่เรียน  
ซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขา มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อนเรียน สอดคล้อง  
กับผลการวิจัยของสุพัตรา พลพิมพ์ (2540 : 121) จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง (2541 : บทคัดย่อ) และ  
จารุณี น้อยรินทร์ (2542 : 100) ที่พบว่าบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการ  
เรียนของผู้เรียนสูงขึ้น และยังสอดคล้องกับงานวิจัยของไพจิตร โชตินิสากรณ์ (2530 : บทคัดย่อ)  
ที่ได้ทำการวิจัยเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริม โดยครูกับการสอนซ่อมเสริม โดยการใช้บทเรียน โปรแกรม  
ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์หลังการสอนซ่อมเสริม โดยใช้  
บทเรียน โปรแกรมสูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการสอนซ่อมเสริมอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ  
.01 เหตุที่เป็นเช่นนี้เพราะบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาเป็นการสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล  
ผู้เรียนสามารถศึกษาได้ตามความพอใจโดยไม่จำกัดเวลา สถานที่ เป็นการสอนที่ยืดหยุ่นเป็น  
สำคัญ เช่นเดียวกับที่วารินทร์ รัศมีพรหม (2531 : 74) ได้กล่าวถึงบทเรียนสำเร็จรูปไว้ว่า  
บทเรียนสำเร็จรูปนั้นเป็นการออกแบบให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางมุ่งไปที่ผู้เรียนมากกว่า อีกทั้ง  
บทเรียน โปรแกรมแบบสาขาที่สร้างขึ้นได้มีการจัดลำดับเนื้อหาไว้ให้ผู้เรียนเรียนซ่อมเสริมอย่าง  
เป็นขั้นตอน เมื่อมีการผนวกกับการใช้ภาพการ์ตูนทำให้เกิดความน่าสนใจ ซึ่งสอดคล้องกับ  
งานวิจัยของพิเชฐ อินโสม (2531 : 84) กล่าวว่า การเรียนรู้มีคุณสมบัติดึงดูดใจ เราความสนใจของ  
เด็กอย่างเห็นได้ชัด และทำให้เด็กมีความกระตือรือร้น ไม่เบื่อง่าย และจากการวิจัยครั้งนี้ นักเรียน  
กลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าก่อน  
เรียน สอดคล้องกับงานวิจัยของปริญญา คำใบ (2543 : บทคัดย่อ) ที่ได้ศึกษาการสอนวิชา  
คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยใช้  
คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องความรู้  
เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ โดยการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการสอนซ่อมเสริมมี  
ความก้าวหน้าทางการเรียน และสอดคล้องกับงานวิจัยของ เรวัตติ อ่ำทอง (2541 : 2) ที่กล่าวว่า

โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในปัจจุบันได้พัฒนาในรูปแบบของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มัลติมีเดีย ที่มีการบรรจุเนื้อหาความรู้ในลักษณะภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง มาเชื่อมโยง ต่อเนื่องกันอย่างเป็นระบบ ให้ข้อมูลย้อนกลับได้ฉับไว มีการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับ บทเรียน ผู้เรียนได้เรียนตามความแตกต่างระหว่างบุคคล ทำให้เกิดความน่าสนใจมากขึ้น โดยที่ ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ผ่านทางสัมผัสต่างๆ หลายทาง ช่วยส่งผลให้เกิดความรู้ความเข้าใจใน บทเรียนที่ศึกษา และพัฒนาคุณภาพการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

3. ผลจากการสอบถามความพึงพอใจพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริม ด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 อยู่ในระดับมากที่สุด ซึ่งจะเห็นได้จากการตอบแบบประเมิน ความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน ที่เป็นเช่นนี้อาจมีผลมาจากการเรียน ซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมช่วยให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น และจากการสอบถามความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม พบว่ามีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เช่นกัน ซึ่งจะเห็นได้จากการตอบแบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อบทเรียนอยู่ในระดับมากที่สุดทุกด้าน

จากผลการวิจัยพบว่าการเรียนซ่อมเสริมด้วยตนเองวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนระดับชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชา คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์สูงกว่าก่อนเรียน โดยผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนทั้งสองไม่แตกต่างกันในเชิงสถิติ และนักเรียน มีระดับความพึงพอใจต่อการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียน โปรแกรมแบบสาขาและบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในระดับมากที่สุด

## ข้อเสนอแนะ

### ข้อเสนอแนะจากการวิจัยครั้งนี้

1. เนื่องจากผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการวิจัยในครั้งนี้ไม่แตกต่างกัน จึงสามารถใช้แทนกันได้ตาม สภาพบริบทของโรงเรียน

2. จะเห็นว่าด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้าง ขึ้นสามารถช่วยให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์จากการเรียน ซ่อมเสริมด้วยตนเองสูงขึ้นและผ่านเกณฑ์

จึงควรที่จะสนับสนุนส่งเสริมให้มีการสร้างสื่อ การสอนซ่อมเสริมนี้อย่างหลากหลาย เพื่อเป็นการแบ่งเบาภาระในการสอนซ่อมเสริมของครูผู้สอนได้อีกทั้งยังฝึกให้นักเรียนมีนิสัยรักการอ่าน

3. จากการสำรวจความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด จึงควรส่งเสริมให้มีการสร้างและพัฒนาบทเรียนในลักษณะนี้ในรายวิชาอื่น ๆ

4. เนื่องจากบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเป็นสื่อรายบุคคลและการเรียนจากบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาเป็นการเรียนรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นขณะทำการทดลองควรจะแยกผู้เรียนให้ศึกษาเฉพาะตัวหรือให้ผู้เรียนสามารถนำไปศึกษาที่อื่นได้

5. สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น หากนำไปใช้กับโรงเรียนที่มีระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ ควรจะนำบทเรียนไปเก็บไว้ในเครื่องแม่ข่ายเพื่อความสะดวกในการเข้าไปศึกษาของนักเรียน

#### ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

1. อาจนำสื่อทั้งสองชนิดมาทำการทดลองกับนักเรียน 3 กลุ่ม คือกลุ่มเก่ง กลางและอ่อน แล้วศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจว่าเหมาะสมกับกลุ่มใด
2. ในการทดลองครั้งต่อไป อาจมีการพัฒนาสื่อทั้งสองชนิดนี้กับเนื้อหาวิชาอื่น
3. สามารถนำผลการวิจัยไปทำการศึกษาต่อในด้านความคงทนในการจดจำเนื้อหาของสื่อทั้งสองชนิด

## บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ วงศ์ถามาตย์. “การใช้ชุดการเรียนรู้ด้วยตนเองเพื่อส่งเสริมการเรียนรู้คณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2542.
- กมลรัตน์ หล้าสุวรรณ. **จิตวิทยาการศึกษา (ฉบับปรับปรุง)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : ห้างหุ้นส่วนจำกัดศรีเคชา, 2528.
- กรองกาญจน์ อรุณรัตน์. **บทเรียนโปรแกรม**. ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, 2530.
- กระทรวงศึกษาธิการ. กรมวิชาการ. **คู่มือการบริหารการใช้หลักสูตรมัธยมศึกษาตอนปลาย พุทธศักราช 2524**. กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2524.
- \_\_\_\_\_. **การวัดและประเมินผลในชั้นเรียนกลุ่มสร้างเสริมลักษณะนิสัย พระพุทธศาสนาและจริยาศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภา, 2539.
- \_\_\_\_\_. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์วัฒนาพานิช, 2544.
- \_\_\_\_\_. **หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์การศาสนา, 2545.
- กระทรวงศึกษาธิการ. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. **หนังสือเรียนสาระการเรียนรู้พื้นฐาน คณิตศาสตร์ เล่ม 1 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**. พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว, 2548.
- กระทรวงศึกษาธิการ. สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. **สำนักทดสอบทางการศึกษา. การประเมินผลสัมฤทธิ์นักเรียนระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน ปีการศึกษา 2547**. กรุงเทพฯ, 2548.
- กิดานันท์ มลิทอง. **เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2536.
- กิดานันท์ มลิทอง. **เทคโนโลยีทางการศึกษาและนวัตกรรม**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- จรีพรรณ ปิยพสุนทร. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา เรื่อง "มลพิษทางน้ำ" สำหรับนักเรียนช่วงชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4-6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.

