

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
กันยายน 2556

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา

กันยายน 2556

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3



เสนอต่อบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา  
ตามหลักสูตรปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการศึกษา  
กันยายน 2556

ศุภโชค สีวันนา. (2556). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.  
อาจารย์ที่ปรึกษาปรินญาณิพนธ์: รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ.

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ที่ได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 29 คน ใช้เวลาในการเรียน 19 คาบ แบบแผนการวิจัยเป็นแบบ One-Group Pretest-Posttest Design เครื่องมือที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample

ผลการศึกษา พบว่า

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 82.31/80.75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ย 15.00 คิดเป็นร้อยละ 75

THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION LESSONS WITH  
INTERNET NETWORK LINKAGE ON “SIMILARITY”  
FOR MATHAYOMSUKSA III STUDENTS



Presented in Partial Fulfillment of the Requirements for the  
Master of Education Degree in Secondary Education  
at Srinakharinwirot University  
September 2013

Suphachoke Seewanna. (2013). *The Development of Computer Assisted Instruction Lessons with Internet Network Linkage on "Similarity" for Mathayomsuksa III Students*. Master thesis, M.Ed. (Secondary Education). Bangkok: Graduate School, Srinakharinwirot University. Advisor Committee: Prof. Somchai Chuchat.

The purposes of this research were to develop of computer assisted instruction lessons with internet network linkage on "Similarity" for Mathayomsuksa III students, to compare mathematical achievement and mathematical reasoning ability before and after learning with the computer assisted instruction lessons with internet network linkage on "Similarity" and to compare mathematical reasoning ability of Mathayomsuksa III students after learning with a criterion.

The subjects of this research were 29 Mathayomsuksa III students of Srinagarindra Princess Mother School Samut Sakhon Under Patronage of Princess Maha Chakri Sirindhorn, Amphur Muang, Samut Sakhon in the second semester of the 2012 academic year obtained. They were randomly selected by using cluster random sampling. The experiment lasted for 19-fifty minute periods. The One-Group Pretest-Posttest Design was used for the study. The instruments used in data collection were the computer assisted instruction lessons with internet network linkage on "Similarity", the lesson plans, mathematical achievement test and mathematical reasoning ability test. The data were statistically analyzed by using t-test for Dependent Samples and t-test for One Sample.

The findings were as follows:

1. The computer assisted instruction lessons with internet network linkage on "Similarity" for Mathayomsuksa III students had the efficiency of 82.31/80.75 according to 80/80 criteria.
2. The mathematics achievement of the experimental group after learning by the computer assisted instruction lessons with internet network linkage on "Similarity" was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

3. The mathematical reasoning ability of the experimental group after learning by the computer assisted instruction lessons with internet network linkage on “Similarity” was statistically higher than before learning at the .01 level of significance.

4. The mathematical reasoning ability of the experimental group after learning by the computer assisted instruction lessons with internet network linkage on “Similarity” was statistically higher than the 65 percent criterion at the .01 level of significance. Its mean score 15.00 was as 75.00%.



ปริญญาานิพนธ์  
เรื่อง

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย  
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ของ  
ศุภโชค สีวันนา

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร  
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการมัธยมศึกษา  
ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย สันติวัฒนกุล)  
วันที่ ..... เดือน กันยายน พ.ศ. 2556

อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

คณะกรรมการสอบปากเปล่า

..... ที่ปรึกษา

..... ประธาน

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

(อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)





งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัย  
จาก  
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.)

## ประกาศคุณูปการ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความกรุณา และการให้คำปรึกษาแนะแนวทางในการทำวิจัยจาก รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ชูชาติ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ให้ความอนุเคราะห์ดูแล เอาใจใส่และตรวจแก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ ในการทำวิจัย อาจารย์ ดร.สนอง ทองปาน รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล อาจารย์ ดร.ศุภวรรณ สัจจพิบูล และอาจารย์ ดร.วันเพ็ญ ประทุมทอง คณะกรรมการสอบเค้าโครงปริญญานิพนธ์และสอบปากเปล่าทุกท่าน ที่ได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมเพื่อให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้

ขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ธานีรินทร์ สิทธิวิรัชธรรม อาจารย์ ดร.ชัยชนะ ใจบุญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุวิทย์ ไวยกุล อาจารย์พนัชกร มีฤทธิ์ อาจารย์ศรีสกุล วิบูลย์วงศ์ และอาจารย์วรรณุช แสงจันทร์ ที่ได้กรุณาให้ข้อคิดเห็น คำแนะนำ และคำปรึกษาในการแก้ไขเครื่องมือในวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี หัวหน้ากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ และคณาจารย์โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ทุกท่าน ที่ให้ความสะดวก และความช่วยเหลือในการทดลองเก็บข้อมูล และขอขอบใจนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และปีที่ 5 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ปีการศึกษา 2555 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ที่ให้ความร่วมมือในการหาคุณภาพเครื่องมือและดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่ให้ทุนอุดหนุนการวิจัย

ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา และสมาชิกในครอบครัวทุกท่าน ที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนแก่ผู้วิจัยตลอดมา และขอขอบคุณรุ่นพี่ เพื่อน และรุ่นน้องสาขาวิชาการมัธยมศึกษา (กลุ่มการสอนคณิตศาสตร์) ที่ให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จนสำเร็จ

คุณค่าและประโยชน์ใดๆ ที่มีในปริญญานิพนธ์นี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดา-มารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ศุภโชค สีวันนา

# สารบัญ

บทที่	หน้า
<b>1 บทนำ</b> .....	1
ภูมิหลัง.....	1
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	4
ความสำคัญของการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
สมมติฐานในการวิจัย.....	9
<b>2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง</b> .....	10
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	11
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	31
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์.....	46
เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	52
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	64
<b>3 วิธีดำเนินการวิจัย</b> .....	70
การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง.....	70
การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	71
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	79
การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล.....	80
<b>4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล</b> .....	87
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	87
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	88

## สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
<b>5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ</b> .....	91
ความมุ่งหมายของการวิจัย.....	91
สมมุติฐานในการวิจัย.....	91
วิธีดำเนินการวิจัย.....	92
สรุปผลการวิจัย.....	95
อภิปรายผล.....	95
ข้อสังเกตจากการวิจัย.....	100
ข้อเสนอแนะ.....	101
<b>บรรณานุกรม</b> .....	103
<b>ภาคผนวก</b> .....	113
ภาคผนวก ก.....	114
ภาคผนวก ข.....	136
ภาคผนวก ค.....	144
ภาคผนวก ง.....	155
ภาคผนวก จ.....	165
ภาคผนวก ฉ.....	177
<b>ประวัติย่อผู้วิจัย</b> .....	179

## บัญชีตาราง

ตาราง	หน้า
1 ทักษะการให้เหตุผล.....	62
2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	77
3 แบบแผนการวิจัย.....	79
4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	88
5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย.....	89
6 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย.....	90
7 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65).....	90
8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	115
9 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	116
10 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	117
11 ค่า $\sum X$ , $\sum X^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการ หาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	119
12 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	121

## บัญชีตาราง (ต่อ)

ตาราง		หน้า
13	ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	123
14	ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ และ $S_i^2$ ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ วัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	124
15	ค่า $\sum X_i$ , $\sum X_i^2$ ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า $S_i^2$ เพื่อใช้แทนค่าในสูตร การหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	124
16	ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง คณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย.....	128
17	คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน.....	133
18	คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน.....	134
19	คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้.....	135
20	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย.....	137
21	คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย.....	140

## บัญชีภาพประกอบ

ภาพประกอบ	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
2 ลำดับขั้นตอนการคิดของครูลิขและรุตนิก.....	55



# บทที่ 1

## บทนำ

### ภูมิหลัง

การศึกษาเป็นหัวใจที่สำคัญในการพัฒนาประเทศ ซึ่งจะช่วยให้ประชากรดำรงชีวิตอยู่ได้อย่างมีความสุข การศึกษามีคุณภาพดีต้องมีหลายองค์ประกอบ อาทิ ครูผู้สอน สื่อสภาพแวดล้อม ฯลฯ สำหรับสื่อการสอนที่เหมาะสมแต่ละวิชา แต่ละเนื้อหาจำเป็นต้องเลือกให้เหมาะสมเพื่อประโยชน์ต่อการเรียนรู้ที่สะดวกและเข้าใจง่าย (สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ 2538: 21-22) ในปัจจุบันเทคโนโลยีการศึกษาเข้ามามีบทบาทต่อวงการศึกษามาก โดยเฉพาะเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ เนื่องจากคอมพิวเตอร์ให้ความสะดวก และรวดเร็วในการจัดการเรียนการสอนของผู้เรียน ผู้สอน และผู้บริหารการศึกษาได้อย่างมีประสิทธิภาพเช่น การนำเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์มาใช้ในการตรวจข้อสอบ เป็นสื่อการเรียนการสอนของผู้สอน หรือช่วยในการจัดการบริหารการศึกษาของผู้บริหาร รัฐบาลในหลายประเทศจึงได้ตระหนักถึงความสำคัญและสนับสนุนการนำเทคโนโลยีการศึกษามาใช้ในวงการศึกษา รัฐบาลไทยก็เช่นเดียวกันได้ตระหนักถึงความสำคัญเช่นนี้โดยการบรรจุเทคโนโลยีการศึกษาไว้ในหมวด 9 ของพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 โดยรัฐบาลจะเป็น ผู้จัดสรรสิ่งอำนวยความสะดวกเพื่อประโยชน์ของการศึกษา ในรูปของสื่อตัวนำและคลื่นความถี่เผยแพร่การศึกษา ส่งเสริมและสนับสนุนให้มีการผลิตสื่อทุกรูปแบบมีการพัฒนาบุคลากรทั้งด้านผู้ผลิตและผู้ใช้เทคโนโลยี ส่งเสริมให้มีการวิจัย การผลิต และการพัฒนาเทคโนโลยีเพื่อการศึกษา (กิดานันท์ มลิทอง. 2543: 18)

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นนวัตกรรมทางการศึกษาหนึ่งที่มีลักษณะเป็นสื่อประสมสามารถสร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้ได้เป็นอย่างดี การมีภาพและเสียงช่วยในการจำและเรียกความทรงจำดีขึ้น การสร้างความคิดรวบยอดหรือการสรุปเนื้อหาการเรียนรู้ได้อย่างถูกต้องและรวดเร็ว นอกจากนี้ยังมีปฏิสัมพันธ์ตอบโต้กับผู้เรียนได้ และประการสำคัญสามารถใช้สื่อกับผู้เรียนที่มีพื้นฐานที่แตกต่างกันได้ ผู้เรียนสามารถกำหนดการเรียนรู้และเวลาเรียนได้ สามารถเลือกเนื้อหาหรือข้ามเนื้อหาที่เรียนไปแล้วได้ (สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. 2539: 8-10) และยังพบว่าอินเทอร์เน็ตสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการเรียนการสอนได้เป็นอย่างดี สามารถนำเสนอบทเรียนในลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction หรือ CAI) ไว้บนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยที่ผู้เรียนสามารถอ่านบทเรียนแล้วถ้าเกิดข้อสงสัยผู้เรียนก็สามารถค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมได้จากเว็บไซต์ที่ให้บริการสืบค้นหาข้อมูล ซึ่งจะเห็นว่าไม่ต้องเสียเวลาไปหาหนังสือในห้องสมุดก็สามารถค้นคว้าได้โดยรวดเร็วทำให้มีเวลาที่จะศึกษาในเรื่องต่อๆ ไปได้มากขึ้น การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนกับอินเทอร์เน็ตจึงเป็นสิ่งที่จะพัฒนาการเรียนการสอนในรูปแบบใหม่สร้างผู้เรียนให้มีศักยภาพตรงกับความต้องการของสังคม โดยอินเทอร์เน็ตจะขยายขอบเขตของการเรียนรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้อย่างไม่มีที่สิ้นสุด (กิดานันท์ มลิทอง. 2540: 330)



การจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ถือว่ามีส่วนสำคัญในการพัฒนาผู้เรียน เนื่องจาก วิชาคณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาความคิดของมนุษย์ และมนุษย์ได้ใช้คณิตศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการศึกษาวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ และมีระเบียบแบบแผน สามารถวิเคราะห์ ปัญหา และสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบถี่ถ้วน สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2546: 1) นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังมีบทบาท สำคัญในการพัฒนาศักยภาพของบุคคลในด้านการสื่อสาร การสืบเสาะ และการเลือกสรรสารสนเทศ การตั้งข้อสันนิษฐาน การให้เหตุผล การเลือกใช้ยุทธวิธีต่างๆ ในการแก้ปัญหา (กรมวิชาการ. 2545: 189) แม้ว่าวิชาคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญมากก็ตามแต่สภาพการเรียนการสอนที่ผ่านมา พบว่าการ เรียนการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา ยังไม่ประสบความสำเร็จเท่าที่ควรเพราะว่าครูส่วนใหญ่ยังคงใช้วิธีการสอนแบบบรรยายเพียงอย่างเดียว ไม่มีสื่ออุปกรณ์ประกอบการจัดกิจกรรมการ เรียนการสอน ไม่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเบื่อหน่าย ไม่ สนใจเรียน ไม่ตั้งใจเรียน และมีเจตคติที่ไม่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ซึ่งส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ต่ำ (รุ่งฤดี ลุ่มร้อย. 2546: 1) เห็นได้จากรายงานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติขั้น พื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 (ม.3) ปีการศึกษา 2554 ผลปรากฏว่า ค่าเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์เท่ากับ 32.08 จากคะแนนเต็ม 100 คะแนน (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ. 2555: ออนไลน์) จะเห็น ว่าคะแนนเฉลี่ยของนักเรียนน้อยมาก ดังนั้นจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทั้ง ในแง่ของเนื้อหา วิธีสอน กิจกรรมพัฒนาทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ (สำนัก คณิตศาสตร์ และคอมพิวเตอร์. 2547: 4)

จากการศึกษาปัญหาและงานวิจัยต่างๆ พบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นสื่อการเรียนการสอนที่นับว่าสามารถช่วยแก้ปัญหาการเรียนการสอนที่ดี อย่างหนึ่งในขณะนี้ เพราะการเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยี ปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และ แก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและ ทรัพยากรของเว็ลด์ไวต์เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน (ถนอมพร เลหาจรัสแสง. 2544: 87) ซึ่งเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาหนึ่งที่น่ามาผลิตบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ เนื่องจากคณิตศาสตร์เป็นเนื้อหาที่ค่อนข้างเป็น นามธรรมถ้าได้นำคอมพิวเตอร์มาช่วยสร้างความเป็นรูปธรรมก็จะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดี และประสบความสำเร็จในการศึกษา (สุรศักดิ์ หลาบมาลา. 2543: 15) ดังที่สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 131-134) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลัง การเรียนด้วย บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบ ปฏิสัมพันธ์ สูงขึ้น และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียน

e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งสอดคล้องกับ ศศิธร บุญภาพ (2548: 132-133) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง แสงเชิงฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดสระแก้ว พบว่า ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนสูงกว่าระดับดี เจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตสูงกว่าระดับดี

สำหรับการให้เหตุผลเป็นทักษะ/กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผล เป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. 2551: 45) จากความสำคัญของการให้เหตุผล ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ (2553: 44-48) ได้สร้างกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลการวิจัยพบว่า ด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 สามารถกล่าวได้ว่าความสามารถด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงในทิศทางตามกันในระดับค่อนข้างมากที่สุด และด้วยความเชื่อมั่นร้อยละ 99 สามารถกล่าวได้ว่านักเรียนซึ่งมีพฤติกรรมการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์อยู่ในเกณฑ์ดี จำนวนมากกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากที่วิชาคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม ต้องคิดอย่างมีเหตุผล ทำให้ยากต่อการเรียนรู้และทำความเข้าใจได้อย่างรวดเร็ว และจากประสบการณ์การสอนของผู้วิจัยพบว่าเนื้อหาเรื่อง ความคล้าย เป็นเรื่องที่ต้องใช้ความเข้าใจในการพิจารณาถึงผลที่เกิดขึ้น และยากที่จะเห็นภาพได้ชัดเจน นักเรียนต้องใช้เวลาในการทำ ความเข้าใจ ซึ่งจากการศึกษาข้อมูลของผู้วิจัยพบว่า การจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์สามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมาช่วยอธิบายเนื้อหา ช่วยให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล และเห็นภาพได้ชัดเจนขึ้น ดังนั้นผู้วิจัยมีความสนใจที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย มาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในเรื่องดังกล่าว โดยคาดหวังว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นจะเป็นสื่อช่วยสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความพร้อมของแต่ละบุคคล และเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาความรู้เรื่องการใช้บทเรียนวิชาอื่นๆ ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้แพร่หลายในวงการการศึกษาต่อไป

## ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคุณภาพ โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะ ดังนี้

1. สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

## ความสำคัญของการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้จะได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย เพื่อใช้เป็นสื่อในการเรียนการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามความพร้อมของแต่ละบุคคล ทุกเวลา ทุกสถานที่ ซึ่งจะเป็นประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาและปรับปรุงกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น รวมทั้งเป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในเนื้อหาและระดับชั้นอื่นๆ ต่อไป

## ขอบเขตของการวิจัย

### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 7 ห้องเรียน รวม 230 คน

### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) มา 1 ห้องเรียน เนื่องจากโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ภาคเรียนที่ 2 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งมีเนื้อหาประกอบด้วย

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 1. รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน   | 4 คาบ |
| 2. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | 5 คาบ |
| 3. การนำไปใช้               | 6 คาบ |

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินการทดลอง 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยทำการทดสอบก่อนเรียน 2 คาบ ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 15 คาบ และทำการทดสอบหลังเรียน 2 คาบ โดยผู้วิจัยดำเนินการทดลองสอนด้วยตนเอง

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปรที่ศึกษา คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

2. ผลการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวแปรอิสระ คือ การเรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต หมายถึง การที่ผู้วิจัยออกแบบและสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งให้ผู้เรียนใช้เรียนรู้ด้วยตนเอง ได้ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านสื่อ จำนวน 2 รอบ ผู้วิจัยปรับปรุงแก้ไขจนบทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด

**2. ประสิทธิภาพของบทเรียน** หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างน้อยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมด ทำได้จากแบบทดสอบภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างน้อยร้อยละ 80

การยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถือค่าความแปรปรวน 2.5 % คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5 %

**3. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer Assisted Instruction)** หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นผู้สอนในการเรียนการสอน การฝึกแบบฝึกหัด ทบทวนบทเรียน ช่วยนักเรียนในด้านการตอบโต้เกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน และมีการให้ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบเป็นการเสริมแรง เป็นการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละเอียดจอภาพ โดยผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ซึ่งอัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง

**4. ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** หมายถึง เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เกิดจากการเชื่อมต่อเครือข่ายต่างๆ เข้าด้วยกันภายใต้ข้อกำหนดหรือเกณฑ์วิธีติดต่อสื่อสารที่เรียกว่า โพรโตคอล (protocol) ทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละชนิดสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ เพื่อให้เราสามารถแลกเปลี่ยนและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารถึงกันได้ทั่วโลกโดยสะดวก และรวดเร็ว ซึ่งข้อมูลข่าวสารนั้นอาจจะเป็นข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการแลกเปลี่ยนและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารนั้นสามารถใช้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) การโอนย้ายไฟล์ การสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message) การค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บ และบริการกระดานข่าวหรือเว็บบอร์ดได้

**5. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต** เรื่อง ความคล้าย หมายถึง การนำคอมพิวเตอร์มาเป็นผู้สอนในการเรียนการสอนที่เรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งบทเรียนเป็นเว็บเพจนำเสนอเนื้อหาความรู้ในลักษณะสื่อประสมที่ประกอบด้วยข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน เรื่อง ความคล้าย มีการออกแบบ

กิจกรรมซึ่งผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์โดยสามารถโต้ตอบหรือสื่อสารกับบทเรียน ในลักษณะของการใช้แป้นพิมพ์ การคลิกเมาส์ การเลื่อนเมาส์เพื่อศึกษาเนื้อหา เป็นโปรแกรมสร้างแบบฝึกหัดแบบทดสอบพร้อมเฉลยให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบความเข้าใจได้ทันที และช่วยการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้สอนและผู้เรียนในลักษณะจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail) การสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message) และบริการกระดานข่าวหรือเว็บบอร์ด และการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียนในลักษณะ การสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message) และบริการกระดานข่าวหรือเว็บบอร์ด ซึ่งผู้เรียนสามารถหาความรู้เพิ่มเติมโดยใช้บริการการโอนย้ายไฟล์และการค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตผ่านบริการเว็ทไวด์เว็บ โดยผู้เรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ซึ่งอัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในการวิจัยครั้งนี้ประกอบด้วย