- จารุณี น้อยนรินทร์. “การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เรื่องการแต่งกลอนสุภาพขั้นพื้นฐาน วิชาภาษาไทย ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2542.
- จารุพรรณิ คนโทเงิน. “ผลการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนในการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง "กราฟ" ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง, 2543.
- จารุวรรณ แสงทอง. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องคู่อันดับและกราฟ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมและสื่อสำเร็จรูปแบบผสม.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2523.
- จิตติมา เหมกิติวัฒน์. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์เรื่องพืชและการขยายพันธุ์ พืชในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.
- จิตติยา นาวเพ็ญ. “การสร้างและทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมเรื่อง "การท่องเที่ยวเชิงนิเวศ" สำหรับนักเรียนระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาสังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2546.
- จุฑารัตน์ เจตน์จำลอง. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรมเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง จำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนแสนสุข จังหวัด ชลบุรี วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตร และการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช, 2541.
- ฉันทนา รัชตะชาติ. “การสร้างบทเรียนโปรแกรมภาษาอังกฤษ เรื่อง ความหลากหลายทางชีวภาพ สำหรับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขา สังแวดล้อมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2544.
- ชม ภูมิภาค. เทคโนโลยีทางการสอนและการศึกษา. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ประสานมิตร, 2524.
- \_\_\_\_\_. จิตวิทยาการเรียนการสอน. พิมพ์ครั้งที่ 2 กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2521.
- ชมพันธ์ ภูษธร ณ อรุยา. “หน่วยการเรียนการสอน.” เอกสารประกอบการเรียนวิชาทฤษฎีและ ปฏิบัติการหลักสูตร, 2519. (อัดสำเนา)
- ไชยยศ เรื่องสุวรรณ. เทคโนโลยีการศึกษา : หลักการและแนวปฏิบัติ. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2526.
- \_\_\_\_\_. เทคโนโลยีการศึกษา : ทฤษฎีและการวิจัย. กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์, 2533.

ช่วงโชติ พันธุเวช, “บทเรียนคอมพิวเตอร์”. **วิชาการ-อุดมศึกษา**. 1,3 (พฤษภาคม – สิงหาคม 2535) : 69 – 70.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. **ระบบสื่อการสอน**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล. **ระบบสื่อการสอน**.

กรุงเทพมหานคร : คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2520.

ชาญชัย ศรีไสยเพชร. **ทักษะและเทคนิคการสอน**. กรุงเทพฯ : พิทักษ์การพิมพ์, 2525.

ชิตชนก เชิงเขาว์. **วิธีวิจัยทางการศึกษา**. ปัตตานี : โครงการผลิตตำรามหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2539.

ชูเกียรติ กะปิตลา. “ผลของการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกในการแก้ไขข้อบกพร่องด้านความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่มีต่อความสามารถในการแก้สมการและอสมการของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **วิทยานิพนธ์ปริญญาโท** สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.

ณรงค์ เดิมสันเทียะ. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความคงทนในการเรียนรู้และแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่เรียนจากการสอนโดยบทเรียน โปรแกรมเรียนเป็นคณะและการสอนตามคู่มือครูของสสวท.” **ปริญญาโท** สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร วิโรฒ, 2535.

ณรงค์ บูรณะศรีศักดิ์. “การศึกษาประสิทธิภาพของชุดการสอนรายบุคคลเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชา คณิตศาสตร์ เรื่องปริมาตรของรูปทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” **ปริญญาโท** สาขาวิชาการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2530.

ณัฐมน กลั่นทิพย์. “ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในการสนทนาภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5.” **ปริญญาโท** สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ , 2545.

ดวงใจ คำริห์. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องกลไกมนุษย์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลการ เรียนต่ำ โดยใช้บทเรียน โปรแกรมกับการสอนปกติ.” **วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร**, 2540.

ดวงเดือน อ่อนน่วม. **การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.

- ดวงฤดี ถิ่นวิไล. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อทบทวนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สถาบันราชภัฏนครปฐม, 2546.
- คารณิ คำแหง. “การศึกษาข้อบกพร่องทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- ถนอมพร (ต้นติพิพัฒน์) เถาหจรัสแสง. **คอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพฯ : บริษัทวงกลมโปรดักชันจำกัด, 2541.
- ทวีพร เนียมมาลัย. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนวิทยาศาสตร์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับวิชาเคมีในระดับ ป.กศ. โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.
- ธีระชัย ปุณณโชติ. **การสร้างบทเรียนสำเร็จรูป เส้นทางสู่อาจารย์สาม**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2533.
- นนท์ อินทรเทพ. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ระดับประกาศนียบัตรวิชาการศึกษา ระหว่างบทเรียนโปรแกรมกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.
- นพพันธ์ คล้อยสาวท. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบสอนซ่อมเสริม เรื่องมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2545.
- นาคยา อุประ. “การพัฒนาบทเรียนโปรแกรม เรื่อง หลักธรรมทางพระพุทธศาสนา ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” การค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาประถมศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.
- บัญญัติ รัตนวัย. “การสร้างและการทดลองใช้บทเรียนโปรแกรมสอนวิชาเคมีในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2516.
- บันลือ พุกกะวัน. **แนวการสอนสำเร็จรูป. คู่มือครูสอนประถมศึกษาปีที่ 5 ตามแนวการสอนแบบบูรณาการ**. กรุงเทพฯ : ไทยวัฒนาพานิช, 2525.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. **นวัตกรรมการศึกษา**. กรุงเทพฯ : เอสอาร์ พรินติ้ง, 2542.
- บุญชม ศรีสะอาด. **วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย**. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น , 2538.

- บุญทัน อยู่ชมบุญ. **พฤติกรรมการณ์เรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2529.
- บุญเรียง ขจรศิลป์. **สถิติวิจัย 1**. กรุงเทพมหานคร : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์การพิมพ์, 2530.
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์. “มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์”. สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์ สสวท., 2538.
- ประเสริฐ สุทธิประเสริฐ. “การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาอินทรีย์เคมี เรื่อง อะโรมาติซิตี (Aromaticity) ในระดับปริญญาตรีทางการศึกษา โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอบปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.
- ประพันธ์ หงส์เจ็ด. **กิจกรรมการสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1-2 ในจังหวัดแพร่**. ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2525.
- ประยงค์ นาโค. “ผลการสอน 3 แบบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ความเป็นผู้นำและความคงทนในการเรียนรู้ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2527.
- ประสาร ไชยณรงค์. “การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2520.
- ประหยัด จิระวรพงศ์. **หลักการและทฤษฎีเทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์อมรรการพิมพ์, 2530.
- ปรัชญา ใจสะอาด. **บทเรียนสำเร็จรูปและเครื่องช่วยการสอน**. ลพบุรี : หัตถโกศลการพิมพ์, 2522.
- ปริญญา คำใบ. “การสอนวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริม.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2543.
- ปรีชา เนาว์เย็นผล. “การทดลองเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบเชิงซ้อนของนักศึกษา ป.กศ. สูง วิชาเอกคณิตศาสตร์ โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2520.
- เป็รื่อง กุมุท. **บทเรียนโปรแกรมและเครื่องช่วยสอน**. คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.
- ไพโรจน์ เบาลใจ. **คู่มือการเขียนโปรแกรม ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2520.

- ไพโรจน์ ศีรณนากุล. **ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : ศูนย์สื่อเสริม, 2528.
- ไพจิตร โชตินิสากรณ์. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมโดยครูกับการซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนแบบโปรแกรม.” รวมบทความวิจัยวิทยานิพนธ์ปีการศึกษา 2530. กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.
- ไพจิตร ทองพันธ์. “การสร้างบทเรียน โปรแกรม วิชาศิลปะศึกษา เรื่ององค์ประกอบศิลป์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- พวงเพชร วัชรรัตนพงษ์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับการสอนตามคู่มือครูของ สสวท.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2536.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. **วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์**. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2543.
- พิเชฐ อินโตม. “การสร้างหนังสือภาพการ์ตูนประกอบบทเรียนเรื่องดิน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาสิ่งแวดล้อม บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหิดล, 2531.
- พีรวัฒน์ ชัยสุข " ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาวิทยาศาสตร์กายภาพชีวภาพ เรื่องร่างกายของเรา ของนักเรียนสายสามัญระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพ." วิทยานิพนธ์ ภาควิชาการศึกษานอกโรงเรียน สาขาวิชาการศึกษาผู้ใหญ่และการศึกษาต่อเนื่อง บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร , 2543
- พูนชัย บุญนาค. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ระหว่างกลุ่มที่เรียนด้วยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบผลป้อนกลับในขนาดต่างกัน.” วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2540.
- มะลิ จุลวงศ์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมและแรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร -วิโรฒ ประสานมิตร, 2530.

มานพ ชัยศิริเรก. “การทดลองเปรียบเทียบผลการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่องเซตและความสัมพันธ์  
แก่นิเสธปีที่ 1 มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอน  
ปกติ.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

มานะ เอกจริยวงศ์. “การศึกษาผลสัมฤทธิ์ในการเรียนวิชาสถิติของนักเรียนฝึกหัดครู  
ประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาโดยการสอนธรรมดากับวิธีสอนที่ใช้บทเรียนโปรแกรม.”  
ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิต  
วิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2520.