1. เนื้อหาบทเรียน ที่ประกอบด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโฮมเพจ หน้าแสดงรายชื่อบทเรียน
2. รูปแบบการติดต่อสื่อสาร ในลักษณะปฏิสัมพันธ์ ได้แก่ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail การสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message) และบริการกระดานข่าวหรือเว็บบอร์ด
3. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ เรื่องความคล้าย เพื่อตรวจสอบความเข้าใจและความรู้ในเรื่องที่ได้ศึกษา

**6. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์** หมายถึง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ ที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด ตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) 4 ระดับ ดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ
2. ความเข้าใจ (Comprehensive) หมายถึง ความสามารถในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ การสรุปอ้างอิง โครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา การติดตามแนวของเหตุผล และการอ่านตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาค่าที่คล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร

4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแก้ไขที่ยังไม่เคย  
ประสบมาก่อนการค้นหาคำสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การวิจารณ์การพิสูจน์ และความสามารถ  
ในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

7. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทาง  
คณิตศาสตร์ในการพิจารณา การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ข้อสรุป” หรือ “ข้อความคาดการณ์” ว่าเป็น  
ความจริง โดยแสดงวิธีการยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอาศัยการ  
คิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลหรือสถานการณ์  
ต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งผู้วิจัยประเมินความสามารถ  
ในการให้เหตุผลโดยการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และใช้วิธีการให้คะแนนแบบ  
กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric)

8. เกณฑ์ หมายถึง คะแนนขั้นต่ำที่จะยอมรับว่าผู้เรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ โดยใช้  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ วิเคราะห์ได้จากคะแนนสอบหลังเรียน แล้วนำคะแนนเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละ  
เทียบกับเกณฑ์ ในงานวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไปของคะแนนรวม ซึ่งปรับปรุงมาจาก  
เกณฑ์ที่กำหนดของของสำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน (2553: 22) ดังนี้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 80-100 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีเยี่ยม

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 75-79 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดีมาก

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 70-74 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 65-69 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับค่อนข้างดี

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 60-64 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับน่าพอใจ

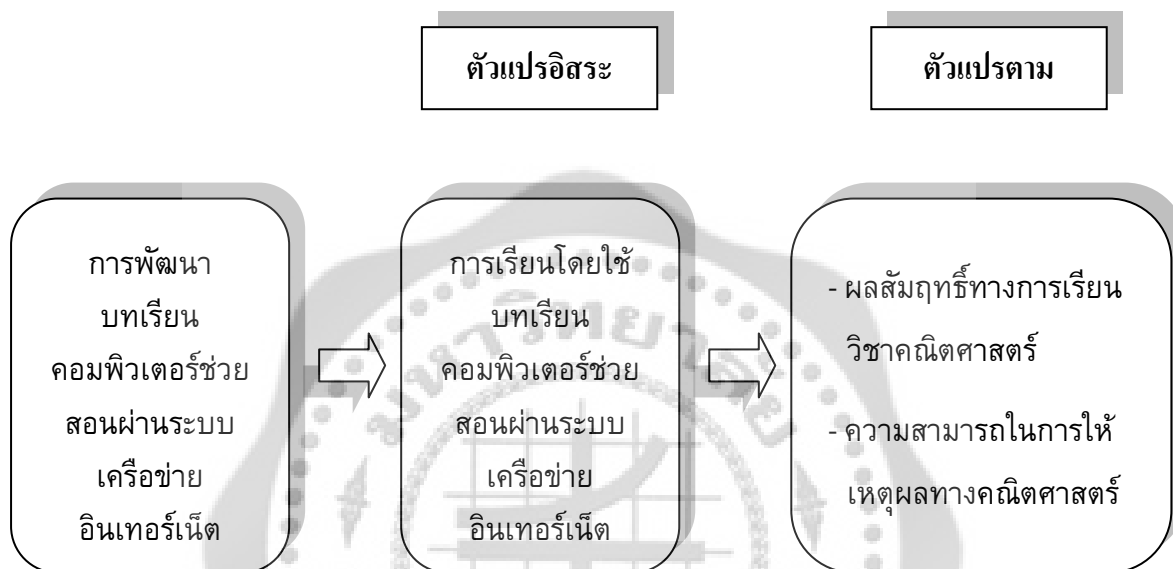
ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 55-59 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับพอใช้

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 50-54 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำ

ช่วงคะแนนเป็นร้อยละ 0-49 หมายถึง นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์อยู่ในระดับต่ำกว่าเกณฑ์

## กรอบแนวคิดในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้แนวคิดจากการศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ พัฒนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์ และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จึงสรุปเป็นแผนภาพแสดงกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังปรากฏในภาพประกอบ 1



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

## สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65



## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง และได้นำเสนอตามหัวข้อต่อไปนี้

1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.3 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.5 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.6 จิตวิทยาการศึกษาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
  - 1.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.1 ความหมายของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.2 บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.3 ความหมายของการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.4 ลักษณะการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.5 ประโยชน์ของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
  - 2.6 การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.2 องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 4.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 4.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 4.3 ลักษณะของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
  - 4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล
  - 4.5 การประเมินการให้เหตุผล
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

## 1. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

### 1.1 ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาจากคำภาษาอังกฤษว่า Computer Assisted Instruction เรียกว่า CAI ปัจจุบันมีการใช้คำย่อของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในภาษาอังกฤษหลายคำ ซึ่งมีความหมายเดียวกัน ดร.ศรีศกดิ์ จามรมาน ได้รวบรวมไว้ ดังนี้ (นงนุช วรรณวหะ. 2538: 49)

CAI	CBI	CEI	CMI	COI	CRI	CUI
CAL	CBL	CEL	CML	COL	CRL	CUL
CAE	CBE	CEE	CME	COE	CRE	CUE
CAT	CBT	CET	CMT	COT	CRT	CUT

คอมพิวเตอร์ช่วย  
ใน  
การเรียนการสอน

C = Computer	R = Related
A = Aided, Assisted, Augmented	U = Uses in
B = Based	I = Instruction
E = Extended	L = Learning
M = Managed, Monitored	E = Education
O = Oriented	T = Training

ส่วนคำที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ Computer-Assisted Instruction (CAI) คำว่า “คอมพิวเตอร์ช่วยสอน” นั้นมีผู้ให้ความหมายไว้ต่าง ๆ กัน ดังนี้

ซินน์ (Zinn. 1976: 268) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ แสดงการฝึกฝน ฝึกแบบฝึกหัด และทบทวนลำดับบทเรียนให้แก่นักเรียน และบางทีก็ช่วยนักเรียน ในด้านการตอบโต้เกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน

สเปนเซอร์ (Spencer. 1997: 50) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการใช้ คอมพิวเตอร์ให้เป็นกระบวนการเรียนการสอนส่วนบุคคล โดยให้ลำดับขั้นตอนของการเรียนการสอน แก่นักเรียน ภายใต้การควบคุมของคอมพิวเตอร์ อัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัว นักเรียนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถตอบสนองความต้องการส่วนบุคคลของ นักเรียนแต่ละคนได้

ทักษิณา สนวนานนท์ (2535: 88) ได้ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การสร้างโปรแกรมบทเรียนหรือหน่วยการเรียน ซึ่งนักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลถือว่า คอมพิวเตอร์เป็นอุปกรณ์การสอนแต่ไม่ใช่ครูผู้สอน

บุญชม ศรีสะอาด (2537: 23) ได้ให้ความหมาย คอมพิวเตอร์ช่วยสอน คือ การใช้ คอมพิวเตอร์ในการสอนรายบุคคล โดยใช้โปรแกรมที่ดำเนินการสอนภายใต้การควบคุมของ

คอมพิวเตอร์ ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนมีความก้าวหน้าตามอัตราของตนเอง เป็นการสอนที่ตอบสนองความต้องการของผู้เรียนแต่ละคน

กิดานันท์ มลิทอง (2540: 227) กล่าวถึงความหมายของการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า เป็นการนำคอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการสอนจะทำให้การเรียนการสอนมีการโต้ตอบกันได้ระหว่างนักเรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์เช่นเดียวกับการสอนระหว่างครูกับนักเรียนที่อยู่ในห้องเรียนปกติ นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ยังมีความสามารถตอบสนองการป้อนข้อมูลของนักเรียนในรูปแบบของการเสริมแรงให้แก่ นักเรียน

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2541ข: 7) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนทางคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด โดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพ

พลวัตร ปานทอง (2548: 12) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นสื่อในการนำเสนอเนื้อหา ซึ่งอาจเป็นกิจกรรมในรูปแบบต่างๆ ที่เน้นนักเรียนปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน โดยมีเป้าหมายสำคัญในการเป็นบทเรียนที่ช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถดึงดูดความสนใจของนักเรียนและกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดการอยากเรียนรู้

กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: 10) กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนสำเร็จรูปที่นำเสนอด้วยคอมพิวเตอร์ทั้งการเรียนการสอน การทบทวนและการวัดผล ผู้เรียนจะเรียนตามโปรแกรมที่จัดเตรียมไว้ออกมาแสดงทางจอภาพเป็นคำอธิบาย เป็นบทเรียนหรือแสดงเป็นรูปภาพ ผู้เรียนจะต้องศึกษาเนื้อหาที่นำเสนอไว้ ซึ่งแต่ละคนจะใช้เวลาทำความเข้าใจไม่เท่ากัน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะทำการสอบความรู้ด้วยการป้อนคำถาม และจะตรวจคำตอบให้ทันที เมื่อผู้เรียนตอบถูกต้องจะได้รับคะแนนและคำชมเชย ถ้าตอบผิดก็จะให้กลับไปศึกษาเนื้อหาใหม่ หรือทำอย่างหนึ่งอย่างใด เมื่อจบบทเรียนแล้วจะมีการแจ้งผลการเรียนให้ผู้เรียนทราบ

จากความหมายดังกล่าวสรุปได้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์มาเป็นสื่อในการเรียนการสอน การฝึกแบบฝึกหัด ทบทวนบทเรียน และช่วยนักเรียนในด้านการตอบโต้เกี่ยวกับเนื้อหาของการเรียนการสอน เป็นการนำเสนอสื่อประสมอันได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วีดิทัศน์และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียนหรือองค์ความรู้ ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะนำเสนอเนื้อหาที่ละหน้าจอภาพ โดยนักเรียนเรียนรู้ได้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคล ซึ่งอัตราความก้าวหน้าในการเรียนนั้นขึ้นอยู่กับตัวนักเรียนเอง

## 1.2 ประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

เมอร์ริท; พอล และคณะ (Merritt; Paul F; & et al. 1992: 11-13) ได้กล่าวถึงการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ทำหน้าที่เป็นผู้สอนนี้ สามารถแบ่งออกได้ 5 แบบ คือ

1. แบบฝึกและปฏิบัติ (Drill and Practice) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดและให้ผู้เรียนได้โต้ตอบ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของผู้เรียนและแสดงผลย้อนกลับที่เหมาะสม หากผู้เรียนตอบคำถามไม่ถูกต้องคอมพิวเตอร์จะแสดงคำตอบที่ถูกต้องและนำเสนอปัญหาหรือแบบฝึกหัดข้ออื่นต่อไป โปรแกรมบทเรียนจึงประกอบด้วย คำถาม คำตอบ และเกณฑ์ประเมินระดับความรู้ของผู้เรียนที่ทำการฝึกและปฏิบัติ

2. แบบศึกษาเนื้อหา (Tutorial) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์สอนเนื้อหาหรือสารสนเทศใหม่ นักเรียนจะสามารถศึกษาเนื้อหาตามลำดับที่โปรแกรมบทเรียนกำหนดเนื้อหา จะถูกวิเคราะห์แยกออกเป็นส่วนย่อยๆ เพื่อประโยชน์ในการนำเสนอและมีคำถามประกอบเพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทนี้จะสามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับ ทบทวนบทเรียนตอบคำถามซ้ำ ข้ามเนื้อหาที่ผู้เรียนรู้แล้ว หรือนำเนื้อหาที่ยากขึ้น ตามระดับความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ยังสามารถบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับผู้เรียนและระดับความรู้ของผู้เรียนแต่ละคนได้

3. แบบสถานการณ์จำลอง (Simulation) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอสถานการณ์ที่จำลองมาจากสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดอันตรายที่เกิดจากการเสี่ยงและย่นระยะเวลาในการศึกษาจากสถานการณ์จริง การตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่ได้โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะสามารถแสดงผลลัพธ์ให้เห็นได้ทันที

4. แบบแก้ปัญหา (Problem Solving) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งอาจจะจำลองหรือไม่ได้จำลองมาจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพยายามค้นหากระบวนการและใช้ทักษะในการให้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ

5. แบบเกม (Games) เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอเกมการศึกษาเพื่อดึงดูดและสร้างความสนใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการศึกษานี้ จะช่วยพัฒนาความคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหาและความรู้ด้านต่างๆ แก่ผู้เรียน

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์)เลาหจรัสแสง (2541ข: 11-12) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกัน คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อหาเดิมก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรือจะเลือกเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับในรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนได้ตามความต้องการของตน

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญๆ ได้โดยครูผู้สอนไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำแล้วซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลอง คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปแบบของการจำลองลง (simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (problem-solving) ในตัวบทเรียน จะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้นๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่ายและการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้นได้จากการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้มีความสนุกสนานเพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถนำมาใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษาเพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การที่ผู้เรียนได้ผลป้อนกลับโดยทันที (immediate feedback) ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่วไป นอกจากนี้การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำและรวดเร็วอีกด้วย

บุญเกื้อ คอรรหาเวช (2542: 65-68) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ใช้กันในปัจจุบันมีอยู่หลายรูปแบบ นักวิชาการและนักการศึกษาทั้งในและต่างประเทศได้จัดแบ่งลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่างๆ คล้ายคลึงกัน พอจะสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียน (Tutorial) เป็นโปรแกรมที่สร้างมาในลักษณะของบทเรียนโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นส่วนย่อยๆ เป็นการเรียนแบบการสอนของครู คือจะมีบทนำ คำอธิบาย ซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎี กฎเกณฑ์ คำอธิบาย และแนวคิดที่จะสอนในรูปแบบของข้อความ ภาพและเสียงหรือทุกแบบรวมกัน หลังจากที่ผู้เรียนได้ศึกษาแล้วก็จะมีคำถามเพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ ตลอดจนมีการเสริมแรง สามารถให้ผู้เรียนย้อนกลับไปเรียนบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่ผู้เรียนรู้แล้วไปได้ นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกผลว่าผู้เรียนทำได้เพียงไร อย่างไร เพื่อให้ครูผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคน

2. การฝึกและการปฏิบัติ (Drill and Practice) ส่วนใหญ่ใช้เสริมการสอนเมื่อครู

หรือผู้สอนได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดจากคอมพิวเตอร์เป็นการวัดความเข้าใจ ทบทวนและช่วยเพิ่มพูนความรู้ความชำนาญ ลักษณะแบบฝึกหัดที่นิยมกันมาก คือ การจับคู่ชี้ว่า ถูก-ผิด และเลือกข้อถูกจาก 3-5 ตัวเลือก การใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เพื่อฝึกทักษะต่างๆ จะเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพมาก หากโปรแกรมที่ใช้มีประสิทธิภาพดี โปรแกรมในด้านการฝึกทักษะและปฏิบัติไม่ได้ช่วยผู้เรียนเฉพาะในด้านความจำเพียงด้านเดียวแต่ยังช่วยผู้เรียนให้รู้จักคิดด้วย เพราะคอมพิวเตอร์มักจะเป็นฝ่ายป้อนคำถามให้ผู้เรียนเป็นฝ่ายตอบอยู่เสมอ

3. จำลองแบบ (Simulation) ในบางบทเรียนการสร้างภาพพจน์เป็นสิ่งสำคัญ และเป็นสิ่งจำเป็น การทดลองทางห้องปฏิบัติการในการเรียนการสอนจึงมีความสำคัญ แต่ในหลายๆ วิชาไม่สามารถทดลองให้เห็นจริงได้ เช่น การเคลื่อนที่ของลูกปืนใหญ่ การเดินทางของแสง และการหักเหของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า หรือปรากฏการณ์เคมีที่ต้องใช้เวลานานๆ หลายวันจึงปรากฏผลให้เห็น การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจำลองแบบทำให้เข้าใจบทเรียนได้ง่ายขึ้น การจำลองแบบบางเรื่องช่วยลดค่าใช้จ่ายในเรื่องวัสดุอุปกรณ์ทางห้องปฏิบัติการได้มาก การจำลองแบบอาจจะช่วยย่นระยะเวลา และลดอันตรายได้

4. เกมการศึกษา (Educational game) เกมการศึกษาหลาย ๆ เรื่องช่วยพัฒนาความคิดอ่านต่างๆ ได้ดี เช่น เกมเติมคำ เกมการคิดแก้ปัญหา เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้ผู้เรียนได้รับความรู้และความสนุกสนานเพลิดเพลินไปพร้อมๆ กัน เป้าหมายหลักของเกมการศึกษาคือช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เป็นสำคัญ สำหรับในส่วนที่มีลักษณะเหมือนเกมต่างๆ ไป คือ เรื่องของการแข่งขัน แต่ก็เป็นการเล่นไปสู่อะไรบางอย่าง

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการสอนที่ดีวิธีหนึ่งที่ครูผู้สอนมักนำมาใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในการสอนวิชาวิทยาศาสตร์ และคณิตศาสตร์ การสอนด้วยวิธีนี้ครูจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีหรือวิธีการทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ การสาธิตการใช้คอมพิวเตอร์ก็มีลักษณะคล้ายคลึงกัน แต่การใช้คอมพิวเตอร์นั้นน่าสนใจกว่าเพราะว่าคอมพิวเตอร์ให้ทั้งกราฟที่สวยงาม อีกทั้งมีสีและเสียงอีกด้วย ครูสามารถนำคอมพิวเตอร์มาใช้เพื่อสาธิตเกี่ยวกับการโคจรของดาวพระเคราะห์ในระบบสุริยะ โครงสร้างอะตอม เป็นต้น

6. การทดสอบ (Testing) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะต้องการรวมการทดสอบ เป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนไปด้วย โดยผู้ทำจะต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆ คือ การสร้างข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบเองได้

7. การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริงความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสารคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่ายๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแต่กดหมายเลขของผู้เรียนหรือใส่รหัส หรือตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้นๆ การใส่รหัสหรือหมายเลข จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูล ซึ่งจะตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

8. การแก้ปัญหา (Problem solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้เน้นให้ฝึกการคิดการตัดสินใจ โดยการกำหนดเกณฑ์ให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น ในวิชาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ ผู้เรียนจำเป็นต้องอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าใจและมีความสามารถในการแก้ปัญหา

9. แบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน (Combination) เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

จากข้อมูลข้างต้น ที่ผู้วิจัยได้ศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีหลายประเภท ซึ่งการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่จำเป็นต้องเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใดประเภทหนึ่งเสมอไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในการใช้ของผู้ใช้ และผู้สร้างบทเรียนซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทบทเรียน เป็นการนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนเนื้อหาเดิม มีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการฝึกและการปฏิบัติ เป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้จัดทำแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ ผู้เรียนได้โต้ตอบ คอมพิวเตอร์จะประเมินคำตอบของผู้เรียน และแสดงผลย้อนกลับที่เหมาะสม

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสถานการณ์จำลอง เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอสถานการณ์ที่จำลองมาจากสถานการณ์จริง ซึ่งจะช่วยลดค่าใช้จ่าย ลดอันตรายที่เกิดจากการเสี่ยงและย่นระยะเวลาในการศึกษาจากสถานการณ์จริง การตัดสินใจหรือการแก้ปัญหาของผู้เรียนที่ได้โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ จะสามารถแสดงผลให้เห็นได้ทันที

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการศึกษา เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอเกมการศึกษาเพื่อดึงดูด และสร้างความสนใจของผู้เรียน โปรแกรมบทเรียนประเภทเกมการศึกษานี้จะช่วยพัฒนาความคิด การตัดสินใจ การแก้ปัญหาและความรู้ด้านต่างๆ แก่ผู้เรียน

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการทดสอบ เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหา เป็นการใช้คอมพิวเตอร์นำเสนอปัญหา หรือสถานการณ์ของปัญหา ซึ่งอาจจะจำลองหรือไม่ได้จำลองมาจากสถานการณ์จริง ผู้เรียนจะสามารถเรียนรู้และเพิ่มพูนทักษะในการแก้ปัญหา ผู้เรียนจะต้องพยายามค้นหากระบวนการและใช้ทักษะในการให้เหตุผลเพื่อแก้ปัญหานั้นๆ

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบรวมวิธีการต่างๆ เข้าด้วยกัน เป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ประยุกต์เอาวิธีการหลายแบบเข้ามารวมกันตามวัตถุประสงค์ที่ต้องการ

### 1.3 คุณลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

แฮนนาฟิน และเพค (บุญเกื้อ ควรหาเวช. 2542: 71-74 ; อ้างอิงจาก Hannafin; & Peck. 1988: 17-23) ได้ให้ข้อคำนึงในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน และลักษณะของการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีไว้ 12 ประการ ดังนี้

1. สร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของการสอน เพื่อให้นักเรียนได้เรียนจากบทเรียนนั้น มีความรู้และทักษะ ตลอดจนทัศนคติตามที่ผู้สอนได้ตั้งไว้ และนักเรียนสามารถประเมินผลด้วยตนเองว่าบรรลุจุดประสงค์ในแต่ละข้อหรือไม่
2. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับลักษณะผู้เรียน การสร้างบทเรียนต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญว่ามีความรู้พื้นฐานอยู่ในระดับใด ไม่ควรจะยากหรือง่ายจนเกินไป
3. บทเรียนที่ดีควรมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนให้มากที่สุด การเรียนจากคอมพิวเตอร์ช่วยสอนควรมีประสิทธิภาพมากกว่าการเรียนจากในหนังสือ เพราะสามารถสื่อสารกับนักเรียนได้ทั้ง 2 ทาง
4. บทเรียนที่ดีควรมีลักษณะเป็นการเรียนการสอนรายบุคคล นักเรียนสามารถเลือกที่จะเรียนหัวข้อที่ตนสนใจและต้องการที่จะเรียน และสามารถข้ามบทเรียนที่ตนมีความเข้าใจแล้วได้ แต่ถ้าบทเรียนที่ตนเองยังไม่เข้าใจก็สามารถเรียนซ่อมเสริมจากข้อแนะนำของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้
5. บทเรียนที่ดีควรคำนึงถึงความสนใจของนักเรียน ควรมีลักษณะสร้างความสนใจของนักเรียนได้ตลอดเวลา เพราะจะทำให้เกิดความรู้สึกกระตือรือร้นในการเรียนอยู่เสมอ
6. บทเรียนที่ดีควรสร้างความรู้สึกในทางบวกให้กับนักเรียน ควรทำให้นักเรียนเกิดความเพลิดเพลิน เกิดกำลังใจ และควรหลีกเลี่ยงการลงโทษ
7. ควรจัดทำบทเรียนให้สามารถแสดงผลย้อนกลับไปยังนักเรียนให้มาก ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการแสดงผลย้อนกลับในทางบวก ที่สามารถทำให้นักเรียนชอบและไม่เกิดความเบื่อหน่าย
8. บทเรียนที่ดีควรเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมทางการเรียนการสอน บทเรียนควรปรับเปลี่ยนให้ง่ายต่อกลุ่มนักเรียน เหมาะกับการจัดตารางเวลาเรียน สถานที่ติดตั้งเครื่องมีความเหมาะสม ควรคำนึงถึงการใส่เสียง ระดับเสียงดนตรีประกอบ ควรให้เป็นที่ดึงดูดใจนักเรียนด้วย
9. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักเรียนอย่างเหมาะสม ควรหลีกเลี่ยงคำถามที่ง่ายและตรงเกินไป หลีกเลี่ยงคำถามหรือข้อความในคำถามที่ไร้ความหมาย การตัดสินคำตอบควรมีความแจ่มแจ้งไม่คลุมเครือ และไม่ควรให้เกิดความสับสนหรือขัดแย้งกับคำตอบ
10. บทเรียนที่ดีควรใช้คอมพิวเตอร์ที่จะเป็นแหล่งทรัพยากรทางการเรียนอย่างชาญฉลาด ควรใช้สมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์อย่างเต็มที่ เช่น การเสนอด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหวผสมตัวอักษร หรือให้มีเสียงหรือแสงเน้นที่สำคัญ หรือที่วลีต่างๆ เพื่อขยายความคิด



ของนักเรียนให้กว้างไกลมากขึ้น ตลอดจนข้อจำกัดต่างๆ ของคอมพิวเตอร์ด้วย เพื่อหลีกเลี่ยงความสูญเสียสมรรถนะของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ภาพเคลื่อนไหวปรากฏซ้ำเกินไป การแบ่งส่วนย่อยๆ ของโปรแกรมมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่สะดวกต่อการใช้

11. บทเรียนที่ดีต้องอยู่บนพื้นฐานของการออกแบบการสอนคล้ายๆ กับการผลิตสื่อชนิดอื่นๆ การออกแบบบทเรียนที่ดีย่อมสร้างความสนใจของนักเรียนได้มาก การออกแบบย่อมประกอบด้วย การตั้งวัตถุประสงค์ของบทเรียน การจัดลำดับขั้นตอนของการสอน การสำรวจทักษะที่จำเป็นต่อนักเรียน เพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดจึงควรลำดับการสอนให้ดีมีการวัดผล และการแสดงผลย้อนกลับให้นักเรียนได้ทราบ มีแบบฝึกหัดพอเพียง และให้มีการประเมินผลขั้นสุดท้าย เป็นต้น

12. บทเรียนที่ดีควรมีการประเมินผลทุกแง่มุม เช่น การประเมินผลคุณภาพของนักเรียน ประสิทธิภาพของบทเรียน ความสวยงาม ความตรงประเด็น และตรงกับทัศนคติของนักเรียน เป็นต้น

ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลขาธิการสสส (2541ข: 8-10) กล่าวถึงคุณลักษณะที่เป็นองค์ประกอบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มี 4 ประการ ได้แก่

#### 1. สารสนเทศ (Information)

สารสนเทศ (Information) ในที่นี้หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และได้รับทักษะอย่างหนึ่งอย่างใดตามที่ผู้สร้างได้กำหนดวัตถุประสงค์ไว้ โดยการนำเสนอเนื้อหานี้อาจจะเป็นการนำเสนอในรูปแบบต่างๆ ซึ่งอาจจะเป็นในลักษณะทางตรงหรือทางอ้อมก็ได้ ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางตรงก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ ซึ่งเปิดโอกาสให้ผู้ใช้ได้รับเนื้อหาสาระ และทักษะต่างๆ อย่างตรงไปตรงมาจากการอ่านจำ ทำความเข้าใจ และฝึกฝน ตัวอย่างการนำเสนอเนื้อหาในลักษณะทางอ้อมก็ได้แก่ การนำเสนอเนื้อหาในคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม และการจำลองซึ่งเนื้อหาสาระหรือทักษะที่ผู้เรียนได้รับ จะถูกแฝงเอาไว้ในรูปแบบของเกมต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้ได้ฝึกทักษะทางการคิด การจำ การสำรวจสิ่งต่างๆ รอบตัว และเพื่อสร้างบรรยากาศการเรียนรู้ที่สนุกสนานเพลิดเพลินและจูงใจให้ผู้ใช้มีความต้องการที่จะเรียนมากขึ้น

สารสนเทศเป็นคุณลักษณะสำคัญประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ช่วยแยกความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม ออกจากซอฟต์แวร์เกมซึ่งมุ่งเน้นแต่ความบันเทิงและความเพลิดเพลินของผู้ใช้โดยไม่ได้คำนึงถึงการให้ความรู้หรือทักษะแก่ผู้เรียนแต่อย่างใด อย่างไรก็ตามซอฟต์แวร์เกมบางชิ้นก็อาจจัดว่าเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทหนึ่ง แต่เกมเหล่านั้นจะต้องมีคุณลักษณะสำคัญ กล่าวคือ จะต้องมีความหมายรวมหรือวัตถุประสงค์ในการที่จะนำเสนอเนื้อหา สาระความรู้หรือทักษะอย่างใดอย่างหนึ่งแก่ผู้เรียน

#### 2. ความแตกต่างระหว่างผู้เรียน (Individualization)

การตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคลคือลักษณะสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน บุคคลแต่ละบุคคลมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา

ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกันออกไป (Individualization) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนซึ่งเป็นสื่อการเรียนการสอนรายบุคคลประเภทหนึ่งจึงต้องได้รับการออกแบบให้มีลักษณะที่ตอบสนองต่อความแตกต่างส่วนบุคคลให้มากที่สุด กล่าวคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะต้องมีความยืดหยุ่นมากพอที่ผู้เรียนจะมีอิสระในการควบคุมการเรียนของตน รวมทั้งการเลือกรูปแบบการเรียนที่เหมาะสมกับตนได้ การควบคุมการเรียนของตนมีอยู่หลายลักษณะด้วยกัน ลักษณะที่สำคัญๆ ได้แก่

การควบคุมเนื้อหา การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนในส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษา เช่น มีเมนูหรือรายการที่แยกเนื้อหาตามหัวข้ออย่างชัดเจนหรือปุ่มควบคุมต่างๆ ในการสืบไป (navigate) ในบทเรียน

การควบคุมลำดับในการเรียน การเลือกที่จะเรียนส่วนใด ก่อนหลังหรือการสร้างลำดับการเรียนด้วยตนเอง เช่น ในลักษณะการเรียนเนื้อหาแบบโยงใยหรือสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งกำลังเป็นที่นิยมอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งผู้เรียนสามารถที่กดเลือกข้อมูลที่ต้องการเรียนตามความสนใจ ความถนัดหรือตามพื้นฐานของตนได้

การควบคุมการฝึกปฏิบัติหรือการทดสอบ ความต้องการที่จะฝึกปฏิบัติหรือทำแบบทดสอบหรือไม่ หากทำจะทำมากน้อยเพียงใด เช่น การมีปุ่มควบคุมต่างๆ จัดหาไว้ทุกหน้าที่จำเป็น เช่น ปุ่มเลิกทำ ปุ่มกลับไปหน้าเดิม เป็นต้น

นอกจากนี้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์แบบอาจที่จะต้องมีการนำระบบผู้เชี่ยวชาญ (Expert System) หรือระบบปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) มาประยุกต์ใช้เพื่อที่จะสามารถตอบสนองต่อความแตกต่างของผู้เรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น เช่น การจัดเนื้อหา (หรือแบบฝึกหัด) ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน เป็นต้น

### 3. การโต้ตอบ (Interaction)

การโต้ตอบ (Interaction) ในที่นี้คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน การเรียนการสอนรูปแบบที่ดีที่สุดก็คือการเรียนการสอนในลักษณะที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนมากที่สุด นอกจากนี้การที่มนุษย์สามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นหาใช่เกิดจากการสังเกตเท่านั้น หากจะต้องมีการโต้ตอบหรือปฏิสัมพันธ์โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ดังนั้นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่อง และตลอดทั้งบทเรียน การอนุญาตให้ผู้เรียนเพียงแต่การคลิกเปลี่ยนหน้าจอไปเรื่อยๆ ทีละหน้าไม่ถือว่าเป็นปฏิสัมพันธ์ที่เพียงพอสำหรับการเรียนรู้

### 4. การให้ผลป้อนกลับ (Immediate Feedback)

ลักษณะที่ขาดไม่ได้อีกประการหนึ่งของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนก็คือ การให้ผลป้อนกลับโดยทันที ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) แล้วผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบนี้ถือเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง การให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนใน

เนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนเป็นวิธีที่อนุญาตให้ผู้เรียนสามารถตรวจสอบการเรียนรู้ของตนเองที่ถือได้ว่าเป็นจุดเด่นหรือข้อได้เปรียบประการสำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อเทียบกับสื่อประสมประเภทอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นสื่อสิ่งพิมพ์หรือสื่อโสตทัศนวัสดุแล้ว เนื่องจากสื่ออื่นๆ นั้นไม่สามารถที่จะประเมินผลการเรียนของผู้เรียนพร้อมกับการให้ผลป้อนกลับโดยฉับพลันเช่นเดียวกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

จากข้อมูลข้างต้น จึงสรุปได้ว่า คุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีดังนี้

1. สารสนเทศ (Information) หมายถึง เนื้อหาสาระ (Content) ที่ได้รับการเรียบเรียงแล้วเป็นอย่างดีซึ่งทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ ได้รับทักษะ และมีเจตคติตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ การนำเสนอเนื้อหาควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับเนื้อหาและทักษะต่างๆ อย่างตรงไปตรงมาจากการอ่านจำ ทำความเข้าใจ และฝึกฝน มีการสร้างความรู้สึกทางบวกกับผู้เรียน มีการประเมินผลการปฏิบัติของผู้เรียนอย่างเหมาะสม และมีการประเมินทุกๆ ด้าน

2. ความแตกต่างระหว่างผู้เรียน (Individualization) การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องคำนึงถึงผู้เรียนเป็นสำคัญ เพราะผู้เรียนแต่ละคนมีความแตกต่างกันทางการเรียนรู้ซึ่งเกิดจากบุคลิกภาพ สติปัญญา ความสนใจ พื้นฐานความรู้ที่แตกต่างกัน การจัดเนื้อหาหรือแบบฝึกหัด ในระดับความยากง่ายที่ตรงกับพื้นฐานความสามารถและความสนใจของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต้องมีความยืดหยุ่นมากพอ กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนส่วนใด ข้ามส่วนใด ออกจากบทเรียนเมื่อใดหรือย้อนกลับมาเรียนส่วนที่ยังไม่ได้ศึกษาตามความสนใจ ความถนัดหรือตามความรู้พื้นฐานของตนเองได้

3. การโต้ตอบ (Interaction) คือ การมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ดีจะต้องเอื้ออำนวยให้เกิดการโต้ตอบระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างต่อเนื่องตลอดทั้งบทเรียน และเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอนมากที่สุด

4. การให้ผลป้อนกลับ (Immediate Feedback) ตามแนวคิดของสกินเนอร์ (Skinner) การให้ผลป้อนกลับหรือการให้คำตอบเป็นการเสริมแรง (reinforcement) อย่างหนึ่ง ซึ่งการให้ผลป้อนกลับแก่ผู้เรียนในทันทีหมายรวมไปถึงการที่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สมบูรณ์จะต้องมีการทดสอบหรือประเมินความเข้าใจของผู้เรียนในเนื้อหาหรือทักษะต่างๆ ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ด้วย

#### 1.4 ประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

คอมพิวเตอร์ช่วยสอนก่อให้เกิดผลดีและมีประสิทธิภาพต่อการเรียนการสอน เป็นที่ยอมรับกันในหมู่นักการศึกษาและนักวิชาการ ซึ่งพอสรุปถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีผลต่อการเรียนรู้ได้ดังนี้

ฮอลล์ (Hall, 1982: 362) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. ช่วยลดชั่วโมงในการสอน เพื่อจะได้ปรับปรุงการสอน
2. ช่วยลดเวลาที่จะต้องติดต่อกับผู้เรียน ทำให้ครูมีเวลาสนใจนักเรียนเป็นรายบุคคลเพิ่มขึ้น
3. ทำให้ครูมีเวลาในการศึกษาค้นคว้าเอกสาร ทำงานวิจัยและพัฒนา เพื่อเพิ่มความสามารถในการเรียนการสอนให้มากยิ่งขึ้น
4. ช่วยการสอนในชั้นเรียนสำหรับผู้ที่มีงานสอนมาก โดยการเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียนมาใช้ฝึกทักษะด้วยคอมพิวเตอร์แทน
5. ให้โอกาสในการสร้างสรรค์และพัฒนานวัตกรรมใหม่ๆ สำหรับหลักสูตรและวัสดุเพื่อการศึกษา
6. เพิ่มวิชาสอนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามความต้องการของนักเรียน
7. ช่วยพัฒนางานด้านวิชาการ
8. ช่วยให้มีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาหลักสูตร ตามหลักวิชาการ
9. ช่วยเพิ่มวัตถุประสงค์ของการสอนเท่าที่จะเป็นไปได้ เช่น การฝึกหัดดนตรี การจัดนิทรรศการงานกราฟิก ช่วยแก้ปัญหาของผู้เรียนเกี่ยวกับสถาปัตยกรรม

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลขาธิการสแสง (2541ก: 12) กล่าวถึงประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดจากความพยายามในการที่จะช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนอ่อนสามารถใช้เวลานอกเวลาเรียนในการฝึกฝนทักษะ และเพิ่มเติมความรู้เพื่อที่จะปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนอื่นได้ ดังนั้นผู้สอนจึงสามารถนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปช่วยในการเสริมหรือทบทวนการสอนปกติในชั้นเรียนได้ โดยที่ผู้สอนไม่จำเป็นต้องเสียเวลาในการสอนซ้ำกับผู้เรียนที่ตามไม่ทันหรือจัดการสอนเพิ่มเติม

2. ผู้เรียนก็สามารถนำคอมพิวเตอร์ไปใช้ในการเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก เช่น แทนที่จะต้องเดินทางมายังชั้นเรียนปกติ ผู้เรียนก็สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองจากที่บ้านได้ นอกจากนี้ยังสามารถเรียนในเวลาใดก็ได้ที่ต้องการ เป็นต้น

3. ข้อได้เปรียบที่สำคัญของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนคือ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ได้รับการออกแบบมาอย่างดีถูกต้องตามหลักการออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถที่จะจูงใจผู้เรียนให้เกิดความกระตือรือร้น (motivated) ที่จะเรียนและสนุกสนานไปกับการเรียนตามแนวคิดของการเรียนรู้ ในปัจจุบันที่ว่า "Learning Is Fun" ซึ่งหมายถึง การเรียนรู้เป็นเรื่องสนุก

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2542: 68-69) ได้กล่าวว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประโยชน์ต่อผู้เรียนมากมาย พอสรุปได้ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามเอกัตภาพ
2. ผู้เรียนมีโอกาสเรียนซ้ำได้หลายครั้งเท่าที่ต้องการ
3. ผู้เรียนได้มีโอกาสได้โต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ และสามารถควบคุมวิธีการเรียนเอง

ได้

4. มีภาพเคลื่อนไหว สี และเสียง ที่ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในเนื้อหาที่เรียน
  5. ตัวผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้ ความแตกต่างของผู้เรียนไม่มีผลต่อการเรียนรู้ดังเช่นวิธีการอื่นๆ
  6. ช่วยให้ผู้เรียนสามารถเรียนไปตามขั้นตอนได้ เรียนจากง่ายไปหายาก หรือเลือกเรียนในหัวข้อที่ตนเองสนใจก่อนได้
  7. ช่วยฝึกผู้เรียนให้คิดอย่างมีเหตุผล เพราะต้องแก้ปัญหาตลอดเวลา
- กิดานันท์ มลิทอง (2543: 253-254) กล่าวถึงประโยชน์ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อดี ดังนี้
1. คอมพิวเตอร์จะช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนรู้แก่ผู้เรียน เนื่องจากการเรียนด้วยคอมพิวเตอร์เป็นประสบการณ์ที่แปลกใหม่
  2. การใช้สี ภาพลายเส้นที่แลดูคล้ายเคลื่อนไหว ตลอดจนเสียงดนตรี จะเป็นการเพิ่มความเหมือนจริง และเร้าใจผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ ทำแบบฝึกหัด ทำกิจกรรมต่างๆ
  3. ความสามารถของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ช่วยในการบันทึกคะแนนและพฤติกรรมต่างๆ ของผู้เรียนไว้เพื่อใช้ในการวางแผนบทเรียนในขั้นต่อไป
  4. ความสามารถในการเก็บข้อมูลของเครื่อง สามารถนำมาใช้ได้ในลักษณะของการศึกษารายบุคคลได้อย่างดี โดยสามารถกำหนดบทเรียนให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนและแสดงผลความก้าวหน้าให้เห็นได้ทันที
  5. ลักษณะของโปรแกรมของบทเรียนที่ให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้เรียน เป็นการช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้า สามารถเรียนไปได้ตามความสามารถของตนโดยสะดวกอย่างไม่มีแรงโดยไม่ต้องอายผู้อื่น และไม่ต้องอายเครื่องเมื่อตอบคำถามผิด
  6. เป็นการช่วยขยายขีดความสามารถของผู้สอนในการควบคุมผู้เรียนได้อย่างใกล้ชิด เนื่องจากสามารถบรรจุข้อมูลได้ง่ายและสะดวกในการนำออกมาใช้
- จากประโยชน์ของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ดังนี้ คือ
1. ช่วยลดชั่วโมงในการสอน และการติดต่อกับผู้เรียน ซึ่งทำให้ผู้สอนมีเวลาในการทำงานวิจัย และพัฒนาการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น
  2. ช่วยให้ผู้เรียนที่เรียนช้าสามารถเรียนได้ตามความสามารถของตน เพื่อเพิ่มความรู้และปรับปรุงการเรียนของตนให้ทันผู้เรียนคนอื่นได้
  3. สามารถนำไปเรียนด้วยตนเองในเวลาและสถานที่ซึ่งผู้เรียนสะดวก
  4. สามารถเพิ่มแรงจูงใจในการเรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นที่จะเรียนและสนุกสนานกับการเรียน

### 1.5 ข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

มาโนชญ์ ไชยสวัสดิ์ (2540: 26) กล่าวว่า ข้อเสียเปรียบของการใช้ CAI ในกระบวนการเรียนการสอน มีดังนี้