โยธิน หวังทรัพย์ทวี. “ผลการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ที่มีการเสริมแรงทางบวกในการ  
สอนซ่อมเสริม วิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3 ที่มีความยุ่ง  
ทางการเรียนรู้.” ปรินญาณิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการศึกษา  
พิเศษ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2543.

ยีน ภู่วรรณ. “การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน.” วารสารจันทร์เกษม  
(เมษายน 2529) : 1.

ยุทธพงษ์ กัยวรรณ. พื้นฐานการวิจัย. กรุงเทพมหานคร : สุวีริยาสาสน์, 2543.

ยุพิน พิพิธกุล. การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : ภาควิชามัธยมศึกษา คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, 2530.

ยุพิน พิพิธกุล. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์, 2537.

\_\_\_\_\_. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : บพิธการพิมพ์, 2539.

ยุพิน พิพิธกุล และ อรพรรณ ต้นบรรจง. สื่อการเรียนการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะครุ  
ศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2531.

ราชบัณฑิตยสถาน. พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตยสถาน. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์อักษรเจริญ-ทัศน์,  
2525.

รัชฎาภรณ์ ก้อนแก้ว. “การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง  
การบวกลบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนดงมะเดะวิทยาคม  
จังหวัดเชียงราย.” ค้นคว้าอิสระศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2545.

- เรืองอุไร คัมภ์เจริญรัตน์. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนซ่อมเสริมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ภาคตัดกรวย โดยใช้ชุดการเรียนการสอนรายบุคคลกับการสอนปกติ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านค้อพิทยาสรรค์ จังหวัดอุดรธานี.” วิทยานิพนธ์ ปริญญาโทมหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2532.
- รุ่งโรจน์ แก้วอุไร. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการเรียนรู้จากการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีการ เสริมแรงแบบมีเสียงสัญญาณประกอบกับไม่มีเสียงสัญญาณประกอบ.” วิทยานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2531.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5 กรุงเทพมหานคร : สุ วิทยาสาสตร์, 2538.
- ลัดดา สุขปรีดี. “เทคโนโลยีการเรียนการสอน.” ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒบางแสน, 2523. (อัดสำเนา)
- วรเชษฐ์ พันโกฏฐิ. “การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เรื่อง คำนามวิชาวากษาไทย ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรประถมศึกษา พุทธศักราช 2521 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533).” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม, 2538.
- วรรณิ โสมประยูร. **เอกสารการสอนคณิตศาสตร์ระดับประถมศึกษา**. กรุงเทพฯ : มหาวิทยาลัยศรี นครินทรวิโรฒ, 2526.
- วันชัย รัตนแสง. “การผลิตบทเรียนโปรแกรม เรื่อง การบวก ลบ คูณทศนิยม สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- วาทีณี ชีรภาวะ. “การสร้างโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับเด็กอนุบาล.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2534.
- วารินทร์ รัศมีพรหม. **สื่อการสอนเทคโนโลยีทางการศึกษาและการสอนร่วมสมัย**. กรุงเทพฯ : โรง พิมพ์ชวนพิมพ์, 2531.
- วาสนา ชาวหา. **เทคโนโลยีทางการศึกษา**. ชลบุรี : คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิ โรฒ บางแสน, 2522.

- วาสนา ชาวหา. เทคโนโลยีทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์กราฟฟิคอาร์ต, 2525.
- วิภากรณ์ อิมอรณณ์. “บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อการสอนซ่อมเสริมวิชาวิทยาศาสตร์ ภายภาพชีวภาพเรื่อง ไฟฟ้าและเครื่องอำนวยความสะดวก.” ปรินูญานิพนธ์ การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิทยาศาสตร์ ศึกษามหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บัณฑิตวิทยาลัย, 2543.
- วิภาวดี วงศ์เลิศ. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง “เซต” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบคู่อภิปราย.” ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทร – วิโรฒ, 2544.
- วิยะดา ศิริเสวีวรรณ. “การศึกษาเปรียบเทียบผลการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องความน่าจะเป็นในระดับชั้น ม.ศ.3 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.
- วิรัช กล้าหาญ. “การทดลองใช้ไมโครคอมพิวเตอร์สอนซ่อมคณิตศาสตร์ เรื่อง การคูณกับนักเรียนที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2.” ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร, 2529.
- วิไลพร จีนเมือง. “การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่องคำลักษณนาม สำหรับสอนภาษาไทยให้กับชาวต่างประเทศ” วิทยานิพนธ์ปรินูญามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2545.
- ศรียาและประภัสร นิยมธรรม. การสอนซ่อมเสริม. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, 2525.
- ศิริลักษณ์ พุ่มกำพล. “การสร้างแบบฝึกเรื่องเศษส่วน สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.” สารนิพนธ์ปรินูญามหาบัณฑิต สาขาการวัดผลการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.
- ศิริลักษณ์ เส็งมี. “ผลการใช้บทเรียนโปรแกรมที่นำเสนอแบบอุปมานและแบบอนูมานกับนักเรียนที่มีรูปแบบการคิด เพศ และระดับผลการเรียนที่แตกต่างกัน.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2543.
- ศึกษาลินซ์ มณีพันธ์. “การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่องแสง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” ปรินูญานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2519.

- ศุภร เสาวัง. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์และความคงทนของการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนโดยใช้สื่อชนิดอื่น.” วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการนิเทศ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร, 2531.
- เสงี่ยม แสนสุด. “การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาสังคมศึกษา เรื่อง ประวัติศาสตร์สมัยอยุธยา สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2545.
- สมพงษ์ ธรรมพงษา. “การทดลองเปรียบเทียบผลของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องกรุป ในระดับชั้นประกาศนียบัตรวิชาการศึกษาชั้นสูง โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนโดยปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.
- สมวงษ์ ทรัพย์เจริญ. “การทดลองเปรียบเทียบผลของการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเซตในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย ศรีนครินทรวิโรฒ, 2518.
- สมศักดิ์ สิ้นธุระเวชญ์. “การสอนซ่อมเสริม.” วารสารมิตรครู. ปักษ์หลัง (30 เมษายน 2523) : 24.
- ไสว ภูทับทิม. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ของการเรียนซ่อมเสริม วิชา คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง โจทย์ปัญหาบวก ลบ ระคน โดยใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับวิธีสอนตามปกติ.” วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางแสน, 2527.
- सानนท์ เจริญฉาย. โปรแกรมประยุกต์ทางการศึกษา. กรุงเทพฯ : โอเดียน – สโตร์, 2533.
- เสาวนีย์ สีขามบัณฑิต. เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2528.
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3. กลุ่มศึกษานิเทศก์ ติดตามและประเมินผลการจัดการศึกษา. “รายงานการสอบวัดผลสัมฤทธิ์นักเรียน ประจำปีการศึกษา 2547,” 2548. (อัคราณา)
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3. โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา. “รายงานการพัฒนาคุณภาพการศึกษาประจำปี 2547.” 2548. (อัคราณา).
- สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาศุพรรณบุรี เขต 3, โรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา, “หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3.” 2545. (อัคราณา).

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. “เทคนิคการออกแบบบทเรียน TOTORIAL โดยอาศัยคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.”

ครุศาสตร์. 16, 3 (มกราคม – มีนาคม 2531) : 77 – 78.

สุกรี รอดโพธิ์ทอง. **สู่เส้นทางแนวใหม่ทางการศึกษาคอมพิวเตอร์กับการศึกษา**. กรุงเทพฯ, ม.ป.ป.

สุกิจ ศรีพรหม. “ชุดการสอนกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.” **วารสารวิชาการ**. 1, 9 (กันยายน 2541) : 68 – 72.

สุนันท์ สังข์อ่อง. **สื่อการสอนและนวัตกรรมทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : โอเดียน-สโตร์, 2526.

สุนีย์ เหมะประสิทธิ์. “การพัฒนาชุดการเรียนการสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4.” **ปริญญาานิพนธ์การศึกษาดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาการวิจัยและพัฒนาหลักสูตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, 2533.

สุบรรณ ดาวังป่า. “การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง การบวกและการลบ ระหว่างการสอนซ่อมเสริมด้วยเกมกับการสอนซ่อมเสริมด้วยแบบฝึกของนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านหนองวัวซอ จังหวัดอุดรธานี.” **วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช**, 2542.

สุพัตรา พลพิมพ์. “การสร้างบทเรียนสำเร็จรูปแบบสาขา เรื่องบทประยุกต์ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.” **ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ มหาสารคาม**, 2540.