1. จะต้องมียระบบคอมพิวเตอร์ที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้ได้ นั้นหมายถึงสถานศึกษาจะต้องลงทุนซื้อเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือผู้เรียนจะต้องมีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน
2. ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานของการใช้ระบบคอมพิวเตอร์ เนื่องจากก่อนที่จะเรียกใช้โปรแกรม CAI นั้น ผู้เรียนจะต้องผ่านขั้นตอนของการ Operate เครื่องคอมพิวเตอร์ ด้วยเหตุนี้ความรู้พื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์จึงมีความจำเป็น
3. การออกแบบโปรแกรม ทั้งทางด้านรูปแบบและเนื้อหาจะต้องมีความถูกต้องและสมบูรณ์ ในการพัฒนา CAI นั้น ผู้พัฒนาควรตระหนักอยู่เสมอว่า “ความรู้ที่ได้จากผู้สอนที่ไม่มีประสิทธิภาพจะมีมากกว่าการเรียนรู้ที่เกิดจากระบบ CAI ที่ไม่ดี”

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 254) กล่าวถึงข้อจำกัดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีข้อจำกัด ดังนี้

1. ถึงแม้ว่าขณะนี้ราคาเครื่องคอมพิวเตอร์และค่าใช้จ่ายต่างๆ เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์จะลดลงมากแล้วก็ตาม แต่การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการการศึกษาในบางสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษาด้วย
2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้นนับว่ายังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยมีจำนวนและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนวิชาต่างๆ
3. ในขณะนี้ยังขาดอุปกรณ์ที่ได้คุณภาพมาตรฐานระดับเดียวกัน เพื่อให้สามารถใช้ได้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ต่างระบบกัน เป็นต้นว่าซอฟต์แวร์ที่ผลิตขึ้นมาใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของไอบีเอ็มไม่สามารถใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ระบบของแม็กคินทอชได้
4. การที่จะให้ผู้สอนเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมบทเรียนเองนั้นนับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถเป็นอย่างมาก ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอนให้มีมากยิ่งขึ้น
5. เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการวางโปรแกรมบทเรียนไว้ล่วงหน้าจึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้ ดังนั้นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้
6. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

สิริลักษณ์ ธีรธนากุล (2544: 2-4) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ ดังนี้

1. บทเรียนที่มีเนื้อหาตรงกับสาระวิชาหรือหลักสูตรมีจำนวนจำกัด แม้ว่าในปัจจุบัน จะมีหน่วยงานทั้งในประเทศและต่างประเทศ หลายแห่งที่ให้ความสนใจและผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาให้บริการ แต่บทเรียนส่วนใหญ่ที่ผลิตขึ้นมานี้ก็มักได้รับการผลิตขึ้นเพื่อตอบสนองความต้องการเฉพาะหน่วยงาน เป็นการยากที่หน่วยงานแห่งอื่นจะนำไปประยุกต์ใช้ได้

โดยตรงการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมหรือเนื้อหาทำได้ยาก อย่างไรก็ตามการนำบทเรียนที่หน่วยงานอื่นผลิตขึ้นมาแล้วมาใช้กับนักเรียนในลักษณะการเสริมความรู้ ก็น่าจะยังเป็นประโยชน์อยู่ตามสมควร

2. การพัฒนาโปรแกรมเพื่อสร้างบทเรียนและการผลิตบทเรียนต้องใช้เวลาและมีค่าใช้จ่ายสูง การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีโครงสร้างการทำงานตรงกับความต้องการของแต่ละวิชา หรือหน่วยงานนั้นจำเป็นต้องใช้บุคลากรทั้งทางด้านคอมพิวเตอร์และทางด้านการศึกษาที่มีทักษะ และประสบการณ์สูงเป็นพิเศษ การพัฒนาที่กล่าวถึงนี้ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากซึ่งจะมีผลต่อค่าใช้จ่ายที่จะเกิดขึ้น สำหรับการสร้างเนื้อหาและการผลิตบทเรียนนั้นก็เช่นเดียวกันหากจะให้ได้บทเรียนที่มีคุณภาพผู้เตรียมเนื้อหาจะต้องใช้เวลาเพื่อศึกษาโครงสร้างการทำงานของโปรแกรมและเขียนเนื้อหาที่เป็นการใช้ศักยภาพของโปรแกรมได้อย่างแท้จริง

3. ต้องมีการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง การนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้อย่างจริงจังต้องใช้ทรัพยากรหลายด้าน ทั้งด้านบุคลากร สถานที่ ฮาร์ดแวร์ ซอฟต์แวร์ และค่าใช้จ่ายในการผลิตและปรับปรุงบทเรียน ค่าดูแลและบำรุงรักษา ตลอดทั้งต้องมีการพัฒนาระบบให้ทันสมัยตลอดเวลาเนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก

สิริวรรณ จันทรงาม (2548: 22-23) ได้กล่าวถึงข้อจำกัดของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ดังนี้

1. การที่จะนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในวงการการศึกษาในบางสถานทีนั้น จำเป็นต้องมีการพิจารณากันอย่างรอบคอบเพื่อให้คุ้มค่ากับค่าใช้จ่ายตลอดจนการดูแลรักษา

2. การออกแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเรียนการสอนนั้น ยังมีน้อยเมื่อเทียบกับการออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้ในวงการด้านอื่นๆ ทำให้โปรแกรมบทเรียนหรือการสอนใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีจำนวนน้อยและขอบเขตจำกัดที่จะนำมาใช้เรียนในวิชาต่างๆ

3. ในการออกแบบโปรแกรมบทเรียน นับว่าเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญาและความสามารถ

4. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้

5. ผู้เรียนบางคน โดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่ไม่ชอบลักษณะโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

จากที่กล่าวมาข้างต้น คอมพิวเตอร์ช่วยสอนถึงแม้จะมีประโยชน์อยู่มาก แต่ก็ยังมีข้อจำกัดในการใช้ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. ผู้สอนจะต้องเป็นผู้ออกแบบโปรแกรมด้วยตนเอง ซึ่งเป็นงานที่ต้องอาศัยเวลา สติปัญญา และความสามารถ ทำให้เป็นการเพิ่มภาระของผู้สอน

2. ต้องมีการลงทุนและค่าใช้จ่ายในการดำเนินการสูง เพราะการนำคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาใช้อย่างจริงจังต้องใช้ทรัพยากรหลายด้าน ทั้งด้านบุคลากร สถานที่ ฮาร์ดแวร์

ซอฟต์แวร์ และค่าใช้จ่ายในการผลิตและปรับปรุงบทเรียน ค่าดูแลและบำรุงรักษา ตลอดทั้งต้องมีการพัฒนาระบบให้ทันสมัยตลอดเวลาเนื่องจากเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วมาก

3. การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไม่สามารถช่วยในการพัฒนาความคิดสร้างสรรค์ของผู้เรียนได้เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเป็นการวางโปรแกรมไว้ล่วงหน้า จึงมีลำดับขั้นตอนในการสอนทุกอย่างตามที่วางไว้

4. ผู้เรียนจะต้องมีพื้นฐานของการใช้ระบบคอมพิวเตอร์

5. ผู้เรียนบางคนโดยเฉพาะอย่างยิ่งผู้เรียนที่เป็นผู้ใหญ่อาจจะไม่ชอบโปรแกรมที่เรียนตามขั้นตอน ทำให้เป็นอุปสรรคในการเรียนรู้ได้

### 1.6 จิตวิทยาการศึกษาที่เกี่ยวกับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

สกินเนอร์ (Skinner) นักจิตวิทยาการศึกษา ได้กล่าวว่าระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องสร้างสถานการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ 5 ประสบการณ์คือ (นิพนธ์ ศุขปริดี. 2531: 24-28 )

1. ระบบการเรียนการสอนที่ดีจะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน โดยคำนึงถึงหลักการทางพฤติกรรมศาสตร์ตามทฤษฎีที่ว่า “ถ้าเราแบ่งเนื้อหาวิชา ที่จะถ่ายทอดให้ผู้เรียนเป็นตอนๆ ที่ละน้อยเหมาะสมกับวุฒิภาวะของผู้เรียน ผู้เรียนจะสามารถรับความรู้ได้ดีกว่าการให้ความรู้แก่ผู้เรียนครั้งละมาก” ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูลเนื้อหาวิชาที่ละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

2. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน

3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จ หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จ โดยฉับพลัน ซึ่งหลักเกณฑ์ข้อนี้ เป็นจุดเด่นของระบบคอมพิวเตอร์ที่ดีกว่าสื่ออื่นๆ เช่น สื่อสิ่งพิมพ์ผู้เรียนสามารถแบบดูเฉลยคำตอบ หรือ เฉลยกิจกรรมก่อนการลงมือตอบ หรือปฏิบัติกิจกรรมให้ทราบผลว่าถูกผิดทันที ภายในเสี้ยววินาที

4. จัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์แห่งความสำเร็จ คือ การดำเนินการจัดกิจกรรมที่ถูกต้อง

5. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชยหรือรางวัลรูปอื่นๆ ที่ระบบคอมพิวเตอร์จะทำให้ได้ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้อง ระบบคอมพิวเตอร์เรื่องการเรียนการสอนจะตอบสนองโดยไม่ติเตียน ให้กำลังใจที่จะพยายามกระทำ



หลักการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุดโดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนและการสอน 9 ขั้นของ Gagne' (ไชยยศ เรืองสุวรรณ. 2533: 65-66)

1. การเรียนรู้ด้วยความสนใจ เป็นการนำเข้าสู่บทเรียนเพื่อให้นักเรียนพร้อมที่จะเรียนโดยการให้สิ่งเร้า เช่น รูปภาพ ภาพยนตร์ การใช้คำถาม การสาธิต และการนำเสนอสิ่งเร้าอื่นๆ เพื่อเรียกความสนใจ

2. การบอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น การบอกจุดประสงค์อาจบอกให้ทราบโดยตรงหรือบอกโดยใช้คำถามก็ได้

3. การกระตุ้นให้ผู้เรียนระลึกความรู้เดิมที่ต้องมีก่อน อาจใช้คำถามหรือบรรยายเพื่อทบทวนความรู้เดิม แล้วนำไปเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ให้มีความพร้อมที่จะเรียนต่อไป

4. การเสนอสิ่งเร้า สิ่งเร้าที่ประกอบการสอน ได้แก่ วัสดุอุปกรณ์ และสื่อการเรียนการสอนอื่นๆ

5. การชี้แนะการเรียนรู้ อาจใช้คำถามนำไปสู่การเรียนรู้ การแนะนำการใช้วัสดุอุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ

6. จัดให้ผู้เรียนได้แสดงพฤติกรรม คือให้ผู้เรียนลงมือปฏิบัติกิจกรรมการทดลอง ผู้สอนคอยให้ความสะดวก จัดเตรียมเครื่องมือให้พร้อมสำหรับการปฏิบัติการ

7. ให้ข้อมูลป้อนกลับเกี่ยวกับผลการทำกิจกรรม เพื่อให้ผู้เรียนทราบว่า การทำกิจกรรมปฏิบัติการทดลองได้ผลถูกต้องหรือต้องแก้ไขเปลี่ยนแปลง เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้

8. การวัดผลการเรียน การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยใช้คำถาม ให้ทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบวัดในขณะที่ยังเรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไข

9. การให้ผู้เรียนคงการเรียนรู้และถ่ายโอนการเรียนรู้ คือการให้ผู้เรียนได้ฝึกปฏิบัติซ้ำๆ กัน เพื่อให้มีความคงทนของความรู้ ให้มีการทบทวนและนำความรู้ไปใช้ในการใช้สถานการณ์ใหม่เพื่อฝึกการถ่ายโอนการเรียนรู้

สำหรับการเรียนการสอนโดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผู้วิจัยได้นำความรู้เกี่ยวกับจิตวิทยาการศึกษาของนักจิตวิทยาทั้งสองท่านมาเป็นแนวทางในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมาเป็นสื่อประกอบการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1. จะต้องแบ่งเนื้อหาเป็นตอนๆ มีความยาวเหมาะสมกับวุฒิภาวะทางการรับรู้ของผู้เรียน ซึ่งระบบคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนการสอนสามารถเก็บและเรียกข้อมูลเนื้อหาวิชาทีละตอนได้สะดวกและรวดเร็วมาก

2. บอกให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์การเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนทราบจุดประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอน และเป็นแนวทางไปสู่จุดประสงค์นั้น

3. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมกิจกรรมอย่างกระฉับกระเฉง หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์กำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ตอบสนองอย่างชัดเจน
4. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบผลการเรียนรู้และกิจกรรมที่ปฏิบัติทันทีที่ปฏิบัติสำเร็จ หมายถึง การเฉลยคำตอบหรือปฏิบัติการที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมนั้นสำเร็จ โดยนับพลัน
5. จัดประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการเสริมแรงที่ดี เช่น การให้รางวัลเป็นข้อความชมเชยหรือรางวัลรูปอื่น ๆ เพื่อให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในแต่ละขั้น แต่ถ้าผู้เรียนเกิดความผิดพลาดในการปฏิบัติกิจกรรมหรือตอบสนองกิจกรรมไม่ถูกต้อง ระบบคอมพิวเตอร์เรื่องการเรียนการสอนจะตอบสนองโดยไม่ติเตียน ให้กำลังใจที่จะพยายามกระทำ
6. การวัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียนในการทำกิจกรรมอาจทำได้โดยการใช้คำถามให้ทำแบบฝึกหัดหรือทำข้อสอบวัดในขณะที่เรียนและเมื่อสิ้นสุดการเรียนเพื่อปรับปรุงแก้ไข

### 1.7 การหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ก่อนที่จะนำไปใช้ในการสอนควรนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้ ตามขั้นตอนที่กำหนดแล้วปรับปรุงแก้ไขให้ได้มาตรฐานเสียก่อน เพื่อจะได้ทราบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นมีคุณภาพเพียงใด มีสิ่งใดที่ยังบกพร่องอยู่ โดยการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับกลุ่มตัวอย่างจากประชากรที่จะใช้จริง (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 284-285)

#### 1.7.1 การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพ หมายถึง ระดับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่จะช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นระดับที่ผู้ผลิตบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพึงพอใจว่าหากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพถึงระดับนั้นแล้ว แสดงว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนชุดนั้นมีคุณค่าที่จะนำไปสอนนักเรียน

การที่จะกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นกระทำโดยการประเมินผลพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภทคือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E1 (ประสิทธิภาพของกระบวนการ) E2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์)

ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหวังว่า ผู้เรียนจะเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมเป็นที่พอใจโดยกำหนดเป็นค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำงานการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อค่าเฉลี่ยคิดเป็นร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมด นั่นคือ E1/E2 หรือประสิทธิภาพของกระบวนการ/ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

การกำหนดเกณฑ์ E1/E2 ให้มีค่าเท่าใดนั้นให้ผู้สอนเป็นผู้พิจารณา โดยปกติ เนื้อหาที่เกี่ยวกับความรู้ความจำมักจะตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็น ทักษะหรือเจตคติอาจตั้งเกณฑ์ไว้ที่ 70/70, 75/75

1.7.2 วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ สูตร

$$E_1 = \frac{\sum X}{N} \times 100 \qquad E_2 = \frac{\sum F}{N} \times 100$$

เมื่อ E1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียน คิดเป็นร้อยละ จากการทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบระหว่างเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแต่ละชุด ของนักเรียนทั้งหมด

E2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ คิดเป็นร้อยละจากการทำ แบบทดสอบหลังจากเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทั้งบทของนักเรียนทั้งหมด

$\sum X$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบฝึกหัด

$\sum F$  แทน คะแนนรวมของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนผู้เรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

1.7.3 ขั้นตอนการทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเมื่อ สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแล้วจะต้องนำ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองหา ประสิทธิภาพ 3 ขั้นตอนดังนี้ คือ

1.7.3.1 ทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1 : 1) โดยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนที่สร้างขึ้นไปทดลองใช้กับนักเรียน 3 คน โดยเลือกระดับผลการเรียนสูง ปานกลาง และต่ำ เพื่อ จะดูว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีความเหมาะสมกับผู้เรียนอย่างไร และบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนมีข้อบกพร่องอย่างไร เพื่อที่จะได้นำมาปรับปรุงแก้ไขต่อไป

1.7.3.2 ทดลองแบบกลุ่มเล็ก (1 : 10) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ ปรับปรุงแก้ไขแล้วจากการทดลองแบบหนึ่งต่อหนึ่ง ไปทดลองใช้กับนักเรียน 6-10 คน โดยเลือก ระดับผลการเรียนสูง ปานกลางและต่ำ (คณะผู้เรียน) หลังจากนั้นนำข้อบกพร่องมาปรับปรุงแก้ไขอีก ครั้ง

1.7.3.3 ทดลองแบบภาคสนาม (1 : 100) นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ทดสอบกับกลุ่มเล็กและปรับปรุงแก้ไขแล้วไปทดลองใช้กับนักเรียนทั้งชั้น 30-100 คน นำผลที่ได้ไป หาค่าประสิทธิภาพ เพื่อตรวจสอบหาประสิทธิผลของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลองชัย สุรวิวัฒน์สมบูรณ์ (2528: 215) กล่าวถึงเกณฑ์การยอมรับประสิทธิภาพของ  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมี 3 ระดับ คือ

“สูงกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสูงกว่าเกณฑ์  
ที่ตั้งไว้มีค่าเกินกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ขึ้นไป

“เท่ากับเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเท่ากับเกณฑ์  
ที่ตั้งไว้หรือสูงกว่าเกณฑ์ที่ตั้งไว้ แต่มีค่าไม่เกิน 2.5 เปอร์เซนต์

“ต่ำกว่าเกณฑ์” เมื่อประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนต่ำกว่าที่ตั้งไว้  
แต่มีค่าไม่ต่ำกว่า 2.5 เปอร์เซนต์ ถือว่ายังมีประสิทธิภาพที่ยอมรับได้

ปัจจุบันการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้มีการพัฒนาให้มี  
รูปแบบของการเรียน การนำเสนอ การถ่ายทอดสารสนเทศ การปฏิสัมพันธ์ การประเมินและอื่นๆ  
แตกต่างไปจากการเรียนด้วยบทเรียนโปรแกรมไปอย่างมาก แม้จะมีหลักการและทฤษฎีพื้นฐาน  
คล้ายคลึงกันดังนั้นการประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงควรมีการ  
ปรับเปลี่ยนให้สอดคล้องกับความแตกต่างที่เป็นอยู่ กฤษมันต์ วัฒนานรงค์ (2542: 61-65) ได้  
สังเคราะห์จากแนวคิดการหาประสิทธิภาพของบทเรียนโปรแกรมที่ใช้อยู่ในปัจจุบันและลักษณะ  
เฉพาะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นำมาสร้างเป็นสูตรและกระบวนการหาประสิทธิภาพ ดังนี้

สูตร KW-A หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัด

$$E_a = \frac{\sum_{i=1}^n (X)_i \cdot A}{N}$$

$E_a$  = ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบฝึกหัด

$X$  = คะแนนแบบฝึกหัด

$A$  = คะแนนเต็มของแบบฝึกหัด

$N$  = จำนวนผู้เรียน

สูตร KW-B หาค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบ

$$E_b = \frac{\sum_{i=1}^n (X)_i \cdot B}{N}$$

$E_b$  = ค่าเฉลี่ยอัตราส่วนคะแนนแบบทดสอบ

$X$  = คะแนนแบบทดสอบ

$B$  = คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

$N$  = จำนวนผู้เรียน

การหาประสิทธิภาพรวมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะพิจารณาค่าเฉลี่ยของค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบฝึกหัดกับค่าเฉลี่ยอัตราส่วนของคะแนนแบบทดสอบโดยนำมาคำนวณเป็นร้อยละ ตามสูตร KW-CAI ดังนี้

$$E-CAI = \frac{E_a + E_b}{2} \times 100$$

E-CAI = ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การประเมินค่า E-CAI ซึ่งมีหน่วยเป็นร้อยละ แทนค่าในการแปลความหมายของประสิทธิภาพบทเรียนดังนี้

ร้อยละ 95-100 หมายถึงบทเรียนมีประสิทธิภาพดีมาก

ร้อยละ 90-94 หมายถึงบทเรียนมีประสิทธิภาพดี

ร้อยละ 80-89 หมายถึงบทเรียนมีประสิทธิภาพพอใช้

ต่ำกว่าร้อยละ 80 หมายถึงบทเรียนนี้ควรปรับปรุงแก้ไข

เกณฑ์ที่ใช้แสดงประสิทธิภาพของบทเรียนได้มีการทดสอบความสัมพันธ์กับการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญแล้วพบว่า ค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาณที่คำนวณได้จากสูตรมีความสอดคล้องกับค่าการประเมินเชิงคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญอย่างมีนัยสำคัญอย่างไรก็ตามการหาประสิทธิภาพของบทเรียนควรคำนึงถึงความรู้เดิมของผู้เรียน จึงใช้เกณฑ์มาตรฐานของ Meguigans ซึ่งคำนึงถึงคะแนนการทดสอบก่อนการเรียนบทเรียนนั้น (Pretest) โดยใช้สูตรดังนี้ (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 285)

$$\text{Meguigans ratio} = \frac{M_2 - M_1}{P - M_1} + \frac{M_2 - M_1}{P}$$

เมื่อ  $M_1$  หมายถึง ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบก่อนการเรียน (Pre-test)

$M_2$  หมายถึง ผลของคะแนนเฉลี่ยจากการสอบหลังการเรียน (Post-test)

P หมายถึง คะแนนเต็มของแบบทดสอบ

ค่าอัตราส่วนที่ได้จะมีค่าอยู่ในช่วง 0-2 หากคำนวณได้ค่ามากกว่า 1 ถือว่าบทเรียนนั้นได้เกณฑ์มาตรฐาน

วุฒิชัย ประสารสอย (2543: 39) กล่าวว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ถึงระดับเกณฑ์ที่คาดหวังไว้ และครอบคลุม ความเชื่อถือได้ (Reliability) ความพร้อมที่จะใช้งาน (Availability) ความมั่นคงปลอดภัย (Security) และความถูกต้องสมบูรณ์ (Integrity) ดังนั้นการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงต้องเริ่มจากการตรวจสอบคุณภาพ และหาค่าความเชื่อมั่นให้ได้มาตรฐานก่อนนำไปใช้โดยการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญดังกล่าวมาแล้วในเบื้องต้น โดยสร้างเครื่องมือประเมินความเหมาะสมให้ครอบคลุมองค์ประกอบในด้านต่างๆ

จากข้อมูลข้างต้น ผู้วิจัยได้สนใจการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ดังนั้นผู้วิจัยได้ให้ความหมายประสิทธิภาพของบทเรียน หมายถึง ความสามารถของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในการสร้างผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีความหมายดังนี้

80 ตัวแรก หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมดทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างน้อยร้อยละ 80

80 ตัวหลัง หมายถึง คะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทั้งหมด ทำได้จากแบบทดสอบภายหลังการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 อย่างน้อยร้อยละ 80

การการยอมรับประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ถือค่าความแปรปรวน 2.5 % คือ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ไม่ควรต่ำกว่าเกณฑ์ 2.5 %

## 2. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### 2.1 ความหมายของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่สามารถรวบรวมข้อมูลข่าวสาร เป็นแหล่งที่ทันสมัย ซึ่งมีผู้ให้ความหมายไว้ดังนี้

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2539: 2) กล่าวว่า เครือข่ายอินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ (ทั้งที่อยู่ในองค์กรรัฐและเอกชน) ทั่วทุกมุมโลกเข้าด้วยกันภายใต้มาตรฐานการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์เพื่อแลกเปลี่ยนและส่งผ่านข้อมูล การทำงานของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตนั้นไม่มีใครหรือองค์กรกลางองค์กรหนึ่งเป็นเจ้าของ การเข้าเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายทำได้โดยการขอเชื่อมโยงเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายใดเครือข่ายหนึ่งที่เป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายอินเทอร์เน็ตอยู่แล้วเมื่อมีเครื่องเชื่อมต่อแล้วก็สามารถใช้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้

ยีน ภูววรรณ (2539: 79) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายของเครือข่ายที่เชื่อมระหว่างเครือข่ายต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เมื่อนำเครือข่ายคอมพิวเตอร์เครือข่ายหนึ่งเชื่อมเข้าสู่อินเทอร์เน็ต เครือข่ายนั้นก็จะป็นอินเทอร์เน็ต และหากใครนำเครือข่ายอื่นมาเชื่อมอีกก็จะเข้าสู่อินเทอร์เน็ต และเป็นการขยายเครือข่ายอินเทอร์เน็ตด้วย

สุดใจ โล่ห์วิชชัย (2542: 133) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ตเป็นเครือข่ายซึ่งเป็นที่รวมของเครือข่ายย่อยๆ หรือกล่าวได้ว่า เป็นเครือข่ายของเครือข่าย (Network of Network) ซึ่งสื่อสารกันได้โดยใช้โปรโตคอลแบบทีซีพี/ไอพี (TCP/IP) ซึ่งทำให้คอมพิวเตอร์ต่างชนิดกันเมื่อนำมาใช้ในเครือข่ายแล้วสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกันได้

อดิพร หวังวัชรกุล (2543: 13) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่อกันทั่วโลก เนื่องจากมีการพัฒนาอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และระบบโทรคมนาคม ทำให้เราสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารถึงกันได้จากซีกโลกหนึ่งไปยังอีกซีกโลกหนึ่งภายในพริบตา

ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล (2544: 172) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต หมายถึง กลุ่มของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ทั่วโลกที่เชื่อมต่อเข้าด้วยกัน และอนุญาตให้มีการเข้าถึงสารสนเทศและบริการในรูปแบบของสาธารณะ (public access)

พนิดา พานิชกุล (2548: 165) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่มีขนาดใหญ่มาก ซึ่งเกิดจากการเชื่อมเครือข่ายย่อยๆ จำนวนมากเข้าด้วยกัน ทำให้คอมพิวเตอร์ทุกเครือข่ายทั่วโลกไม่ว่าจะเป็นชนิดใดหรือขนาดใดก็ตาม สามารถส่งผ่านและแลกเปลี่ยนข้อมูลและสารสนเทศซึ่งกันและกันได้ โดยใช้ “โปรโตคอล (protocol)” ที่มีชื่อว่า “TCP/IP” เป็นมาตรฐานในการในการส่งผ่านข้อมูล โดยการเชื่อมต่อนั้นมีหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นเชื่อมต่อผ่านสายโทรศัพท์ การเชื่อมต่อแบบไร้สาย ตลอดจนการเชื่อมต่อด้วยสัญญาณดาวเทียม

สุขุม เฉลยทรัพย์ และคณะ (2548: 172) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต (Internet) มาจากคำว่า Inter Connection Network หมายถึง เครือข่ายของเครือข่ายคอมพิวเตอร์ระบบต่างๆ ที่เชื่อมโยงกัน ลักษณะของระบบอินเทอร์เน็ต เป็นเสมือนใยแมงมุมที่ครอบคลุมทั่วโลก ในแต่ละจุดที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตนั้น สามารถสื่อสารกันได้หลายเส้นทาง โดยไม่จำกัดตายตัว และไม่จำเป็นต้องไปตามเส้นทางโดยตรง อาจผ่านจุดอื่นๆ หรือเลือกไปเส้นทางอื่นได้หลายเส้นทาง

สกาวรัตน์ จงพัฒนากร (2551: 223) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต (Internet) เป็นเครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เกิดจากการเชื่อมต่อเครือข่ายต่างๆ เข้าด้วยกัน ภายใต้ข้อกำหนดหรือเกณฑ์วิธีติดต่อสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล (protocol) เพื่อให้คอมพิวเตอร์แต่ละชนิดสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ เกณฑ์วิธีควบคุมการขนส่งข้อมูลที่ใช้ติดต่อสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตเรียกว่า ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP หรือ Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

วัชรภรณ์ สุริยาภิวัฒน์ (2553: 323) กล่าวว่า อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายของเครือข่ายที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ในส่วนต่างๆ ของโลกเข้าด้วยกัน ภายใต้มาตรฐานเดียวกันที่ชื่อ TCP/IP มาตรฐานดังกล่าวจะช่วยให้คอมพิวเตอร์ในเครือข่าย “พูด” ภาษาเดียวกัน

จากความหมายดังกล่าว สรุปได้ว่า อินเทอร์เน็ต คือ เครือข่ายคอมพิวเตอร์ขนาดใหญ่ เกิดจากการเชื่อมต่อเครือข่ายต่างๆ เข้าด้วยกันภายใต้ข้อกำหนดหรือเกณฑ์วิธีติดต่อสื่อสารที่เรียกว่า โปรโตคอล (protocol) ทำให้คอมพิวเตอร์แต่ละชนิดสามารถติดต่อสื่อสารกันได้ เพื่อให้เราสามารถแลกเปลี่ยนและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารถึงกันได้ทั่วโลกโดยสะดวก และรวดเร็ว ซึ่งข้อมูล

ข่าวสารนั้นอาจจะเป็นข้อความ ภาพนิ่ง กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว และเสียง โดยการแลกเปลี่ยนและส่งผ่านข้อมูลข่าวสารนั้นสามารถใช้บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในรูปแบบ จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail), การโอนย้ายไฟล์, การสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message), การค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตผ่านบริการเว็ลด์ไวด์เว็บ และบริการกระดานข่าวหรือเว็บบอร์ดได้

## 2.2 บริการบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ครรชิต มัลลย์วงศ์ (2540: 142) ได้กล่าวถึงบริการที่สำคัญๆ ที่มีในระบบอินเทอร์เน็ตดังนี้

1. e-mail บริการจดหมายอิเล็กทรอนิกส์ เป็นบริการที่ช่วยรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปถึงผู้รับได้ทั่วโลก เพียงแต่ระบุหมายเลข e-mail address ของผู้รับเท่านั้น และสามารถรับจดหมายจากเครื่องอื่นผ่านระบบนี้ได้เช่นกัน การส่งหมายไปถึงผู้รับที่เป็นสมาชิกอินเทอร์เน็ตนั้นสามารถใช้ได้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ส่งถึงผู้รับคนเดียวหรือส่งถึงหลายคนพร้อมกันก็ได้
2. Usenet เป็นกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างผู้ใช้ที่สนใจเรื่องต่างๆ เท่าที่มีผู้ตั้งกลุ่มขึ้น เช่น เรื่องคอมพิวเตอร์ สุขภาพ การออกกำลัง ดนตรี ภาพยนตร์ นิยายวิทยาศาสตร์ ฯลฯ สมาชิกอินเทอร์เน็ตอาจจะอ่านข้อคิดเห็นหรือส่งความคิดเห็นของตนไปเสนอในกลุ่มที่เราสนใจได้ ถ้าหากไม่มีกลุ่มอภิปรายที่เราสนใจ เราสามารถจัดตั้งกลุ่มขึ้นเองได้
3. Telnet เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ของเราผ่านเข้าไปใช้คอมพิวเตอร์ของเครื่องอื่น บริการนี้ทำให้เราสามารถนั่งทำงานที่หนึ่งแต่ใช้คอมพิวเตอร์อีกที่หนึ่งได้ แต่ต้องเข้าใจว่าเครื่องที่เราใช้นั้นเป็นเครื่องที่เรามีสิทธิ์ใช้
4. Gopher บริการนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยการเลือกรายการนั้นจากเมนูบนจอภาพ จากนั้น Gopher จะนำข้อมูลข่าวสารนั้นมาแสดงให้ดู
5. Archie บริการนี้เป็นฐานข้อมูลที่กว้างใหญ่ ครอบคลุมทั่วโลก ประกอบด้วยแฟ้มที่นำมาจากระบบต่างๆ ทั่วโลก แฟ้มนี้อาจจะเป็นแฟ้มโปรแกรมเอกสารหรือข้อมูลต่างๆ ก็ได้
6. World Wide Web เป็นการค้นหาข้อมูลโดยใช้พิมพ์ชื่อ Website ที่ต้องการเมื่อได้เอกสารหรือข้อมูลที่เราต้องการแล้วก็สามารถค้นหาคำสำคัญอื่นๆ ในเอกสารนั้นต่อๆ ไปได้เลย โดยไม่ต้องกลับคืนมาสู่รายการหลัก
7. การถ่ายโอนแฟ้ม (File Transfer Protocol: FTP) เป็นการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลประเภทต่างๆ เช่น แฟ้มข่าว แฟ้มภาพ แฟ้มเสียงเพลง ฯลฯ จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นบรรจุลง (download) ไว้ในคอมพิวเตอร์ของเรา หรือจะเป็นการบรรจุขึ้น (upload) ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ของเราไปที่เครื่องบริการแฟ้มให้ผู้อื่นนำไปใช้ได้เช่นกัน



8. โทรศัพท์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Internet Phone) โดยเป็นการใช้ความสามารถของอินเทอร์เน็ตด้านมัลติมีเดียในการส่งเสียงผ่านไปตามเครือข่าย จะต้องมียุทปกรณ์สื่อสาร ซาวด์การ์ดและซอฟต์แวร์โทรศัพท์อินเทอร์เน็ตร่วมอยู่ด้วยทั้งคู่สนทนาและตัวเรา จึงจะสนทนากันได้เหมือนกับการโทรศัพท์ธรรมดาและเสียค่าใช้จ่ายเพียงค่าโทรศัพท์ต่อไปยังศูนย์เครือข่ายเท่านั้น

สุขุม เฉลยทรัพย์ และคณะ (2548: 190-201) กล่าวถึงบริการหลักๆ ที่พบได้บนอินเทอร์เน็ต ได้แก่

#### 1. เวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web: WWW)

เวิลด์ไวด์เว็บ หรือที่เรียกว่าเครือข่ายใยแมงมุม เป็นลักษณะของการเชื่อมโยงข้อมูลจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งเรื่อยๆ เวิลด์ไวด์เว็บ เป็นบริการที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เพราะว่ามีเว็บไซต์ (website) จำนวนมากมายที่คอยให้บริการข้อมูล ซึ่งเป็นแหล่งความรู้ต่างๆ มากมาย

#### 2. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Mail)

จดหมายอิเล็กทรอนิกส์เป็นอีกหนึ่งบริการที่ได้รับความนิยมอย่างมากในปัจจุบัน เรียกว่า อีเมล (E-mail) การติดต่อสื่อสารโดยใช้อีเมลสามารถทำได้สะดวก และประหยัดเวลา หลักการทำงานของอีเมลก็คล้ายกับการส่งจดหมายธรรมดา คือจะต้องมีที่อยู่ระบุชัดเจนก็คือ อีเมลแอดเดรส (E-mail address) เมื่อส่งออกไปอีเมลฉบับนั้นจะถูกเก็บไว้ที่เครื่องคอยให้บริการอีเมล หรือเมลเซิร์ฟเวอร์ (Mail server) ของผู้ส่งก่อน จากนั้นเมลเซิร์ฟเวอร์ของผู้ส่ง ก็จะทำหน้าที่ส่งอีเมลไปยังเมลเซิร์ฟเวอร์ของผู้รับ ซึ่งจะทำหน้าที่ส่งอีเมลฉบับนั้นไปให้ผู้รับต่อไป

#### 3. บริการโอนย้ายไฟล์ (File Transfer Protocol)

เป็นบริการที่เกี่ยวข้องกับการโอนย้ายไฟล์ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต การโอนย้ายไฟล์สามารถแบ่งได้ดังนี้ คือ

3.1 การดาวน์โหลดไฟล์ (Download File) คือ การรับข้อมูลจากเครื่องให้บริการเข้ามายังเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้

3.2 การอัปโหลดไฟล์ (Upload File) คือ การนำไฟล์ข้อมูลจากเครื่องของผู้ใช้ไปเก็บไว้ในเครื่องที่ให้บริการ (Server) ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต

#### 4. บริการสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message)

บริการสนทนาบนอินเทอร์เน็ต คือ การส่งข้อความถึงกันโดนทันทีทันใด นอกจากนี้ยังสามารถส่งสัญลักษณ์ต่างๆ อาทิ รูปภาพ ไฟล์ข้อมูลได้ด้วย บริการสนทนาบนอินเทอร์เน็ตที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน โปรแกรมการสนทนา เช่น โปรแกรม ICQ (I seek you) MSN Messenger, Yahoo Messenger เป็นต้น การใช้โปรแกรมเหล่านี้ผู้ใช้จะต้องทำการดาวน์โหลดโปรแกรม และทำการติดตั้งที่เครื่องของผู้ใช้ จากนั้นทำการลงทะเบียน

## 5. บริการค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต

เราสามารถทำการค้นหาข้อมูลบนอินเทอร์เน็ตผ่านบริการ เวิลด์ไวด์เว็บ ซึ่งสามารถจำแนกได้ดังนี้ คือ

5.1 Web directory คือ การค้นหาโดยเลือก Directory ที่จัดเตรียมและแยกหมวดหมู่ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว

5.2 Search Engine คือ การค้นหาข้อมูลโดยใช้โปรแกรม Search โดยการเอาคำที่เราต้องการหาไปเทียบกับเว็บไซต์ต่างๆ ว่ามีเว็บไซต์ใดบ้างที่มีคำที่เราค้นหา

## 6. บริการกระดานข่าวหรือ เว็บบอร์ด (Web board)

เว็บบอร์ด เป็นศูนย์กลางในการแสดงความคิดเห็น มีการตั้งกระทู้ ถาม-ตอบ ในหัวข้อที่สนใจ เว็บบอร์ดของไทยที่เป็นที่นิยม และมีคนเข้าไปแสดงความคิดเห็นมากมาย คือ เว็บบอร์ดของพันทิพย์ (www.pantip.com)

## 7. ห้องสนทนา (Chat Room)

ห้องสนทนา คือ การสนทนาออนไลน์อีกประเภทหนึ่ง ที่มีการส่งข้อความสั้นๆ ถึงกัน การเข้าไปสนทนาจำเป็นต้องเข้าไปในเว็บไซต์ที่บริการห้องสนทนา

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปการบริการบนอินเทอร์เน็ต ได้ดังนี้

1. จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ (E-mail) เป็นบริการที่ช่วยรับส่งจดหมายอิเล็กทรอนิกส์จากคอมพิวเตอร์เครื่องหนึ่งไปถึงผู้รับได้ทั่วโลก
2. Usenet เป็นกลุ่มอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อคิดเห็นระหว่างผู้ใช้ที่สนใจเรื่องต่างๆ
3. Telnet เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ของเราผ่านเข้าไปใช้คอมพิวเตอร์ของเครื่อง

อื่น

4. Gopher บริการนี้ช่วยให้ผู้ใช้สามารถอ่านข้อมูลข่าวสารที่อยู่ในระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยการเลือกรายการนั้นจากเมนูบนจอภาพ จากนั้น Gopher จะนำข้อมูลข่าวสารนั้นมาแสดงให้ดู

5. Archie บริการนี้เป็นฐานข้อมูลที่กว้างใหญ่ ครอบคลุมทั่วโลก ประกอบด้วยแฟ้มที่นำมาจากระบบต่างๆ ทั่วโลก แฟ้มนี้อาจจะเป็นแฟ้มโปรแกรมเอกสารหรือข้อมูลต่างๆ ก็ได้

6. World Wide Web เป็นการค้นหาข้อมูลโดยใช้พิมพ์ชื่อ Website ที่ต้องการเมื่อได้เอกสารหรือข้อมูลที่เราต้องการแล้วก็สามารถค้นหาคำสำคัญอื่นๆ ในเอกสารนั้นต่อๆ ไปได้เลย โดยไม่ต้องกลับคืนมาสู่รายการหลัก

7. การถ่ายโอนแฟ้ม (File Transfer Protocol: FTP) เป็นการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูลประเภทต่างๆ จากคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นบรรจุลง (download) ไว้ในคอมพิวเตอร์ของเรา หรือจะเป็นการบรรจุขึ้น (upload) ข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ของเราไปที่เครื่องบริการแฟ้มให้ผู้อื่นนำไปใช้ได้

8. บริการสนทนาบนอินเทอร์เน็ต (Instant Message) คือ การส่งข้อความถึงกัน โดนทันทีทันใด

9. บริการกระดานข่าวหรือ เว็บบอร์ด (Web board) เป็นศูนย์กลางในการแสดงความคิดเห็น มีการตั้งกระทู้ ถาม-ตอบ ในหัวข้อที่สนใจ

10. ห้องสนทนา (Chat Room) คือ การสนทนาออนไลน์อีกประเภทหนึ่ง ที่มีการส่งข้อความสั้นๆ ถึงกัน การเข้าไปสนทนาจำเป็นต้องเข้าไปในเว็บไซต์ที่บริการห้องสนทนา

### 2.3 ความหมายของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การจัดการเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-Based Instruction) มีชื่อเรียกหลายลักษณะ เช่น การจัดการเรียนการสอนบนเว็บ (Web-Based Instruction) เว็บการเรียน (Web-Based Learning) เว็บฝึกอบรม (Web-Based Training) อินเทอร์เน็ตฝึกอบรม (Internet-Based Training) อินเทอร์เน็ตช่วยสอน (Internet-Based Instruction) เวิลด์ไวด์เว็บฝึกอบรม (WWW-Based Training) เวิลด์ไวด์เว็บช่วยสอน (WWW-Based Instruction) เป็นต้น (สรรรักษ์ ห่อไพศาล. 2544: 93) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้คำว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีผู้ให้ความหมายชื่อเรียกต่างๆ กันไว้ดังนี้ คาน (Khan. 1997: 5) กล่าวว่า การเรียนการสอนบนเว็บว่าเป็นโปรแกรมไฮเปอร์-มีเดียที่ช่วยในการสอน โดยการใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะและทรัพยากรของอินเทอร์เน็ตมาสร้างให้เกิดการเรียนรู้ที่มีความหมาย โดยส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนรู้ในทุกทาง

พาร์สัน (Parson. 1997: Online) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บว่าเป็นการจัดสภาพการเรียนการสอนบางส่วนหรือทั้งหมดผ่านเวิลด์ ไวด์ เว็บ เป็นสื่อกลางในการสื่อความรู้ให้กับผู้เรียน