สุภา ภูชงกกุล. **“Programmed Instruction” ประมวลบทความเกี่ยวกับนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางการศึกษา**. กรุงเทพฯ : กรมสามัญศึกษา กระทรวงศึกษาธิการ, 2517.

สุภา อุ่นสกุล. “การศึกษาเปรียบเทียบและทัศนคติวิทยาศาสตร์ในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ เรื่อง สิ่งแวดล้อมชั้นประถมศึกษาปีที่ 7 โดยใช้บทเรียนโปรแกรมกับการสอนตามปกติ.” **ปริญญาานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ**, 2519.

สุรัช ขวัญเมือง. **วิธีสอนและการวัดผลคณิตศาสตร์ในชั้นประถมศึกษา**. เทพนimitการพิมพ์ 2522.

องอาจ ชาญเชาว์ " การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาวิทยาศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง โลกและการเปลี่ยนแปลง ที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีรูปแบบการนำเสนอบทสรุปต่างกัน." **วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง** , 2544.

อมร สุขจำรัส. "ผลของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาชีววิทยา เรื่อง การย่อยอาหาร." วิทยานิพนธ์ปริญญาโทมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2533.

อมรรัตน์ วันทอง. "รูปแบบของบทเรียนโปรแกรมที่ใช้ในการสอนภาษาไทยสำหรับนักเรียนที่พูดภาษามาลายู." วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 2546.

อัศนี ศรีสุข. "การศึกษาทัศนคติในการอนุรักษ์ธรรมชาติ และผลสัมฤทธิ์ในการเรียนเรื่อง สิ่งแวดล้อม ด้วยบทเรียนสำเร็จรูปของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2521.

อารี พันธุ์มณี. **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. กรุงเทพฯ : ดันอ้อ, 2538.

อำพันธ์ ศรีรัตนภิญโญ. "การสร้างบทเรียนโปรแกรม เรื่อง สารเสพติด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนวัดดอนหวาย จังหวัดนครปฐม." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและการสอน บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2547.

อำไพ สุจริตกุล. "การสอนซ่อมเสริม.. **วารสารครูศาสตร์** 1. 16 (2514) : 41-53.

\_\_\_\_\_. (2526). "การสอนซ่อมเสริม." **วิทยาสาร** 24, 2 : 46-48.

อุคร ชาญศรี. "การศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาประวัติศาสตร์ระหว่างการใช้บทเรียนสำเร็จรูปกับการสอนตามปกติ เรื่องเหตุการณ์สำคัญตั้งแต่ พ.ศ. 2411 ถึง พ.ศ. 2486 ในระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2520.

อุษณีย์ เลื่อนลอย. "การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง สมการและการแก้สมการ สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6." วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการประถมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, 2543.

Alessi, Stephen M. and Stanley R. Trollip. **Computer – Instruction**. New Jersey : Prentice – Hall, 1985.

Best, John W., and James V. Kahn. **Research in Education**. 5<sup>th</sup> ed. New Jersey : Prentice Hall Inc., 1986.

Calvin, Allen D. **Programmed Instruction : Bold New Venture**. Indiana University Press, Bloomington and London, 1969.

- Case, Robbie. "Implication of New – Piagetian Theory for Improving The Design of Instruction." in **Cognition, Development and Instruction Edited by John R. Kirby and John B. Biggs** . New York : Academic Press, 1980.
- Fry, Edward B. **Teaching Machine and Programmed Instruction**. New York : Mc. Graw Hill Book Company, Inc,1963.
- Kemp, Jerold E. **Planning and Producing Instruction Media**. 5<sup>th</sup> ed. New York : Harper Row Publisher Inc, 1985.
- Levellen, Jane R., and Barbara Pashos Nagy. "Where are the Deficiencies ? Guideline for Remediation." **NASSP BULLETIN**. 65 (April 1981) : 96 – 100.
- Peter, Pipe. **Practical Programming**. London, Holt Rinehart and Winston Inc.,1972.
- Pinsent, Arthur. **The Principle of Teaching – Method**. London, Harrap, 1969.
- Prentis, John. **Running Press Glossary of Computer Terms**. New Jersey : Kaiman & Polon, Inc, 1977.
- Romiszowski A.J. **Developing Auto – Instructional Materials**. New York : London Nicols Publishing, 1986.
- Scharmn, Wilbur. **The Research on Programmed Instruction : An Annotated Bibliography**. Washington D.C. : U.S. Department of Health Education and Welfare, 1964.
- Sippl n, Charles J. **Microcomputer Dictionary**. 2<sup>th</sup> ed. U.S.A. : Howard w. Sams & co'. Inc, 1981.
- Stolurow, L.M. "Computer – Aided Instruction." **Encyclopedia of Computer Science**. Vol.2, by Lee C. Dughton, New York : Mac Milan & Free Press. (1971) : 390 – 400
- Traw, William Clark. **Teacher and Technology**. New York : Meredith Publishing Company, 1963.
- Zinn. K.I. "Computer – Assisted Instruction (CAI)." **Encyclopedia of Computer science**. (1976) : 268-270.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

### ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์

- |                                     |   |
|-------------------------------------|---|
| 1. อาจารย์เรืองอุไร ตันท์เจริญรัตน์ | โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์<br>คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏหมู่บ้านจอมบึง        |
| 2. อาจารย์กนกวลี อุษณกรกุล          | ครู คศ.3 โรงเรียนสายน้ำผึ้งในพระอุปถัมภ์<br>เขตคลองเตย กทม                                    |
| 3. อาจารย์พิสมัย ทองพันธ์พาน        | หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>ครู คศ.3 โรงเรียนสงวนหญิง<br>อ. เมืองฯ จ. สุพรรณบุรี |

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม (Program Textbook)

- |  |  |
|--|--|
| 1. รองศาสตราจารย์ สมหญิง เจริญจิตรกรรม | หัวหน้าภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศิลปากร<br>วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ |
| 2. อาจารย์อุบล เรืองหิรัญ              | ครู คศ.3 โรงเรียนกรรมศาสตร์ศึกษา<br>อ. เมืองฯ จ. สุพรรณบุรี                          |
| 3. อาจารย์สุรสิทธิ์ โสวรรณรัตน์        | ครู คศ.3 โรงเรียนบริหารแจ่มใสวิทยา 3<br>อ. ด่านช้าง จ. สุพรรณบุรี                    |

### ผู้เชี่ยวชาญด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 1. อาจารย์ ดร.อนิรุทธิ์ สติมัน   | อาจารย์ประจำภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา<br>มหาวิทยาลัยศิลปากร<br>วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์  |
| 2. อาจารย์สุภาพ ศรีทรงเมือง      | อาจารย์ประจำสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ<br>คณะบริหารธุรกิจและเทคโนโลยีสารสนเทศ<br>มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลสุวรรณภูมิ<br>จ.พระนครศรีอยุธยา |
| 3. อาจารย์มานัส ทิพย์สัมฤทธิ์กุล | ครู คศ.3 โรงเรียนสงวนหญิง  |

ภาคผนวก ข  
บทเรียนโปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์  
เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม























**Ե** քրի  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

**Ը** Գրք  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան զուր  
տեսնելով զուր Կ.  
Կ. Ե. Կ. Ե.  
Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

Գրք տեսնելով  
տեսնելով զուր

**Ե** քրի  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

**Ը** Գրք  
տեսնելով զուր

Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.  
Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.  
Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

Գրք տեսնելով  
տեսնելով զուր

**Ե** քրի  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

**Ը** Գրք  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան զուր  
տեսնելով զուր Կ.  
Կ. Ե. Կ. Ե.  
Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

Գրք տեսնելով  
տեսնելով զուր

**Ե** քրի  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.  
Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

**Ը** Գրք  
տեսնելով զուր

Երբ արեւմտեան զուր  
տեսնելով զուր Կ.  
Կ. Ե. Կ. Ե.  
Կ. Ե. Կ. Ե. Կ. Ե.

Ինչպե՞ս կարող եմ  
տեսնել զուր

Գրք տեսնելով  
տեսնելով զուր





**1** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



**2** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



ԳԼՆԱԿՆԵՐ  
ՀԱՅԿԱՆԵՐ



**1** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



**2** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



ԳԼՆԱԿՆԵՐ  
ՀԱՅԿԱՆԵՐ



**1** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



**2** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



ԳԼՆԱԿՆԵՐ  
ՀԱՅԿԱՆԵՐ



**1** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



**2** Երբ արտադրողները կենտրոնացնում են իրենց արտադրանքը միայն շուկայի վրա, ապա իրենց արտադրանքը կարող է լինել անհայտը:



ԳԼՆԱԿՆԵՐ  
ՀԱՅԿԱՆԵՐ





**၁** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

နမူနာအတိုင်း နေရာအလိုက် ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ  
င နေ  
စ နေ

**၂** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ

ပုဂံတက္ကသိုလ်  
ပုဂံတက္ကသိုလ်



**၁** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ  
င နေ  
စ နေ

**၂** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ  
င နေ  
စ နေ

**၃** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ  
င နေ  
စ နေ

ပုဂံတက္ကသိုလ်  
ပုဂံတက္ကသိုလ်



**၁** နေရာအလိုက် အသံပြုလုပ်ပုံကို ရေးဆွဲပါ။

က နေ  
ခ နေ  
င နေ  
စ နေ

ပုဂံတက္ကသိုလ်  
ပုဂံတက္ကသိုလ်



ပုဂံတက္ကသိုလ်  
ပုဂံတက္ကသိုလ်



ပုဂံတက္ကသိုလ်  
ပုဂံတက္ကသိုလ်















**10**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1





1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1

**11**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1

**12**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1




**13**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1

**14**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1




**15**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1

**16**

1. 2  
2. 1  
3. 4  
4. 3  
5. 1



**1**

የገቢ ገቢዎች  
 ከገቢዎች ጋር የተደጋገሙ የሆኑትን ገቢዎች  
 ለመለየት ከሚከተሉት ገቢዎች ውስጥ  
 ለገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

**2**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

**1**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች

**2**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

**1**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

**2**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

**1**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች ገቢዎች

**2**

የገቢ ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች  
 ለገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

የገቢ ገቢዎች ገቢዎች

**5** **Աղյուսակներ**

Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 ինչպես հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 հարկ է լինում, որ հարկ է լինում

Ինչպես հարկ է լինում

**6** **Երբ հարկ է լինում**  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում

Ինչպես հարկ է լինում

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

**5** **Կրկնակարգի և Կրկնակարգի**

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

**6** **Աղյուսակներ**

Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 ինչպես հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 հարկ է լինում, որ հարկ է լինում

Ինչպես հարկ է լինում

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

**7** **Երբ հարկ է լինում**  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում  
 Երբ հարկ է լինում, որ հարկ է լինում

Ինչպես հարկ է լինում

**8** **Ինչպես հարկ է լինում**

Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

**9** **Կրկնակարգի և Կրկնակարգի**

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի  
 Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի

**10** **Ինչպես հարկ է լինում**

Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում  
 Ինչպես հարկ է լինում

Կրկնակարգի և Կրկնակարգի



**2**

ប្រាំ  
រោងចក្រ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ក. ក  
ខ. ខ  
គ. គ  
ឃ. ឃ

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

**3**

ប្រាំ  
រោងចក្រ

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ  
ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ

**2**

ប្រាំ  
រោងចក្រ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ក. ក  
ខ. ខ  
គ. គ  
ឃ. ឃ

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

**3**

ប្រាំ  
រោងចក្រ

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ  
ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ

**2**

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ក. ក  
ខ. ខ  
គ. គ  
ឃ. ឃ

**3**

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ  
ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ

**2**

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ក. ក  
ខ. ខ  
គ. គ  
ឃ. ឃ

**3**

ប្រាំ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១ ០០១

ឈ្មោះ ក្រុមប្រឹក្សាភិបាល

ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ  
ស្ថាប័នស្រាវជ្រាវ



**1** Գրե՛ք և լրացրե՛ք հետևյալ հարցերը՝ համարձակելով հարցերը հարցաբանական հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

**2** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։



**1** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

**2** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։



**1** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

**2** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։



**1** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

**2** Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...  
 Ինչպե՞ս եմ ես ...  
 Ինչպե՞ս է ձեր ...

Գրե՛ք հարցեր և պատասխաններ հարցերի համարձակելով հարցերի հետ։

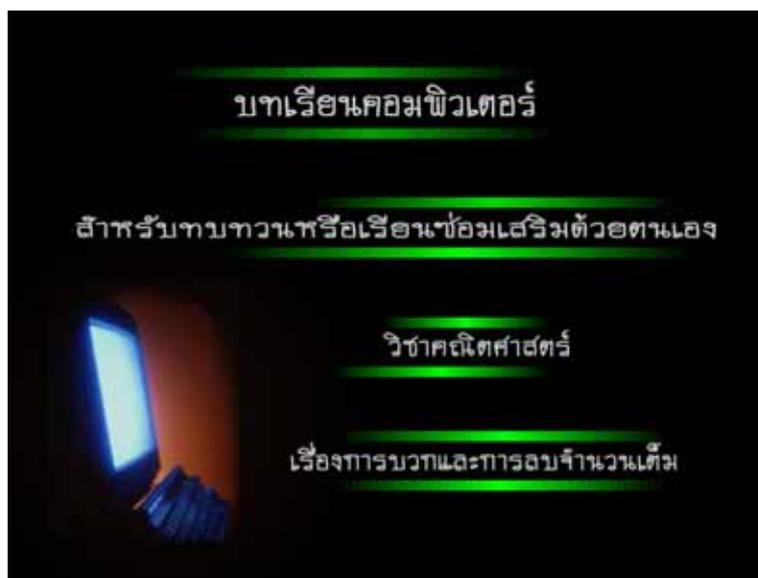


ภาคผนวก ค

ตัวอย่างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์

เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

ตัวอย่างบางส่วนของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์  
เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม



ภาพที่ 15 ส่วนนำเข้าสู่บทเรียน



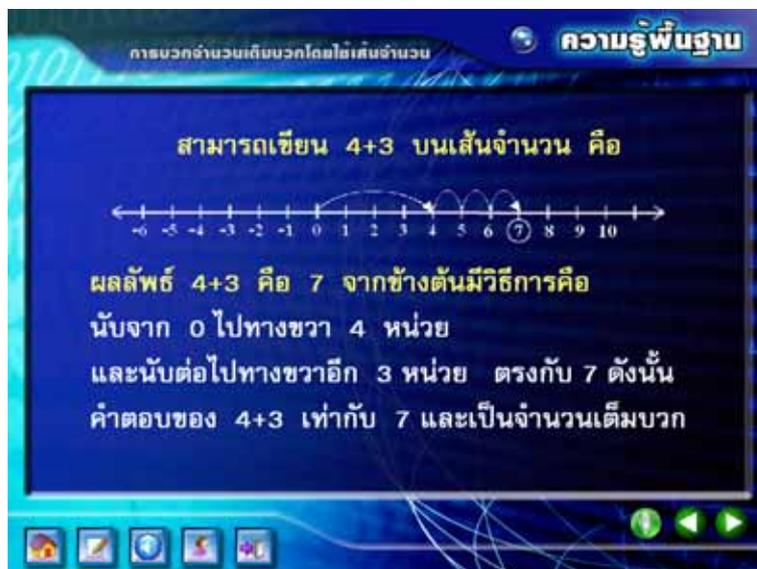
ภาพที่ 16 คำแนะนำ



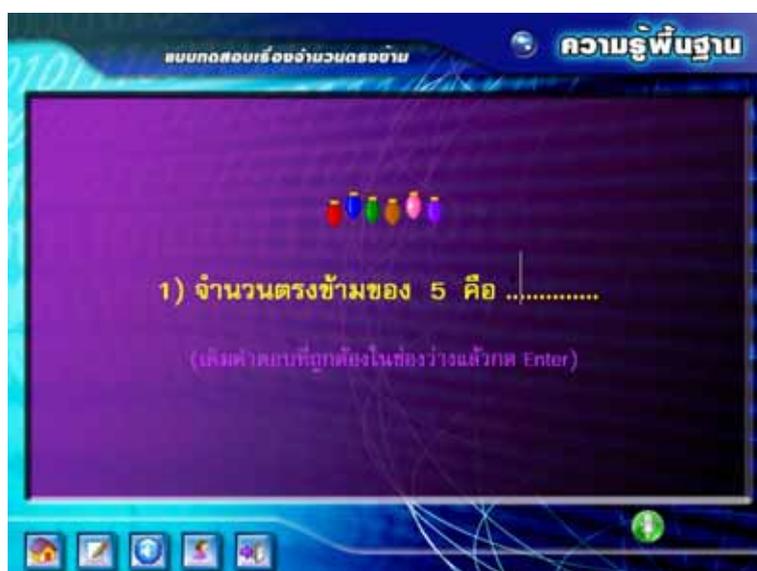
ภาพที่17 หน้าเมนูหลัก



ภาพที่18 หน้าเมนูย่อย (ความรู้พื้นฐาน)