กิดานันท์ มลิทอง (2543: 18) ได้ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บไว้ว่าเป็นการใช้เว็บในการเรียนการสอนโดยอาจใช้เว็บเพื่อนำเสนอข้อมูลบางอย่าง เพื่อประกอบการสอนก็ได้รวมทั้งใช้ประโยชน์จากคุณลักษณะต่างๆ ของการสื่อสารที่มีอยู่ในระบบอินเทอร์เน็ต เป็นการเขียนโต้ตอบกันทางไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ และการพูดคุยสดด้วยข้อความและเสียงมาใช้ประกอบด้วยเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง (2544: 87) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเว็บเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการเรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเวิลด์ไวด์เว็บ ในการจัดสภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน

สรรรักษ์ ห่อไพศาล (2544: 93) ให้ความหมายของการเรียนการสอนบนเว็บว่า หมายถึง การใช้เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนเป็นการนำเอาคุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตมาออกแบบเพื่อใช้ในการศึกษา

มนต์ชัย เทียนทอง (2545: 355) กล่าวว่า การสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction) หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่นำเสนอผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยใช้เว็บเบราว์เซอร์เป็นตัวจัดการ ดังนั้น จึงมีความแตกต่างกับคอมพิวเตอร์ช่วยสอนธรรมดาอยู่บ้างในส่วนของการทำงาน ได้แก่ ส่วนของระบบการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interfacing System) ระบบการนำเสนอบทเรียน (Delivery System) ระบบการสืบห้องข้อมูล (Navigation System) และระบบการจัดการบทเรียน (Computer Managed System)

ฤทธิ์ชัย อ่อนมิ่ง (2546: 66) กล่าวว่า การสอนผ่านเว็บ (Web-Based Instruction) หมายถึง การจัดการเรียนการสอนโดยใช้ศักยภาพของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้การเรียนการสอนสามารถเชื่อมโยงไปยังแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่อยู่ในเครือข่ายได้ตลอดเวลาและทุกสถานที่ตามความต้องการของผู้เรียนและผู้สอน นอกจากนี้ผู้เรียนและผู้สอนยังสามารถปฏิสัมพันธ์กันได้โดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์

คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์ (2551: 7) กล่าวว่า การเรียนการสอนผ่านเครือข่าย (Web-Based Instruction) เป็นการผนวกคุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียเข้ากับคุณสมบัติของเวิลด์ไวด์เว็บ (World Wide Web = WWW) เพื่อสร้างสิ่งแวดล้อมแห่งการเรียนรู้ในมิติที่ไม่มีขอบเขตจำกัดด้วยระยะทางและเวลาที่แตกต่างกันของผู้เรียน (Learning without Boundary) การใช้คุณสมบัติของไฮเปอร์มีเดียในการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายนั้น หมายรวมถึงการสนับสนุนด้านศักยภาพการเรียนรู้ด้วยตนเองตามลำพัง (One Alone) กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถเลือกสรรเนื้อหาบทเรียนที่นำเสนออยู่ในรูปแบบไฮเปอร์มีเดีย ซึ่งเป็นเทคนิคการเชื่อมโยงเนื้อหาอื่นที่เกี่ยวข้อง รูปแบบการเชื่อมโยงนี้ เป็นไปได้ทั้งการเชื่อมโยงข้อความไปสู่เนื้อหาที่มีความเกี่ยวข้องหรือภาพและเสียงการเชื่อมโยงดังกล่าวจึงเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยเลือกลำดับเนื้อหาบทเรียนตามความต้องการ และเรียนตามกำหนดเวลาที่เหมาะสมและสะดวกของตนเอง

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นการรวมคุณสมบัติของสื่อหลายมิติ (Hypermedia) กับคุณลักษณะของอินเทอร์เน็ตและเวิลด์ไวด์เว็บ มาออกแบบเป็นเว็บเพื่อการเรียนการสอน สนับสนุนและส่งเสริมให้เกิดการเรียนรู้อย่างมีความหมายเชื่อมโยงเป็นเครือข่ายที่สามารถเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา โดยมีลักษณะที่ผู้เรียนและผู้สอนมีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงถึงกัน

#### 2.4 ลักษณะการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ลักษณะของการเรียนการสอนโดยการใช้ระบบอินเทอร์เน็ตถ้าแบ่งตามรูปแบบของเครื่องมือที่ใช้บนอินเทอร์เน็ต (Driscoll, 1997: 5-9) แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะคือ

1. แบบที่เป็นข้อมูลอย่างเดียว (text-only) เป็นลักษณะของการเรียนการสอนโดยอาศัยอินเทอร์เน็ตซึ่งมีข้อจำกัดบางอย่างในการเข้าถึงข้อมูล โดยมีลักษณะที่เป็นข้อความอย่างเดียว เช่น

- ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์ (electronic mail : e-mail)
- กระดานข่าวสาร (bulletin board)
- ห้องสนทนา (chat room)
- โปรแกรมดาวน์โหลด (software downloading)

2. แบบที่เป็นมัลติมีเดีย (multimedia) เป็นแบบที่สองของอินเทอร์เน็ตเพื่อการเรียนการสอนที่มีโครงสร้างลักษณะเป็นกราฟิก การสืบค้นโดยใช้ภาพในรูปแบบของเว็บ การใช้เว็บช่วยสอนจะมีคุณลักษณะของเว็บที่แตกต่างไปจากสื่ออื่นๆ โดยเฉพาะ

โดเฮอร์ตี้ (Doherty, 1998: 61-63) แนะนำว่าการเรียนการสอนผ่านเว็บ มีวิธีการใช้ใน 3 ลักษณะ คือ

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความกราฟิก ซึ่งสามารถนำเสนอได้อย่างเหมาะสมในลักษณะของสื่อ คือ
    - 1.1 การนำเสนอแบบสื่อทางเดียว เช่น เป็นข้อความ
    - 1.2 การนำเสนอแบบสื่อคู่ เช่น ข้อความกับภาพกราฟิก
    - 1.3 การนำเสนอแบบมัลติมีเดีย คือ ประกอบด้วย ข้อความ ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพยนตร์ หรือวีดิโอ
  2. การสื่อสาร (Communication) เป็นสิ่งจำเป็นที่จะต้องใช้ทุกวันในชีวิต ซึ่งเป็นลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ต โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น
    - 2.1 การสื่อสารทางเดียว โดยดูจากเว็บเพจ
    - 2.2 การสื่อสารสองทาง เช่น การส่งอีเมลโต้ตอบกันการสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ต
    - 2.3 การสื่อสารแบบหนึ่งแหล่งไปหลายที่เป็นการส่งข้อความจากแหล่งเดียวแพร่กระจายไปหลายแห่ง เช่น การอภิปรายจากคนเดียวให้คนอื่น ๆ ได้รับฟังด้วย หรือการประชุมทางคอมพิวเตอร์
    - 2.4 การสื่อสารหลายแหล่งไปสู่หลายแหล่ง เช่น การใช้กระบวนกรกลุ่มในการสื่อสารบนเว็บโดยมีคนใช้หลายคนและคนรับหลายคนเช่นกัน
  3. การก่อเกิดปฏิสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เป็นคุณลักษณะสำคัญของอินเทอร์เน็ตและคุณลักษณะที่สำคัญที่สุดมี 3 ลักษณะ คือ
    - 3.1 การสืบค้น
    - 3.2 การหาวิธีการเข้าสู่เว็บ
    - 3.3 การตอบสนองของมนุษย์ในการใช้เว็บ
- บุปผชาติ ทัพพิกรณ์ (2541) ได้อธิบายลักษณะของการเรียนการสอนบนเว็บมีดังนี้
1. เป็นรูปแบบหนึ่งของการศึกษาทางไกล (distance education) เนื่องจากมีระบบเครือข่ายเชื่อมโยงในระยะไกลครอบคลุมทั่วโลก

2. เป็นการศึกษาต่างเวลาและวาระ (asynchronous learning) และการเรียนการสอนสามารถกระทำได้ตลอดทุกที่ทุกเวลา

3. เป็นการศึกษาแบบโครงสร้าง (project-based learning) โดยการให้ผู้เรียนได้เข้าไปเรียนในเว็บที่จัดให้ผู้เรียนได้ทำโครงงานขึ้นบนเว็บได้

4. เป็นการศึกษาแบบการกระจายศูนย์ (distributed education) นั่นคือการศึกษาไม่ได้จำกัด อยู่ในที่ใดที่หนึ่ง ไม่จำเป็นต้องเข้าชั้นเรียน แต่ผู้เรียนสามารถเรียนได้ทุกที่ด้วย ข้อมูลที่เหมือนกัน

5. เป็นการศึกษาแบบร่วมมือ (collaborative learning) นั่นคือเป็นความร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียน

6. เป็นการศึกษาแบบเครือข่ายการเรียนรู้ (learning network) เพราะเว็บมีการเชื่อมโยงไปยังที่ต่างๆ ทั่วโลก สามารถเข้าถึงข้อมูลของที่ต่างๆ มากมายไม่ได้เฉพาะเจาะจงในทีเดียวที่หนึ่งเท่านั้นการต่อเชื่อมระหว่างหน่วยงานต่างๆ และโครงการจัดการศึกษาที่เน้นระบบเครือข่าย

7. เป็นการศึกษาตามความต้องการของผู้เรียน (education on demand) เนื่องจากข้อมูลภายในระบบเวปต์ไวด์เว็บมีมาก ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความต้องการ

เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์ (2546: 52) กล่าวว่าปัจจัยที่ส่งผลต่อประสิทธิภาพในการเรียนการสอนผ่านเว็บ คือ การออกแบบเว็บเพจให้สะดวกต่อการใช้งาน มีรูปแบบที่ง่ายต่อการศึกษา มีกิจกรรมที่สนองต่อการเรียนรู้ได้ที่สมบูรณ์ จึงพอจะสรุปลักษณะของเว็บเพจได้ 2 ประการใหญ่ๆ คือ

1. คุณลักษณะพื้นฐาน เป็นคุณลักษณะของโปรแกรมการสอนผ่านเว็บทุกโปรแกรมที่ต้องมี เช่น

- การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน
- การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน หรือผู้รับผิดชอบในการสอน
- การให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น
- การนำเสนอในลักษณะของสื่อหลายมิติ
- การนำเสนอในลักษณะเปิด ซึ่งมีลักษณะอนุญาตให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยง

เข้าสู่เว็บเพจอื่นที่เกี่ยวข้องให้ผู้เรียนสามารถสืบค้นข้อมูลบนเครื่องที่อยู่ในเครือข่ายได้สะดวก จึงทำให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่โปรแกรมการสอนผ่านเว็บจากที่ใดก็ได้

2. คุณลักษณะเพิ่มเติม เป็นคุณลักษณะที่เพิ่มมาจากคุณลักษณะพื้นฐาน โดยคุณลักษณะที่เพิ่มขึ้นมานั้นจะขึ้นอยู่กับความยากง่ายของการออกแบบเพื่อนำมาใช้งานและการนำมาประกอบกับคุณลักษณะพื้นฐานของโปรแกรมการเรียนการสอนผ่านเว็บ เช่น การล๊กลอบข้อมูลการให้ความช่วยเหลือบนเครือข่ายและความสะดวกที่จะปรับปรุงโปรแกรมในอนาคต เป็นต้น

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีลักษณะดังนี้

1. การนำเสนอ (Presentation) ในลักษณะของเว็บไซต์ที่ประกอบไปด้วยข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง และภาพยนตร์ หรือวีดิโอ
2. การสื่อสาร (Communication) โดยมีการสื่อสารบนอินเทอร์เน็ตหลายแบบ เช่น การสื่อสารทางเดียว โดยดูจากเว็บเพจ การส่งอีเมลโต้ตอบกัน การสนทนาผ่านอินเทอร์เน็ต
3. การก่อเกิดปฏิสัมพันธ์ (Dynamic Interaction) เช่น ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับผู้สอน ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่น เป็นต้น

## 2.5 ประโยชน์ของการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ปรัชญนันท์ นิลสุข (2543: 53-56) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะสำคัญของเว็บซึ่งเอื้อประโยชน์ต่อการจัดการเรียนการสอน ได้แก่

1. การที่เว็บเปิดโอกาสให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ (Interactive) ระหว่างผู้เรียนกับผู้สอนและผู้เรียนกับผู้เรียนหรือผู้เรียนกับเนื้อหาบทเรียน
2. การที่เว็บสามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม (Multimedia)
3. การที่เว็บเป็นระบบเปิด (Open System) ซึ่งอนุญาตให้ผู้ใช้อีมีอิสระในการเข้าถึงข้อมูลได้ทั่วโลก
4. การที่เว็บอุดมไปด้วยทรัพยากร เพื่อการสืบค้นออนไลน์ (Online Search/Resource)
5. ความไม่มีข้อจำกัดทางสถานที่และเวลาของการสอนบนเว็บ (Device, Distance and Time Independent) ผู้เรียนที่มีคอมพิวเตอร์ในระบบใดก็ได้ ซึ่งต่อเข้ากับอินเทอร์เน็ตจะสามารถเข้าเรียนจากที่ใดก็ได้ในเวลาใดก็ได้
6. การที่เว็บอนุญาตให้ผู้เรียนเป็นผู้ควบคุม (Learner Controlled) ผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อมความถนัดและความสนใจของตน
7. การที่เว็บมีความสมบูรณ์ในตนเอง (Self-contained) ทำให้เราสามารถจัดกระบวนการเรียนการสอนทั้งหมดผ่านเว็บได้ การที่เว็บอนุญาตให้มีการติดต่อสื่อสารทั้งแบบเวลาเดียว (Synchronous Communication) เช่น Chat และต่างเวลากัน (Asynchronous Communication) เช่น Web Board เป็นต้น

ถนอมพร (ตันพิพัฒน์)เลาหจรัสแสง (2544: 88-94) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการเรียนการสอนบนเว็บว่ามีข้อดีอยู่หลายประการ คือ

1. การสอนบน Web เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลาและสถานที่ ๆ ต้องการ ซึ่งอาจเป็นที่บ้าน ที่ทำงาน หรือสถานศึกษาใกล้เคียงที่ผู้เรียนสามารถเข้าไปใช้บริการทางอินเทอร์เน็ตได้ การที่ผู้เรียนไม่จำเป็นต้องเดินทางมายังสถานศึกษาที่กำหนดไว้จึงสามารถช่วยแก้ปัญหาในด้านของข้อจำกัดเกี่ยวกับเวลาและสถานที่ศึกษาของผู้เรียนเป็นอย่างดี

2. การสอนบน Web ยังเป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ผู้เรียนที่ศึกษาอยู่ในสถาบันการศึกษาในภูมิภาคหรือในประเทศหนึ่งสามารถที่จะศึกษา ถกเถียงอภิปราย กับอาจารย์ ครูผู้สอนซึ่งสอนอยู่ที่สถาบันการศึกษาในนครหลวงหรือในต่างประเทศก็ตาม

3. การสอนบน Web นี้ ยังช่วยส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต เนื่องจาก Web เป็นแหล่งความรู้ที่เปิดกว้างให้ผู้ที่ต้องการศึกษาในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง สามารถเข้ามาค้นคว้าหาความรู้ได้อย่างต่อเนื่องและตลอดเวลาการสอนบน Web สามารถตอบสนองต่อผู้เรียนที่มีความใฝ่รู้รวมทั้งมีทักษะในการตรวจสอบการเรียนรู้ด้วยตนเอง (meta-cognitive skills) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4. การสอนบน Web ช่วยทำลายกำแพงของห้องเรียนและเปลี่ยนจากห้องเรียนสี่เหลี่ยมไปสู่โลกกว้างแห่งการเรียนรู้ เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูลต่างๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพสนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง โดยเน้นให้เกิดการเรียนรู้ตามบริบทในโลกแห่งความเป็นจริง (conceptualization) และการเรียนรู้จากปัญหา (problem-based learning) ตามแนวคิดแบบ Constructivism

5. การสอนบน Web เป็นวิธีการเรียนการสอนที่มีศักยภาพ เนื่องจากที่ Web ได้กลายเป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลกโดยไม่จำกัดภาษา การสอนบน Web ช่วยแก้ปัญหาของข้อจำกัดของแหล่งค้นคว้าแบบเดิมจากห้องสมุดอันได้แก่ ปัญหาทรัพยากรการศึกษาที่มีอยู่จำกัดและเวลาที่ใช้ในการค้นหาข้อมูล เนื่องจากเว็บมีข้อมูลที่หลากหลายและเป็นจำนวนมาก รวมทั้งการที่ Web ใช้การเชื่อมโยงในลักษณะของ Hypermedia (สื่อหลายมิติ) ซึ่งทำให้การค้นหาทำได้สะดวกและง่ายดายนกว่าการค้นหาข้อมูลแบบเดิม

6. การสอนบน Web จะช่วยสนับสนุนการเรียนรู้ที่กระตือรือร้น ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของ Web ที่เอื้ออำนวยให้เกิดการศึกษา ในลักษณะที่ผู้เรียนถูกกระตุ้นให้แสดงความคิดเห็นได้ตลอดเวลา โดยไม่จำเป็นต้องเปิดเผยตัวตนที่แท้จริง ตัวอย่างเช่น การให้ผู้เรียนร่วมมือกันในการทำกิจกรรมต่างๆ บนเครือข่ายการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็นและแสดงไว้บน Web Board หรือการให้ผู้เรียนมีโอกาสเข้ามาพบปะกับผู้เรียนคนอื่นๆ อาจารย์ หรือผู้เชี่ยวชาญในเวลาเดียวกันที่ห้องสนทนา เป็นต้น

7. การสอนบน Web เอื้อให้เกิดการปฏิสัมพันธ์ ซึ่งการเปิดปฏิสัมพันธ์นี้อาจทำได้ 2 รูปแบบ คือ ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกัน หรือผู้สอนปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหาหรือสื่อการสอนบน Web ซึ่งลักษณะแรกนี้จะอยู่ในรูปของการเข้าไปพูดคุย พบปะ แลกเปลี่ยน ความคิดเห็นกัน ส่วนในลักษณะหลังนั้นจะอยู่ในรูปแบบของการเรียนการสอน แบบฝึกหัดหรือแบบทดสอบที่ผู้สอนได้จัดหาไว้ให้แก่ผู้เรียน

8. การสอนบน Web ยังเป็นการเปิดโอกาสสำหรับผู้เรียนในการเข้าถึงผู้เชี่ยวชาญสาขาต่าง ๆ ทั้งในและนอกสถาบันจากในประเทศและต่างประเทศทั่วโลก โดยผู้เรียนสามารถติดต่อสอบถามปัญหาขอข้อมูลต่างๆ ที่ต้องการศึกษาจากผู้เชี่ยวชาญจริงโดยตรงซึ่งไม่



สามารถทำได้ในการเรียนการสอนแบบดั้งเดิม นอกจากนี้ยังประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่ายเมื่อเปรียบเทียบกับ การติดต่อสื่อสารในลักษณะเดิมๆ

9. การสอนบน Web เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงผลงานของตนเองสู่สายตาผู้อื่นอย่างง่ายดาย ทั้งนี้ไม่ได้จำกัดเฉพาะเพื่อนๆ ในชั้นเรียนหากแต่เป็นบุคคลทั่วไปทั่วโลกได้ ดังนั้นจึงถือเป็นการสร้างแรงจูงใจภายนอกในการเรียนอย่างหนึ่งสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนจะพยายามผลิตผลงานที่ดีเพื่อไม่ให้เสียชื่อเสียงตนเองนอกจากนี้ผู้เรียนยังมีโอกาสได้เห็นผลงานของผู้อื่นเพื่อนำมาพัฒนางานของตนเองให้ดียิ่งขึ้น

10. การสอนบน Web เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหาหลักสูตรให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบายเนื่องจากข้อมูลบน Web มีลักษณะเป็นพลวัต (dynamic) ดังนั้นผู้สอนสามารถ Update เนื้อหาหลักสูตรที่ทันสมัยแก่ผู้เรียนได้ตลอดเวลา นอกจากนี้การให้ผู้เรียนได้สื่อสารและแสดงความคิดเห็นที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา ทำให้เนื้อหาการเรียนมีความยืดหยุ่นมากกว่าการเรียนการสอนแบบเดิมและเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้เรียนเป็นสำคัญ การสอนบน Web สามารถนำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของ Multimedia ได้แก่ ข้อความ ภาพนิ่ง เสียง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ-ทัศน์ ภาพ 3 มิติ โดยผู้สอนและผู้เรียนสามารถเลือกรูปแบบของการนำเสนอเพื่อให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุดทางการเรียน

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประโยชน์พอสรุปได้ดังนี้

1. เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่อยู่ห่างไกล หรือไม่มีเวลาในการมาเข้าชั้นเรียนได้เรียนในเวลา และสถานที่ๆ ต้องการ
2. เป็นการส่งเสริมให้เกิดความเท่าเทียมกันทางการศึกษา ส่งเสริมแนวคิดในเรื่องของการเรียนรู้ตลอดชีวิต และผู้เรียนสามารถเรียนตามความพร้อม ความถนัด และความสนใจของตนเองได้
3. เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเข้าถึงแหล่งข้อมูล ต่างๆ ได้อย่างสะดวก มีประสิทธิภาพและสนับสนุนสิ่งแวดล้อมทางการเรียนที่เชื่อมโยงสิ่งที่เรียนกับปัญหาที่พบในความเป็นจริง
4. เป็นแหล่งค้นคว้าข้อมูลทางวิชาการรูปแบบใหม่ครอบคลุมสารสนเทศทั่วโลก โดยไม่จำกัดภาษา
5. นำเสนอเนื้อหาในรูปแบบของสื่อประสม ช่วยให้เกิดความกระตือรือร้นในการเรียน
6. ทำให้เกิดการปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกัน หรือผู้สอน และปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน
7. เปิดโอกาสให้ผู้สอนสามารถปรับปรุงเนื้อหา หลักสูตร ให้ทันสมัยได้อย่าง สะดวกสบาย
8. ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารทั้งแบบเวลาเดียว และต่างเวลากัน

## 2.6 การออกแบบการเรียนการสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ดิลลอน และจู้ (Dillon; & Zhu 1997: 221-224) ได้ให้แนวคิดเกี่ยวกับขั้นตอนในการสร้างบทเรียนที่มีลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ซึ่งหลักการนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการออกแบบและพัฒนาเว็บเพื่อการเรียนการสอน แนวคิดดังกล่าวมีขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับผู้เรียนและเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์และหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน

2. วางแผนเกี่ยวกับการจัดรูปแบบโครงสร้างของเนื้อหา ศึกษาคุณลักษณะของเนื้อหาที่จะนำมาใช้เป็นบทเรียนว่าควรนำเสนอในลักษณะใด

3. ออกแบบโครงสร้างเพื่อการเข้าถึงข้อมูลอย่างมีประสิทธิภาพ โดยผู้ออกแบบควรศึกษาทำความเข้าใจกับโครงสร้างของบทเรียนแบบต่างๆ โดยพิจารณาจากลักษณะผู้เรียนและเนื้อหาว่าโครงสร้างลักษณะใดจะเอื้ออำนวยต่อการเข้าถึงข้อมูลของผู้เรียนได้ดีที่สุด

4. ทดสอบรูปแบบเพื่อหาข้อผิดพลาด จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขและทดสอบซ้ำอีกครั้งจนแน่ใจว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้งาน

ฮิรูมิ และเบอร์มูเดส (Hirumi; & Bermudez. 1996: 1-16) เสนอกระบวนการในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเว็บไว้ 5 ขั้นตอน คือ

1. วิเคราะห์ทรัพยากรต่างๆ ที่เกี่ยวข้อง  
 2. ออกแบบการเรียนการสอน  
 3. พัฒนาเว็บเพจโดยใช้แผนผังเรื่อง (Storyboard) ช่วยในการสร้างและกำหนดโครงสร้างของข้อมูล

4. นำเว็บไปใช้ในการเรียนการสอน

5. ประเมินผลการใช้งาน

ฟิลิป และซีสแปน (Philip Duchastel; & Sue Spahn. 1996: Online) ได้กล่าวถึงการออกแบบการเรียนการสอนบนเว็บสำหรับการศึกษาในมหาวิทยาลัย มี 6 ประเด็นสำคัญประกอบด้วย

1. มีเป้าหมายเฉพาะ
2. มีผลลัพธ์ที่หลากหลาย
3. มีการผลิตองค์ความรู้ หรือการสร้างองค์ความรู้
4. มีการประเมินระดับงาน (task)
5. มีการสร้างทีมการเรียนรู้
6. มีการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บนั้น ผู้สอนและผู้เรียนจะต้องมีปฏิสัมพันธ์กันโดยผ่านระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ของผู้เรียนเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเครือข่าย (File Server) และเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการเว็บ (Web Server) อาจ

เป็นการเชื่อมโดยระยะใกล้หรือเชื่อมโยงระยะไกลผ่านทางระบบการสื่อสารและอินเทอร์เน็ต การจัดการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตที่เป็นเว็บนั้น ผู้สอนจะต้องมีขั้นตอนการจัดการเรียนการสอน (ปทีป เมธาคุณวุฒิ. 2540: 37) ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอน
2. การวิเคราะห์ผู้เรียน
3. การออกแบบเนื้อหารายวิชา
  - 3.1 เนื้อหาตามหลักสูตรและสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน
  - 3.2 จัดลำดับเนื้อหา จำแนกหัวข้อตามหลักการเรียนรู้และลักษณะเฉพาะในแต่ละหัวข้อ
    - 3.3 กำหนดระยะเวลาและตารางการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
    - 3.4 กำหนดวิธีการศึกษา
    - 3.5 กำหนดสื่อที่ใช้ประกอบการศึกษาในแต่ละหัวข้อ
    - 3.6 กำหนดวิธีการประเมินผล
    - 3.7 กำหนดความรู้และทักษะพื้นฐานที่จำเป็นต่อการเรียน
    - 3.8 สร้างประมวลรายวิชา
4. การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ตโดยใช้คุณสมบัติของอินเทอร์เน็ตที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนการสอนนั้นๆ
5. การเตรียมความพร้อมสิ่งแวดล้อม การเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต ได้แก่
  - 5.1 สำรวจแหล่งทรัพยากรสนับสนุนการเรียนการสอนที่ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงได้
  - 5.2 กำหนดสถานที่และอุปกรณ์ที่ให้บริการและที่ต้องใช้ในการติดต่อทางอินเทอร์เน็ต
  - 5.3 สร้างเว็บเพจเนื้อหาความรู้ตามหัวข้อของการเรียนการสอนรายสัปดาห์
  - 5.4 สร้างแฟ้มข้อมูลเนื้อหาวิชาเสริมการเรียนการสอนสำหรับการถ่ายโอนแฟ้มข้อมูล
6. การปฐมนิเทศผู้เรียน ได้แก่
  - 6.1 แจงวัตถุประสงค์ เนื้อหา และวิธีการเรียนการสอน
  - 6.2 สำรวจความพร้อมของผู้เรียนและเตรียมความพร้อมของผู้เรียน ในขั้นตอนนี้ผู้สอนอาจ จะต้องมีการทดสอบหรือสร้างเว็บเพจเพิ่มขึ้นเพื่อให้ผู้เรียนที่มีความรู้พื้นฐานไม่เพียงพอ ได้ศึกษาเพิ่มเติมในเว็บเพจเรียนเสริม หรือให้ผู้เรียนถ่ายโอนข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ไปศึกษาเพิ่มเติมด้วยตนเอง
7. จัดการเรียนการสอนตามแบบที่กำหนดไว้โดยในเว็บเพจจะมีเทคนิค และกิจกรรมต่างๆ ที่สามารถสร้างขึ้น ได้แก่
  - 7.1 การใช้ข้อความสร้างความสนใจที่อาจเป็นภาพกราฟิก ภาพการเคลื่อนไหว

7.2 แจ้งวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมของรายวิชาหรือหัวข้อในแต่ละสัปดาห์

7.3 สรุปบททวนความรู้เดิมหรือโยงไปหัวข้อที่ศึกษาแล้ว

7.4 เสนอสาระของหัวข้อต่อไป

7.5 เสนอแนะแนวทางการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียน กิจกรรมการอภิปรายกลุ่ม กิจกรรมการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม กิจกรรมการตอบคำถามกิจกรรมการประเมินตนเอง กิจกรรมการถ่ายโอนข้อมูล

7.6 เสนอกิจกรรม แบบฝึกหัด หนังสือหรือบทความ การบ้าน การทำรายงานเดี่ยว รายงานกลุ่มในแต่ละสัปดาห์ และแนวทางในการประเมินผลในรายวิชานี้

7.7 ผู้เรียนทำกิจกรรม ศึกษา ทำแบบฝึกหัดและการบ้านส่งผู้สอนทั้งทางเอกสารทางเว็บเพจ และส่งผลงานของตนเองเพื่อให้ผู้เรียนคนอื่น ๆ ได้รับทราบด้วย

7.8 ผู้สอนตรวจผลงานของผู้เรียนส่งคะแนนและข้อมูลย้อนกลับเข้าสู่เว็บเพจ ประวัติของผู้เรียนรวมทั้งการให้ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่างๆ ไปสู่เว็บเพจผลงานของผู้เรียนด้วย

8. การประเมินผล ผู้สอนสามารถใช้การประเมินผลระหว่างเรียนและการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน รวมทั้งการเรียนประเมินผลผู้สอนและการประเมินผลการจัดการเรียนการสอนทั้งรายวิชาเพื่อให้ผู้สอนนำไปปรับปรุงแก้ไขระบบการเรียนการสอนทางอินเทอร์เน็ต

จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การกระบวนกรในการออกแบบและพัฒนาการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต มีขั้นตอนดังนี้

1. ศึกษาเกี่ยวกับผู้เรียนและเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาเพื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนและหาแนวทางในการจัดกิจกรรมการเรียน

2. วางแผนเกี่ยวกับการจัดรูปแบบโครงสร้างของเนื้อหา และออกแบบการเรียนการสอน โดยศึกษาทำความเข้าใจกับโครงสร้างของบทเรียนแบบต่างๆ

3. พัฒนาเว็บเพจโดยใช้แผนโครงเรื่อง (Storyboard) ช่วยในการสร้าง โดยในเว็บเพจจะมีเทคนิค และกิจกรรมต่างๆ ที่สามารถสร้างขึ้นได้แก่

3.1 การใช้ข้อความเร้าความสนใจที่อาจเป็นภาพกราฟิก ภาพการเคลื่อนไหว

3.2 การแจ้งวัตถุประสงค์

3.3 การสรุปบททวนความรู้เดิมหรือโยงไปหัวข้อที่ศึกษาแล้ว

3.4 การเสนอสาระของหัวข้อต่อไป

3.5 การเสนอแนะแนวทางการเรียนรู้ เช่น กิจกรรมสนทนาระหว่างผู้สอนกับผู้เรียนและระหว่าง ผู้เรียนกับผู้เรียน กิจกรรมการอภิปรายกลุ่ม กิจกรรมการค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติม กิจกรรมการตอบคำถามกิจกรรมการประเมินตนเอง กิจกรรมการถ่ายโอนข้อมูล

3.6 การเสนอกิจกรรม แบบฝึกหัด หนังสือหรือบทความ

4. ทดสอบรูปแบบเพื่อหาข้อผิดพลาด จากนั้นทำการปรับปรุงแก้ไขและทดสอบซ้ำอีกครั้งจน แน่ใจว่าเป็นบทเรียนที่มีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้งาน

5. นำเว็บไปใช้ในการเรียนการสอน

6. ประเมินผลการใช้งาน โดยผู้สอนสามารถใช้การประเมินผลระหว่างเรียนและการประเมินผลเมื่อสิ้นสุดการเรียน

### 3. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

วิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งพฤติกรรมที่พึงประสงค์ด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์นั้น วิลสันจำแนกไว้ 4 ระดับ ดังนี้

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ ถือเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกได้เป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) คำถามที่วัดระดับนี้จะเกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงและความรู้พื้นฐาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่างๆ ได้ โดยคำถามอาจจะเป็นการถามโดยไม่ต้องอาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือนิยามและกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคิดคำนวณ ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่างที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว

2 ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณ แต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความโดยใช้คำพูดของตนเอง

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principle; Rules; & Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ ไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรก อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจในโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหา จากแบบหนึ่งไปเป็นอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem Element form One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าเป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผล (Ability to Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่วไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read; & Interpret a Problem) ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนและตีความโจทย์ปัญหา ซึ่งอาจจู่อยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนค้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Knowledge of Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Knowledge of Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหา อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณและจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวข้อง

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Knowledge of Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่า อะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติม มีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่างในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Knowledge of Recognize, Patterns, Isomorphism, ;& Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำกับข้อมูล และการระลึกถึงความสัมพันธ์

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น คือ

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน (Knowledge of Solve non-routine problems) คำถามในขั้นนี้เป็นคำถามซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ (Knowledge of Discover Relationships) เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ (Knowledge of Construct Proofs) เป็นความสามารถที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดบ้าง

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์การพิสูจน์ (Knowledge of Criticize Proofs) ความสามารถในการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการเขียนพิสูจน์ แต่ยุ่งยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในการขั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร (Knowledge of Formulate; & Validate Generalizations) นักเรียนต้องสามารถสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยใช้ความสัมพันธ์กับเรื่องเดิมและต้องสมเหตุสมผลด้วย นั่นคือ การถามให้หาคำตอบและพิสูจน์ประโยคคณิตศาสตร์ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

ไอแซงค์ อาโนลด์และไมลีย์ (Eysenck; Arnold; & Meili. 1972: 6) ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ คือ ขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการทำงานที่ต้องอาศัยความพยายามอย่างมาก ซึ่งเป็นผลมาจากการกระทำที่ต้องอาศัยความสามารถทั้งทางร่างกายและทางสติปัญญา ดังนั้นผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจึงเป็นขนาดของความสำเร็จที่ได้จากการเรียน โดยอาศัยความสามารถเฉพาะตัวบุคคล ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจได้จากกระบวนการที่ไม่ต้องอาศัยการทดสอบ เช่น การสังเกต หรือการตรวจการบ้าน หรืออาจได้ในรูปของเกรดจากโรงเรียน ซึ่งต้องอาศัยกระบวนการที่ซับซ้อน และระยะเวลานานพอสมควร หรืออาจได้จากการวัดแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทั่วไป

กู๊ด (Good. 1973: 7) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน คือ การเข้าถึงความรู้หรือพัฒนาทักษะทางการเรียน ซึ่งโดยปกติพิจารณาจากคะแนนสอบหรือคะแนนที่ได้จากงานที่ครูมอบหมายให้หรือทั้งสองอย่าง

ลัวัน สายยศ และอังคณา สายยศ (2541: 18) ให้ความหมาย ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เป็นความสามารถทางการเรียนหลังจากได้เรียนเนื้อหาของวิชาใดวิชาหนึ่งแล้ว ผู้เรียนมีความสามารถเรียนรู้มากขึ้นเพียงใด

อารีย์ คงสวัสดิ์ (2544: 23) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสำเร็จ ความสมหวังในด้านการเรียนรู้ รวมทั้งด้านความรู้ ความเข้าใจ ความสามารถและทักษะทางด้าน

วิชาการของแต่ละบุคคลที่ประเมินได้จากการทำแบบทดสอบ หรือการทำงานที่ได้รับมอบหมายและผลของการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้น จะทำให้แยกกลุ่มของนักเรียนที่ถูกประเมินออกเป็นระดับต่างๆ เช่น สูง กลาง และต่ำ เป็นต้น

ณยศ สงวนสิน (2547: 38) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถ หรือความสำเร็จในด้านต่างๆ เช่น ความรู้ ทักษะในการแก้ปัญหาความสามารถในการนำไปใช้ และการวิเคราะห์ เป็นต้น รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้จากการเรียนรู้ ซึ่งได้รับการสอน การฝึกฝน หรือประสบการณ์ต่างๆ ซึ่งวัดได้จากการตอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สร้างขึ้น

สท้าน เขตวิทย์ (2548: 32) ได้กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้จากการเรียนรู้ที่ได้จากการเรียนการสอน การฝึกอบรม ตามลำดับขั้นตอนของการสอน

จากการที่ได้ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน พอสรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญา (Cognitive Domain) ในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งวัดได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่สอดคล้องกับพฤติกรรมด้านความรู้และความคิด ตามแนวคิดของวิลสัน (Wilson. 1971: 643-696) 4 ระดับ ดังนี้คือ

1. ความรู้ความจำด้านการคิดคำนวณ (Computation) หมายถึง ความสามารถในด้านความรู้ ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง คำศัพท์และนิยาม และความสามารถในการใช้กระบวนการคิดคำนวณ
2. ความเข้าใจ (Comprehensive) หมายถึง ความสามารถในด้านความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ หลักการ กฎทางคณิตศาสตร์ การสรุปอ้างอิง โครงสร้างคณิตศาสตร์ ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบปัญหา การติดตามแนวของเหตุผล และการอ่านตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์
3. การนำไปใช้ (Application) หมายถึง ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสมอยู่ระหว่างเรียน การเปรียบเทียบ การวิเคราะห์ข้อมูล และความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและสมมาตร
4. การวิเคราะห์ (Analysis) หมายถึง ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสมมาก่อนการค้นหาคความสัมพันธ์ การสร้างข้อพิสูจน์ การวิจารณ์การพิสูจน์ และความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร

### 3.2 องค์ประกอบที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

เพรสคอตต์ (Prescott. 1961: 14-16) ได้ศึกษาเกี่ยวกับการเรียนของนักเรียนและสรุปผลการศึกษาค้นคว้าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนทั้งในและนอกห้องเรียน ดังนี้



1. องค์ประกอบทางด้านร่างกาย ได้แก่ อัตราการเจริญเติบโตของร่างกาย สุขภาพทาง ด้านร่างกาย ข้อบกพร่องทางกาย และบุคลิกท่าทาง
2. องค์ประกอบทางด้านความรัก ได้แก่ ความสัมพันธ์ของบิดา มารดา ความสัมพันธ์ของบิดากับลูก ความสัมพันธ์ระหว่างสมาชิกทั้งหมดในครอบครัว
3. องค์ประกอบทางด้านวัฒนธรรมและสังคม ได้แก่ ขนบธรรมเนียมประเพณี ความเป็นอยู่ของครอบครัว สภาพแวดล้อมทางบ้าน การอบรมทางบ้าน และฐานะทางบ้าน
4. องค์ประกอบทางความสัมพันธ์ในเพื่อนวัยเดียวกัน ได้แก่ นักเรียนกับเพื่อน วันเดียวกันทั้งที่บ้านและที่โรงเรียน
5. องค์ประกอบทางการพัฒนาแห่งตน ได้แก่ สถิติปัญหา ความสนใจ เจตคติของ นักเรียนที่มีต่อการเรียน
6. องค์ประกอบทางการปรับตัว ได้แก่ ปัญหาการปรับตัว การแสดงออกทาง อารมณ์

คาร์รอลล์ (Carroll, 1963: 723-733) ได้เสนอความคิดเกี่ยวกับอิทธิพลของ องค์ประกอบต่าง ๆ ที่มีอิทธิพลต่อระดับผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนโดยครู นักเรียน และหลักสูตรมาเป็น องค์ประกอบที่สำคัญโดยเชื่อว่า เวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ของ นักเรียนที่ได้รับ

ปณฑพร โจทย์กิ่ง (2530: 34-35) กล่าวว่า องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน มีดังนี้

1. คุณลักษณะของผู้เรียน ได้แก่ ความพร้อมทางสมอง และความพร้อมทาง สถิติปัญญา ความพร้อมทางด้านร่างกาย และความสามารถทางด้านทักษะของร่างกาย คุณลักษณะ ทางจิตใจ ได้แก่ ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม สุขภาพ ความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความ เข้าใจในสถานการณ์ อายุ เพศ
2. คุณลักษณะของผู้สอน ได้แก่ สถิติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนา ความรู้เทคนิควิธีสอน ทักษะทางร่างกาย คุณลักษณะทางจิตใจ สุขภาพความเข้าใจเกี่ยวกับตนเอง ความเข้าใจในสถานการณ์ อายุ เพศ
3. พฤติกรรมระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ได้แก่ ปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนผู้สอน จะต้องมีพฤติกรรมที่มีความเป็นมิตรต่อกัน เข้าอกเข้าใจกัน มีความสัมพันธ์กันดี มีความรู้สึกที่ดีต่อกัน
4. ลักษณะของกลุ่มผู้เรียน ได้แก่ โครงสร้างของกลุ่ม ตลอดจนความสัมพันธ์ของ กลุ่มเจตคติ ความสามัคคี และภาวะผู้นำและผู้ตามที่ดี
5. คุณลักษณะของพฤติกรรมเฉพาะตัว ได้แก่ การตอบสนองต่อการเรียน การมี เครื่องมือและอุปกรณ์พร้อมในการเรียน ความสนใจต่อบทเรียน
6. แรงผลักดันภายนอก ได้แก่ บ้านมีความสัมพันธ์ระหว่างคนในบ้านที่ดี สิ่งแวดล้อม มีวัฒนธรรมและคุณธรรมพื้นฐานดี เช่น ขยันหมั่นเพียร ความประพฤติดี

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (2540: 5) ได้ระบุคุณภาพในการจัดการศึกษาของโรงเรียนพิจารณาได้จากปัจจัยต่างๆ ใน 5 องค์ประกอบที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ได้แก่ ครู นักเรียน สภาพโรงเรียน ผู้ปกครองและชุมชน

ณยศ สงวนสิน (2547: 39) กล่าวถึง องค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนนั้นมีปัจจัยและองค์ประกอบทั้งทางตรงคือ ตัวนักเรียน และทางอ้อม ได้แก่สภาพของสังคม ครอบครัว ตัวครู และรวมถึงการสอนของครู

จากการศึกษาองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ข้างต้นที่กล่าวมาสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มีดังนี้