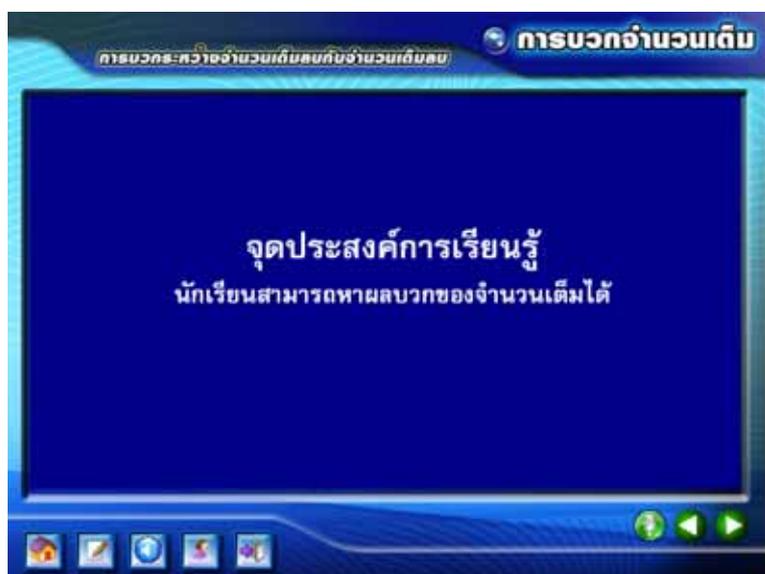
ภาพที่19 กรอบเนื้อหา



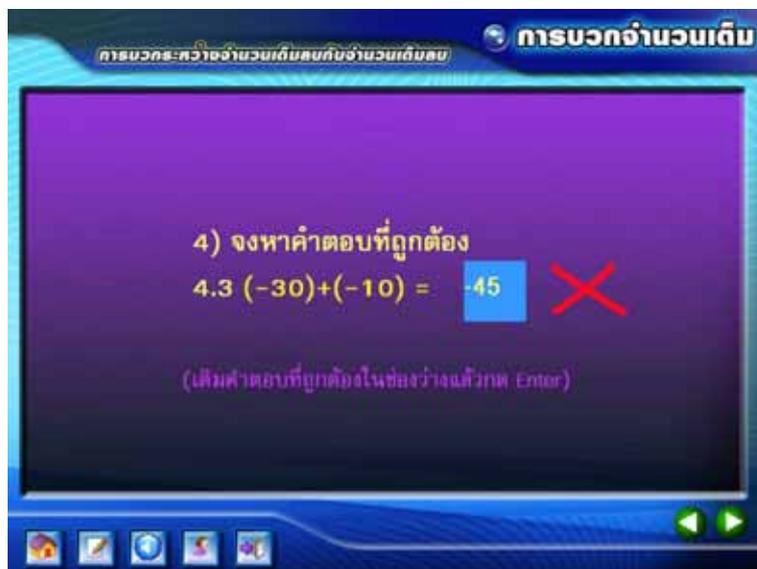
ภาพที่20 แบบทดสอบ



ภาพที่ 21 หน้าเมนูย่อย (การลบจำนวนเต็ม)



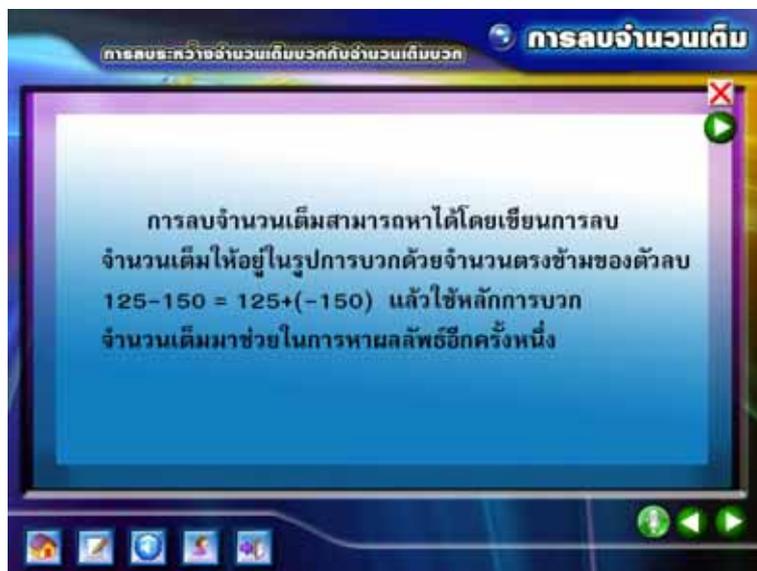
ภาพที่ 22 แสดงจุดประสงค์การเรียนรู้



ภาพที่ 23 หน้าแบบฝึกหัด



ภาพที่ 24 หน้าเมนูย่อย (การลบจำนวนเต็ม)



ภาพที่25 กรอบแสดงคำอธิบายหากตอบผิด



ภาพที่26 แบบทดสอบท้ายเนื้อหา



ภาพที่ 27 สรุปประเมินผลการทำแบบทดสอบแต่ละเนื้อหา (สอบผ่าน)



ภาพที่ 28 สรุปประเมินผลการทำแบบทดสอบแต่ละเนื้อหา (สอบไม่ผ่าน)

ภาคผนวก ง

- แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน





เฉลยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนซ่อมเสริม  
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

- |       |       |
|-------|-------|
| 1) ข  | 16) ข |
| 2) ก  | 17) ก |
| 3) ข  | 18) ก |
| 4) ค  | 19) ง |
| 5) ง  | 20) ก |
| 6) ก  | 21) ข |
| 7) ข  | 22) ข |
| 8) ก  | 23) ค |
| 9) ก  | 24) ง |
| 10) ก | 25) ข |
| 11) ค | 26) ข |
| 12) ก | 27) ข |
| 13) ข | 28) ก |
| 14) ก | 29) ก |
| 15) ก | 30) ข |

ภาคผนวก จ  
แบบประเมินสำหรับผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินด้านเนื้อหาสำหรับการสร้างบทเรียนโปรแกรมแบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
 วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม

-----

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ที่ใช้ในการประเมินเนื้อหาวิชา  
 คณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม มีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปสร้างบทเรียน โปรแกรม  
 แบบสาขาและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน สำหรับใช้ในการเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้น  
 มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ผู้วิจัยจะนำผลการ  
 ประเมินไปปรับปรุงเนื้อหาให้มีความเหมาะสมและนำไปสร้างเครื่องมือวิจัยที่มีประสิทธิภาพต่อไป  
 โดยมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง  
 นางสาวทัศนา จรจวบโชค

**คำชี้แจง** โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินทางขวามือของแต่ละรายการ

รายการประเมินด้านเนื้อหา	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
1. ความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์					
2. ความเหมาะสมของเนื้อหาที่นำมาใช้ในการสอนซ่อมเสริม					
3. เนื้อหาแยกเป็นส่วนย่อยได้เหมาะสม					
4. ความเหมาะสมด้านภาษา					
5. การเรียงลำดับความยากง่ายของเนื้อหา					
6. เนื้อหาที่มีความยากง่ายเหมาะสม					
7. ความชัดเจนและความถูกต้องในการอธิบายเนื้อหา					
8. แบบทดสอบท้ายบทเรียนครอบคลุมเนื้อหา					
9. ช่วยส่งเสริมทักษะการบวกและการลบจำนวนเต็ม					

ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน  
วันที่...../...../.....

**แบบประเมินด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา  
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม**

-----

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ที่ใช้ในการประเมินบทเรียน  
โปรแกรมแบบสาขา วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นบทเรียนที่ใช้  
สำหรับเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ในเรื่องการบวกและ  
การลบจำนวนเต็ม ผู้วิจัยจะนำผลการประเมิน ไปปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มี  
ประสิทธิภาพต่อไป โดยมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง  
นางสาวทัศนา จรจวบโชค

**คำชี้แจง** โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินทางขวามือของแต่ละรายการ

รายการประเมินด้านการออกแบบบทเรียนโปรแกรม	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. คำชี้แจงในการใช้บทเรียนโปรแกรม</b>					
1.1 สื่อความหมายได้ชัดเจนเข้าใจง่าย					
1.2 ได้รับความสนใจของผู้เรียน					
<b>2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>					
2.1 กิจกรรมการเรียนเหมาะสมกับนักเรียน					
2.2 สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล					
2.3 แบบฝึกหัดได้รับความสนใจของผู้เรียน					
<b>3. ด้านรูปเล่ม</b>					
3.1 ตำแหน่งของกรอบ คำพูดเหมาะสม					
3.2 การออกแบบมีความเรียบร้อย สวยงาม เหมาะกับวัยและความสนใจของผู้เรียน					
3.3 ขนาดของบทเรียนเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....  
(.....)

ผู้ประเมิน  
วันที่...../...../.....

**แบบประเมินด้านการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน  
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม**

-----

แบบประเมินฉบับนี้เป็นแบบประเมินของผู้เชี่ยวชาญ ใช้ในการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นบทเรียนที่ใช้สำหรับเรียนซ่อมเสริมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนไม่ผ่านเกณฑ์ในเรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ผู้วิจัยจะนำผลการประเมิน ไปปรับปรุงและพัฒนาเครื่องมือวิจัยให้มีประสิทธิภาพต่อไป โดยมีการกำหนดเกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินดังนี้

- 5 หมายถึง มากที่สุด
- 4 หมายถึง มาก
- 3 หมายถึง ปานกลาง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 1 หมายถึง ควรปรับปรุง

ขอขอบพระคุณเป็นอย่างยิ่ง  
นางสาวทัศนา จรจวบโชค

**คำชี้แจง** โปรดเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องประเมินทางขวามือของแต่ละรายการ

รายการประเมินด้านการออกแบบ CAI	ระดับการประเมิน				
	5	4	3	2	1
<b>1. ส่วนนำของบทเรียน</b>					
1.1 ความชัดเจนของคำชี้แจงในบทเรียน					
1.2 ส่วนนำ ได้รับความสนใจ					
<b>2. การออกแบบระบบการเรียนการสอน</b>					
2.1 กิจกรรมการเรียนการสอนสอดคล้องกับวัตถุประสงค์					
2.2 สนองความแตกต่างระหว่างบุคคล					
2.3 ความเหมาะสมของการรายงานผลการทำแบบทดสอบหลังเรียน					
<b>3. ส่วนประกอบด้านมัลติมีเดีย</b>					
3.1 เสียงที่ใช้มีความเหมาะสม					
3.2 สีที่ใช้มีความเหมาะสม					
3.3 ขนาดและสีตัวอักษรที่ใช้มีความเหมาะสม ง่ายต่อการอ่าน					
3.4 มีการออกแบบที่สวยงามและดึงดูดความสนใจ					
<b>4. การออกแบบปฏิสัมพันธ์</b>					
4.1 มีเมนูการใช้งานที่ง่ายและสะดวก					
4.2 ผลย้อนกลับ เสริมแรง มีความหลากหลายและเหมาะสม					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....

(.....)

ผู้ประเมิน

วันที่...../...../.....

ภาคผนวก จ  
แบบสอบถามความพึงพอใจ

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้  
บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม**

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนโปรแกรมแบบสาขาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบจำนวนเต็ม ในการตอบข้อคำถามนี้จะไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียนดังนั้นขอให้นักเรียนตอบข้อคำถามแต่ละข้อด้วยความตั้งใจและจริงใจ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ  
นางสาวทัศนีย์ จรรจบโชค

**คำชี้แจง :** โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
นักเรียนมีความพึงพอใจต่อประเด็นต่อไปนี้ในระดับใด					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
1. เนื้อหาของบทเรียนมีความชัดเจน เข้าใจง่าย					
2. ความยากง่ายของบทเรียนเหมาะสมกับระดับของนักเรียน					
3. การเรียงลำดับเนื้อหามีความเหมาะสม					
4. นักเรียนสามารถทำแบบฝึกหัดได้ด้วยตนเอง					
5. แบบทดสอบในแต่ละหัวข้อมีความเหมาะสม					
<b>ด้านการออกแบบ</b>					
6. ความพอใจกับการตรวจงานด้วยตนเอง เพราะทราบผลในทันที					
7. ขนาดของรูปเล่มมีความเหมาะสม					
8. รูปแบบการนำเสนอมีความน่าสนใจ					
<b>ด้านคุณค่าและประโยชน์</b>					
9. ความพอใจกับการเรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีนี้					
10. ความรู้ที่ได้รับจากการเรียนรู้ด้วยบทเรียนโปรแกรมนี้					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

**แบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การบวกและการลบจำนวนเต็ม**

แบบสอบถามนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวกและการลบ จำนวนเต็ม ในการตอบข้อคำถามนี้จะไม่มีผลต่อคะแนนในการเรียนดังนั้นขอให้นักเรียนตอบ ข้อคำถามแต่ละข้อ ด้วยความตั้งใจและจริงใจ ข้อมูลที่ได้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนากระบวนการเรียนการสอนต่อไป

ขอขอบคุณที่ให้ความร่วมมือ

นางสาวทัศนีย์ จรรจบโชค

**คำชี้แจง :** โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างทางขวามือที่ตรงกับความรู้สึกของนักเรียนมากที่สุด โดยกำหนดเกณฑ์ดังต่อไปนี้

5 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมากที่สุด 2 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อย

4 หมายถึง ระดับความพึงพอใจมาก 1 หมายถึง ระดับความพึงพอใจน้อยที่สุด

3 หมายถึง ระดับความพึงพอใจปานกลาง

รายการ	ระดับความพึงพอใจ				
	5	4	3	2	1
นักเรียนมีความพึงพอใจต่อประเด็นต่อไปนี้ในระดับใด					
<b>ด้านเนื้อหา</b>					
1. ความง่ายในการศึกษาบทเรียน					
2. ความต่อเนื่องในการจัดลำดับเนื้อหา					
3. ความเหมาะสมของแบบฝึกหัด					
4. ความเหมาะสมของแบบทดสอบแต่ละหัวข้อ					
5. การเฉลยคำตอบที่ทราบผลในทันที					
<b>ด้านการออกแบบ</b>					
6. ความชัดเจนและความน่าสนใจของตัวอักษร					
7. ความเหมาะสมของภาพประกอบ					
8. ความเหมาะสมและความน่าสนใจของเสียงประกอบ					
9. การออกแบบบทเรียนมีความน่าสนใจ					
10. การโต้ตอบกับบทเรียน					
<b>ด้านประโยชน์</b>					
11. ความรู้และประโยชน์ที่ได้จากเนื้อหา					
12. การเรียนซ่อมเสริมด้วยวิธีนี้ทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมากขึ้น					

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

ภาคผนวก ข  
แบบตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา rays (IOC)















ภาคผนวก ข  
การวิเคราะห์ข้อมูล

ตารางที่ 19 ผลการประเมินแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการบวก และการลบจำนวนเต็ม โดยผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา 3 คน

ข้อ	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC	ข้อ	คะแนนความคิดเห็น ผู้เชี่ยวชาญคนที่			รวม	IOC
	1	2	3				1	2	3		
1	1	1	1	3	1	26	1	1	1	3	1
2	1	1	1	3	1	27	1	1	1	3	1
3	1	1	1	3	1	28	1	1	1	3	1
4	1	1	1	3	1	29	1	1	1	3	1
5	1	1	1	3	1	30	1	1	1	3	1
6	1	1	1	3	1	31	1	1	1	3	1
7	0	1	1	2	0.66	32	1	1	1	3	1
8	1	1	1	3	1	33	1	1	1	3	1
9	0	1	1	2	0.66	34	1	1	1	3	1
10	1	1	1	3	1	35	1	1	1	3	1
11	1	1	1	3	1	36	1	1	1	3	1
12	0	1	1	2	0.66	37	1	1	1	3	1
13	0	1	1	2	0.66	38	1	1	1	3	1
14	1	1	1	3	1	39	1	1	1	3	1
15	1	1	1	3	1	40	1	1	1	3	1
16	1	1	1	3	1	41	1	1	1	3	1
17	1	1	1	3	1	42	1	1	1	3	1
18	1	1	1	3	1	43	1	1	1	3	1
19	1	1	1	3	1	44	1	1	1	3	1
20	1	1	1	3	1	45	1	1	1	3	1
21	1	1	1	3	1	46	1	1	1	3	1
22	1	1	1	3	1	47	1	1	1	3	1
23	1	1	1	3	1	48	1	1	1	3	1
24	1	1	1	3	1	49	1	1	1	3	1
25	1	1	1	3	1	50	1	1	1	3	1

ตารางที่ 20 ตาราง แสดงค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ข้อที่	H	L	H+L	H-L	p	r	ข้อที่	H	L	H+L	H-L	p	r
1*	8	2	10	6	0.63	0.75	26	8	3	11	5	0.69	0.63
2*	8	3	11	5	0.69	0.63	27	4	2	6	2	0.38	0.25
3	5	3	8	2	0.50	0.25	28	8	3	11	5	0.69	0.63
4*	6	1	7	5	0.44	0.63	29*	8	2	10	6	0.63	0.75
5*	8	2	10	6	0.63	0.75	30	8	0	8	8	0.50	1.00
6	8	4	12	4	0.75	0.50	31*	7	1	8	6	0.50	0.75
7*	7	0	7	7	0.44	0.88	32*	8	1	9	7	0.56	0.88
8	7	3	10	4	0.63	0.50	33*	8	3	11	5	0.69	0.63
9	3	5	8	-2	0.50	-0.25	34	6	0	6	6	0.38	0.75
10	6	2	8	4	0.50	0.50	35	4	0	4	4	0.25	0.50
11*	8	0	8	8	0.50	1.00	36*	8	0	8	8	0.50	1.00
12*	8	3	11	5	0.69	0.63	37*	7	0	7	7	0.44	0.88
13*	8	3	11	5	0.69	0.63	38	8	1	9	7	0.56	0.88
14*	7	1	8	6	0.50	0.75	39*	8	1	9	7	0.56	0.88
15	6	0	6	6	0.38	0.75	40	8	0	8	8	0.50	1.00
16*	6	0	6	6	0.38	0.75	41	8	2	10	6	0.62	0.75
17	8	1	9	7	0.56	0.88	42*	6	4	10	2	0.62	0.25
18*	6	0	6	6	0.38	0.75	43	8	1	9	7	0.56	0.88
19*	8	1	9	7	0.56	0.88	44*	7	2	9	5	0.56	0.63
20*	8	0	8	8	0.50	1.00	45*	7	2	9	5	0.56	0.63
21*	8	1	9	7	0.56	0.88	46	4	1	5	3	0.31	0.38
22*	5	3	8	2	0.50	0.25	47*	8	0	8	8	0.5	1
23	8	0	8	8	0.50	1.00	48	8	1	9	7	0.56	0.88
24*	8	2	10	6	0.63	0.75	49*	8	0	8	8	0.5	1
25*	8	2	10	6	0.63	0.75	50*	7	1	8	6	0.5	0.75

หมายเหตุ : เครื่องหมาย \* คือข้อสอบที่ได้รับการคัดเลือกใช้เป็นข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
ค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.38 – 0.69 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.25 – 0.88

ตารางที่ 21 แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา ที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
1	11	10	14	35	19	77.33/71.11
2	14	13	15	42	24	
3	12	13	14	39	21	
รวม	37	36	43	116	64	
เฉลี่ย	12.33	12.00	14.33	38.67	21.33	
ร้อยละ				77.33	71.11	

ตารางที่ 22 แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียน โปรแกรมแบบสาขา ที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
1	9	8	10	27	16	75.33/74.07
2	8	10	11	29	17	
3	11	13	17	41	24	
4	10	11	14	35	22	
5	14	13	18	45	27	
6	14	10	11	35	19	
7	12	14	17	43	25	
8	13	12	16	41	23	
9	12	14	17	43	27	
รวม	103	105	131	339	200	
เฉลี่ย	11.44	11.67	14.56	37.67	22.22	
ร้อยละ				75.33	74.07	

ตารางที่ 23 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนสอบระหว่างเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน  
 จำแนกรายคนของกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนโปรแกรมแบบสาขา (n = 30)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)		
1	13	12	15	40	26
2	15	13	17	45	25
3	15	14	15	44	23
4	14	13	15	42	26
5	15	12	14	41	26
6	15	13	16	44	26
7	14	13	12	39	25
8	14	13	14	41	25
9	14	14	15	43	27
10	14	14	15	43	27
11	13	12	14	39	15
12	13	12	13	38	16
13	13	13	12	38	17
14	9	12	12	33	19
15	11	10	11	32	22
16	11	13	16	40	25
17	9	11	14	34	24
18	14	13	15	42	28
19	14	12	11	37	21
20	12	14	17	43	27
21	13	12	16	41	28
22	12	14	17	43	27
23	13	15	16	44	28

ตารางที่ 23 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)		
24	14	13	17	44	29
25	15	15	19	49	26
26	15	14	17	46	26
27	14	13	16	43	26
28	14	12	15	41	25
29	15	15	19	49	23
30	10	9	14	33	19
<b>รวม</b>	<b>397</b>	<b>385</b>	<b>449</b>	<b>1231</b>	<b>727</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>13.23</b>	<b>12.83</b>	<b>14.97</b>	<b>41.03</b>	<b>24.23</b>
<b>ร้อยละ</b>				<b>82.07</b>	<b>80.78</b>
<b>ประสิทธิภาพ <math>E_1/E_2 = 82.07/80.78</math></b>					

ตารางที่ 24 แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดลองใช้กับนักเรียนแบบรายบุคคล (n=3)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
1	13	11	13	37	19	75.33/70.00
2	12	10	14	36	21	
3	13	12	15	40	23	
รวม	38	33	42	113	63	
เฉลี่ย	12.67	11.00	14.00	37.67	21.00	
ร้อยละ				75.33	70.00	

ตารางที่ 25 แสดงผลสัมฤทธิ์จากการเรียนซ่อมเสริมโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ทดลองใช้กับนักเรียนกลุ่มเล็ก (n=9)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบ หลังเรียน (30 คะแนน)	ประสิทธิภาพ $E_1/E_2$
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)			
1	11	12	13	36	22	80.44/78.89
2	12	11	11	34	18	
3	12	14	17	43	26	
4	10	13	14	37	24	
5	14	13	18	45	27	
6	14	12	11	37	19	
7	14	14	17	45	26	
8	13	12	16	41	23	
9	12	14	18	44	28	
รวม	112	115	135	362	213	
เฉลี่ย	12.44	12.78	15.00	40.22	23.67	
ร้อยละ				80.44	78.89	

ตารางที่ 26 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคะแนนสอบระหว่างเรียนและคะแนนสอบหลังเรียน  
 จำแนกรายคนของกลุ่มที่เรียนซ่อมเสริมด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (n = 30)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)		
1	14	13	12	39	23
2	14	13	14	41	25
3	14	14	15	43	25
4	14	14	15	43	28
5	13	12	14	39	24
6	14	13	15	42	26
7	14	12	11	37	23
8	14	12	15	41	23
9	15	15	19	49	26
10	10	9	14	33	21
11	13	12	16	41	27
12	12	14	17	43	27
13	13	15	16	44	28
14	9	12	12	33	26
15	11	10	11	32	20
16	11	13	16	40	24
17	9	11	14	34	19
18	13	12	15	40	23
19	15	13	17	45	26
20	15	14	15	44	25
21	14	13	15	42	26
22	15	12	14	41	22
23	15	13	16	44	24

ตารางที่ 26 (ต่อ)

คนที่	คะแนนแบบทดสอบระหว่างเรียน (50 คะแนน)			รวม	ทดสอบหลังเรียน (30 คะแนน)
	ส่วนที่ 1 (15)	ส่วนที่ 2 (15)	ส่วนที่ 3 (20)		
24	14	13	17	44	26
25	14	13	17	44	21
26	15	13	15	43	23
27	14	13	17	44	25
28	15	15	19	49	26
29	15	14	17	46	25
30	14	13	16	43	24
<b>รวม</b>	<b>402</b>	<b>385</b>	<b>456</b>	<b>1243</b>	<b>731</b>
<b>เฉลี่ย</b>	<b>13.40</b>	<b>12.83</b>	<b>15.20</b>	<b>41.43</b>	<b>24.37</b>
<b>ร้อยละ</b>				<b>82.87</b>	<b>81.22</b>
<b>ประสิทธิภาพ <math>E_1/E_2 = 82.87/81.22</math></b>					

ตารางที่ 27 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1 และ  
กลุ่มที่ 2

คนที่	กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 1		กลุ่มทดลองกลุ่มที่ 2	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
1	9	26	9	23
2	9	25	9	25
3	10	23	10	25
4	10	26	10	28
5	11	26	11	24
6	11	26	11	26
7	11	25	11	23
8	11	25	11	23
9	12	27	12	26
10	12	27	12	21
11	12	15	12	27
12	12	16	12	27
13	13	17	13	28
14	13	19	13	26
15	13	22	13	20
16	13	25	13	24
17	13	24	13	19
18	13	28	13	23
19	13	21	13	26
20	13	27	13	25
21	13	28	13	26
22	13	27	13	22
23	14	28	14	24
24	14	29	14	26
25	14	26	14	21

ตารางที่ 27 (ต่อ)

คนที่	กลุ่มทดลอง		กลุ่มควบคุม	
	ก่อนเรียน	หลังเรียน	ก่อนเรียน	หลังเรียน
26	14	26	14	23
27	14	26	14	25
28	14	25	14	26
29	14	23	14	25
30	14	19	14	24
<b>เฉลี่ย</b>	<b>12.40</b>	<b>24.23</b>	<b>12.40</b>	<b>24.37</b>

## ประวัติผู้วิจัย

ชื่อ - สกุล	นางสาวทัศนา จรจวบโชค
ที่อยู่	33 หมู่ 7 ต.ศรีสุราษฎร์ อ.ดำเนินสะดวก จ.ราชบุรี 70130
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2542	สำเร็จการศึกษาปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2543	สำเร็จการศึกษาประกาศนียบัตรบัณฑิต สาขาวิชาชีพครู มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร
พ.ศ. 2547	ศึกษาดูระดับปริญญาโท สาขาเทคโนโลยีการศึกษา มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ จังหวัดนครปฐม
ประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2543	ครูโรงเรียนหนองหญ้าไซวิทยา อ.หนองหญ้าไซ จ.สุพรรณบุรี