1. ตัวนักเรียน ได้แก่ ด้านสติปัญญา อารมณ์ ความสนใจ เจตคติการเรียน เป็นต้น
2. ตัวครู ได้แก่ คุณภาพของครู การจัดระบบการบริหารของผู้บริหาร สติปัญญา ความรู้ในวิชาที่สอน การพัฒนาความรู้เทคนิควิธีสอนของครู เป็นต้น
3. ทางสังคม ได้แก่ สภาพเศรษฐกิจและสังคมของครอบครัวของนักเรียน เป็นต้น

### 3.3 สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

สาเหตุที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำนั้นอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ ดังที่นักการศึกษากล่าวไว้ว่า ดังนี้

เรวัต และคุปตะ (Rawat; & Gupta. 1970: 7-9) ได้กล่าวว่า สาเหตุของการสอบตกและออกจากโรงเรียนของนักเรียนในระดับประถมศึกษา มาจากสาเหตุหลายประการ ได้แก่

1. นักเรียนขาดความรู้สึกร่วมในการมีส่วนร่วมกับโรงเรียน
2. ความไม่เหมาะสมของการจัดเวลาเรียน
3. ผู้ปกครองไม่เอาใจใส่ในการศึกษาของบุตร
4. นักเรียนมีสุขภาพไม่สมบูรณ์
5. ความยากจนของผู้ปกครอง
6. ประเพณีทางสังคม
7. โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี
8. การสอบตกซ้ำชั้น เพราะระบบการวัดผลไม่ดี
9. อายุน้อยหรือมากเกินไป
10. สาเหตุอื่นๆ เช่น การคมนาคมไม่สะดวก อพยพย้ายถิ่นที่อยู่ เป็นต้น

สมควร ปานโม (2545: 37) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาการเรียนคณิตศาสตร์ และมีผลต่อการเรียนนักเรียน นักศึกษา คือ การจัดการเรียนสอน เจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ สภาพแวดล้อมทางครอบครัวและชุมชน จากสาเหตุดังกล่าวจึงต้องเป็นหน้าที่ของครูที่จะต้องจัดหาวิธีการที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการเรียนการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดีที่สุด

อัญชนา โพธิพลากร (2545: 96) กล่าวว่า สาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อการเรียนคณิตศาสตร์และมีผลต่อการเรียนของนักเรียน ก็คือ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างเจตคติความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ซึ่งเป็นหน้าที่ของครูโดยตรงที่จะจัดหาวิธีการสอนและเทคนิคการสอนที่เหมาะสมนำมาใช้ในการจัดการสอนเพื่อให้เกิดประสิทธิผลที่ดียิ่งขึ้น

สมควร จำเริญพัฒน์. (2552: 69) กล่าวว่า ปัจจัยที่มีอิทธิพลโดยตรงต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ เซวรณ์ปัญญาด้านตรรกะคณิตศาสตร์ ส่วนปัจจัยที่มีอิทธิพลทั้งทางตรงและทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ และเจตคติต่อวิชาคณิตศาสตร์ และปัจจัยที่มีอิทธิพลทางอ้อมต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ได้แก่ ความรู้พื้นฐานเดิม

จากการศึกษาสาเหตุที่นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ต่ำนั้นอาจเกิดจากสาเหตุหลายประการ พอสรุปได้ดังนี้

1. สาเหตุจากตัวนักเรียน ได้แก่ ระดับสติปัญญา มีความสามารถทางการเรียนต่ำ มีพื้นความรู้ทางคณิตศาสตร์น้อย มีเจตคติที่ไม่ดีต่อโรงเรียน โดยเฉพาะวิชาคณิตศาสตร์ ขาดความเชื่อมั่นในตนเอง มีข้อบกพร่องด้านสุขภาพ เป็นต้น
2. สาเหตุจากผู้สอน ได้แก่ การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการสร้างเจตคติความรู้สึกต่อการมีส่วนร่วมในกิจกรรมต่างๆ ที่ทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ เป็นต้น
3. สาเหตุอื่นๆ ได้แก่ ความยากจนของผู้ปกครอง การคมนาคมไม่สะดวก อพยพย้ายถิ่นที่อยู่ โรงเรียนไม่มีการปรับปรุงที่ดี ระบบการวัดผลไม่ดี เป็นต้น

#### 4. เอกสารที่เกี่ยวข้องกับความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

##### 4.1 ความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สติกกินส์ (Stiggins. 1997: 6) ได้กล่าวว่าการทำความเข้าใจโดยใช้เหตุผลช่วยให้นักเรียนเป็นนักคิดที่ดี ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลในลักษณะการวิเคราะห์เพื่อจะดูว่าส่วนปลีกย่อยต่างๆ เข้ากับภาพโดยรวมของสิ่งนั้นหรือไม่ ในบางโอกาสเราต้องให้การให้เหตุผลแบบเปรียบเทียบเพื่อให้เข้าใจความเหมือนกับความต่าง

สภาครูคณิตศาสตร์แห่งชาติสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics. 2000: 56) ได้กำหนดให้ การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์เป็นมาตรฐานหนึ่งในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ และกล่าวว่า การให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์นั้น จะเป็นแนวทางในการพัฒนาให้เกิดการแสดงออกถึงความเข้าใจอันลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่างๆ ได้อย่างกว้างขวาง ซึ่งได้กำหนดมาตรฐานของการให้เหตุผลและการพิสูจน์สำหรับผู้เรียนในระดับอนุบาล - ระดับ 12 ดังนี้

1. ตระหนักถึงความสำคัญของการให้เหตุผลในการพิสูจน์ในวิชาคณิตศาสตร์

2. สร้างและตรวจสอบข้อความคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์ได้
3. พัฒนาและประเมินการอ้างเหตุผลและพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ได้

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2544: คำนำ) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเรื่องจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิต ความเชื่อ การยอมรับ การโต้แย้ง ตลอดจนการตัดสินใจต้องอาศัยเหตุผลประกอบ หากเหตุผลดี ถูกหลักการจะทำให้การตัดสินใจไม่ผิดพลาด นอกจากนี้ ยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อีกหลายสาขา เช่น คณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ รัฐศาสตร์ เป็นต้น

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 45) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะ/กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเองในการเรียนรู้สิ่งใหม่ๆ

อัมพร ม้าคอง (2553: 48-49) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทุกวัย ในแต่ละวันมนุษย์ต้องให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับคนอื่นและต้องการเหตุผลจากคนอื่น ไม่ว่าจะเป็นเรื่องเล็กน้อยหรือเรื่องสำคัญมาก มนุษย์ต้องการคำอธิบายที่เป็นเหตุเป็นผลและคนส่วนใหญ่รับได้ การให้เหตุผลไม่ใช่เป็นเพียงเรื่องของการหาค่าความจริงที่เป็นจริงหรือเท็จ โดยใช้ตัวเชื่อม “และ” “หรือ” “ถ้า...แล้ว” “ก็ต่อเมื่อ” หรือการใช้ตัวอักษร T, F และสัญลักษณ์  $\wedge$ ,  $\vee$ ,  $\rightarrow$ ,  $\leftrightarrow$  แต่เป็นเรื่องที่อยู่ในชีวิตมนุษย์ทุกคน เพียงแต่มีการใช้ในระดัที่มากหรือน้อยต่างกันเท่านั้น การให้เหตุผลในปัจจุบันจึงเป็นเรื่องใกล้ตัวผู้เรียนและสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาในการทำงานหรือในชีวิตประจำวันได้มากขึ้น เช่น การลำดับเหตุการณ์ให้เห็นภาพรวมจากข้อเท็จจริงย่อยๆ การหาตัวผู้กระทำผิดกฎหมายจากข้อมูลหรือหลักฐานที่รวบรวมได้ หรือที่เรียกกันว่า นิติวิทยาศาสตร์ (Forensic science) การพัฒนาทักษะการให้เหตุผลในปัจจุบันจึงเน้นเรื่องของการคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผลมากขึ้น เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักว่าความรู้และทุกสิ่งทุกอย่างที่เกี่ยวข้องคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่สมเหตุสมผล นอกจากนี้ ความสามารถในการให้เหตุผลของผู้เรียนยังมีความสำคัญกับผู้สอนในการดำเนินการต่อไปนี้

1. อธิบายระดับพัฒนาการของผู้เรียนในการเรียนมโนทัศน์เฉพาะใดๆ
2. ระบุความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนหรืออุปสรรคต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนพร้อมทั้งเหตุผล
3. วิเคราะห์แนวคิดใหม่ๆ (Emerging ideas) ที่เกิดจากการให้เหตุผลของผู้เรียน เพื่อที่จะขยายความและอภิปรายร่วมกับผู้เรียนคนอื่นๆ
4. ระบุโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Mathematical structures) หรือประเภทของปัญหาที่จำเป็นสำหรับการสร้างแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่มีความหมายของผู้เรียน
5. จัดหาสถานการณ์ที่เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ของผู้เรียน

6. ตรวจสอบผลของสิ่งแวดล้อมและวัฒนธรรมในห้องเรียนที่มีต่อความคิดและความเข้าใจของผู้เรียน

จากความสำคัญของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อชีวิตมนุษย์ทุกวัย เพราะการให้เหตุผลเป็นทักษะ/กระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจและแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม นอกจากนี้ ยังเป็นพื้นฐานของการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อีกหลายสาขา เช่น วิทยาศาสตร์ สังคมศาสตร์ รัฐศาสตร์ เป็นต้น

#### 4.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ครูลิขิต และ รูดนิค (Krulik; & Rudnick. 1993: 3) ได้กล่าวว่า การคิด หมายถึง ความสามารถของผู้เรียนในการได้มาซึ่งข้อสรุปที่สมเหตุสมผลจากข้อมูลที่กำหนด ซึ่งผู้เรียนต้องสร้างความคาดการณ์หาข้อสรุปจากความสัมพันธ์ของสถานการณ์ปัญหา แล้วแสดงเหตุผลพร้อมทั้งอธิบายข้อสรุปและข้อยืนยัน ข้อสรุปดังกล่าวเป็นการนำมารวมกันจนกลายเป็นความรู้ใหม่ได้ โดยได้แบ่งการคิดออกเป็น 4 ชั้น คือ การคิดขั้นระลึก (Recall) จัดเป็นทักษะการคิดที่เป็นธรรมชาติเกือบเป็นอัตโนมัติ เป็นความสามารถในการระลึกข้อเท็จจริง การคิดขั้นพื้นฐาน (Basic) เป็นความเข้าใจความคิดรวบยอด เป็นประโยชน์นำไปใช้ในชีวิตประจำวัน การคิดขั้นวิจารณ์ญาณ (Critical) เป็นความคิดที่ใช้ในการตรวจสอบเชื่อมโยง และประเมินลักษณะทั้งหมดของการแก้ปัญหา ประกอบด้วย การจำ การเรียนรู้ การวิเคราะห์ข้อมูล เชื่อมโยงข้อมูล เพื่อหาคำตอบที่มีเหตุผลได้ การคิดขั้นสร้างสรรค์ (Creative) เป็นความคิดที่ซับซ้อน ความคิดระดับนี้เป็นสิ่งประดิษฐ์ที่คิดหรือจินตนาการขึ้นเอง

ส่วนของการให้เหตุผลครูลิขิต และรูดนิคมองว่าเป็นส่วนสำคัญของการคิดนอกเหนือไปจากการคิดขั้นระลึกได้ ดังแสดงให้เห็นในภาพประกอบ 2 ต่อไปนี้



ภาพประกอบ 2 ลำดับขั้นการคิดของครูลิขิตและรุตินิก

ที่มา : Krulik.; & Rudnick, J. A. (1993). *Reasoning and Problem Solving. A Handbook for Elementary School Teachers.* p.3.

ลิขิตและรุตินิก อธิบายว่า การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แต่ละขั้นตอนที่แสดงในแผนภาพไม่ได้แยกออกจากกันทีเดียว จะเห็นว่า “การให้เหตุผล” เป็นส่วนที่รวมขั้นตอนตั้งแต่การคิดขั้นพื้นฐาน การคิดขั้นวิเคราะห์ และการคิดขั้นสร้างสรรค์ และสำหรับการคิดในระดับสูง (Higher order thinking) เป็นการคิดที่อยู่ในขั้นวิจารณ์และการคิดสร้างสรรค์

อาริสตา ฉัตรกิจจรรุณ (2529: 1) กล่าวถึงการให้เหตุผลว่าเป็น กระบวนการซึ่งนำเอาข้อความหรือปรากฏการณ์ต่างๆ ที่เป็นเหตุหรือข้อกำหนด (Hypothesis) อาจะหลายอันมาวิเคราะห์และแจกแจงแสดงความสัมพันธ์หรือความต่อเนื่องเพื่อให้เกิดข้อความใหม่หรือปรากฏการณ์ใหม่ ซึ่งเรียกว่า ข้อสรุป หรือผล (Conclusion)

ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล (2546: 50-54) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผล ซึ่งสรุปได้ว่าการให้เหตุผล คือ การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ข้อสรุป” ของเราเป็นความจริง การให้เหตุผลแต่ละครั้งจะมีส่วนประกอบ 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นข้ออ้าง ซึ่งหมายถึงหลักฐานหรือเหตุผล (บางครั้งเรียกข้ออ้างว่าเหตุ) และส่วนที่เป็นข้อสรุป ซึ่งหมายถึงสิ่งที่เราต้องการบอกว่าเป็นจริง (บางครั้งเรียกข้อสรุปว่าผล) โดยแบ่งการให้เหตุผลออกเป็น 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยการอ้างหลักฐานจากประสบการณ์ กล่าวคือ เชื่อว่าสิ่งนั้นเป็นจริงเพราะเคยพบว่ามันเป็นเช่นนั้นมาก่อน และเมื่อมีประสบการณ์แบบเดียวกันหลายๆ ครั้งก็สรุปเป็นกฎหรือความจริงทั่วๆ ไปเกี่ยวกับสิ่งนั้น

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยการนำความจริงจากความเดิมหรือสิ่งที่ทราบมาก่อนแล้วว่าเป็นความจริงมาใช้เป็นข้ออ้างและพิจารณาข้ออ้างนั้นๆ ตามหลักเกณฑ์เพื่อสรุปความจริงใหม่ออกมาโดยไม่ต้องอาศัยการทดลองหรือการสังเกตจากประสบการณ์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่างๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือการเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ๆ

สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณาการอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ข้อสรุป” หรือ “ข้อความคาดการณ์” ว่าเป็นความจริง โดยแสดงวิธีการยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ๆ

#### 4.3 ลักษณะของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

โอดาฟเฟอร์ (O'Daffer, 1990: 378) มองว่าทักษะการให้เหตุผลที่มีความสำคัญต่อความสำเร็จทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมี 2 ประเภท

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเน้นการใช้ข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการอธิบายสมบัติและโครงสร้างหลักการใหม่ค้นหารูปทั่วไป รูปแบบทางคณิตศาสตร์ วิเคราะห์สถานการณ์ และในการอธิบายสมบัติและโครงสร้างต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เพื่อนำไปสู่การสรุปเป็นนิยามหรืออาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบอุปนัยเกิดจากผลของกรณีเฉพาะหลายๆ กรณี แล้วนำไปสู่การสรุปเป็นกฎเกณฑ์ทั่วไป

2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ซึ่งเน้นการใช้ข้อความ หรือแบบรูปที่เป็นจริงสมเหตุสมผลอยู่แล้ว เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปจากหลักฐานที่ปรากฏเป็นการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินใจถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลระบบตรรกะ เป็นการให้เหตุผลโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท อาจกล่าวได้ว่า การให้เหตุผลแบบนิรนัยเป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วจะได้ผลสรุปของกรณีทีสอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอ

บาร์ดูดี (Barody. 1993: 2-59) ได้กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ และการดำเนินชีวิตประจำวันของมนุษย์และแบ่งการให้เหตุผลเป็น 3 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบสามัญสำนึก (Intuitive Reasoning) ซึ่งเป็นลักษณะของการให้เหตุผลที่เกิดจากการหยั่งรู้ (Insight) หรือเกิดจากกลางสังหรณ์ ไม่ได้มีข้อมูลที่จำเป็นทั้งหมดในการตัดสินใจ หรือตัดสินใจจากสิ่งที่เห็นได้ชัดเจน หรือจากความรู้สึกภายใน ส่วนอีก 2 ประเภท คือ การให้เหตุผลแบบอุปนัย และการให้เหตุผลแบบนิรนัยเช่นเดียวกับของโอดาฟเฟอร์ เมื่อพิจารณาถึงความสัมพันธ์ที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลทั้ง 3 ประเภท บาร์ดูดี กล่าวว่า ในกระบวนการการสืบค้นทางคณิตศาสตร์มักเริ่มต้นด้วยการสรุปจากการให้เหตุผลแบบสามัญสำนึกหรือแบบอุปนัยที่เรียกว่า การสร้างข้อความคาดการณ (Conjecture) แล้วตรวจสอบข้อความคาดการณโดยการพิสูจน์ ซึ่งก็คือการให้เหตุผลแบบนิรนัยนั่นเอง

สมวงษ์ แปลงประสพโชค (2544: 2-11) กล่าวว่า การให้เหตุผลที่ใช้กันอยู่ มี 2 แบบ คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างจากตัวอย่าง หรือประสบการณ์ย่อยหลายๆ ตัวอย่างหลายแง่มุม และสรุปเป็นความรู้ทั่วไป
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) เป็นการอ้างเหตุผลจากความรู้พื้นฐานชุดหนึ่งที่ยอมรับมาก่อน ความรู้พื้นฐานที่ต้องยอมรับมาใช้อ้างเหตุผลนี้มีชื่อเรียกต่างๆ กัน เช่น เหตุ (Premise) สมมุติฐาน (Hypothesis) หรือสัจพจน์ (Axiom หรือ Postulate)

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ และคณะ (2545: 69-70) ได้กล่าวถึงการให้เหตุผลไว้ว่า การให้เหตุผล มี 2 ประเภทคือ

1. การให้เหตุผลแบบนิรนัย เป็นการให้เหตุผลโดยกำหนดให้หรือยอมรับเหตุเป็นจริงนั้นคือเหตุที่ตั้งขึ้นบังคับให้เกิดผลลัพธ์อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ซึ่งผลจะสมเหตุสมผลหรือไม่สมเหตุสมผลจะต้องตรวจสอบความสมเหตุสมผลนั้น
2. การให้เหตุผลแบบอุปนัย เป็นการใช้ประสบการณ์ย่อยๆ หลายๆ ตัวอย่าง หรือการคาดคะเนในการสรุปผล นั่นคือเหตุที่จะตั้งขึ้นเป็นการเก็บข้อมูลในแต่ละครั้งที่เกิดขึ้นแล้วสรุป ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้อาจไม่สอดคล้องกับเหตุการณ์ เนื่องจากผลลัพธ์ที่ได้อาจเป็นจริงหรือไม่เป็นจริงก็ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2551: 46-47) ได้กล่าวว่า โดยทั่วไป มนุษย์มักจะใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก ซึ่งมนุษย์แต่ละคนอาจมีอยู่น้อยแตกต่างกัน มาช่วยแก้ปัญหา เช่น เมื่อน้ำตาลทรายกำลังจะขึ้นราคา น้ำตาลทรายมักจะขาดตลาด ชาวบ้านและแม่ค้ามักรีบสะสมน้ำตาลทรายในราคาเดิมก่อนขึ้นราคา หรือในวันที่ไม่ฝนตกตอนเช้า คนในเมืองใหญ่มักจะออกจากบ้านเร็วกว่าปกติ เพราะคิดว่าการจราจรน่าจะติดขัดมากกว่าวันที่ฝนไม่ตกตอนเช้า เป็นต้น ในทางคณิตศาสตร์ เรียกการให้เหตุผลที่มาจากการใช้ความรู้ที่มีมาแต่กำเนิดหรือสามัญสำนึก ดังกล่าวข้างต้นว่า การให้เหตุผลแบบสหัชญาณ มนุษย์จะมีการให้เหตุผลแบบสหัชญาณมากหรือน้อยนั้น ขึ้นอยู่กับประสบการณ์ที่ตนมีอยู่



จากข้อมูลข้างต้น สรุปได้ว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มี 2 ประเภท คือ

1. การให้เหตุผลแบบอุปนัย (Inductive Reasoning) เป็นการให้เหตุผลโดยอ้างจากตัวอย่าง หรือประสบการณ์ย่อยหลายๆ ตัวอย่างหลายแง่มุม และสรุปเป็นความรู้ทั่วไป
2. การให้เหตุผลแบบนิรนัย (Deductive Reasoning) การให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลัก แล้วได้ผลสรุปของกรณีที่สอดคล้องกับกฎเกณฑ์ที่เป็นจริงเสมอ

#### 4.4 แนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

สำหรับการพัฒนาการให้เหตุผล กิลฟอร์ด และฮอฟเนอร์ (Guilford; & and Hoepfner. 1971: 28-32) ได้ให้ความเห็นว่า การพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้นต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ความสามารถในการให้เหตุผลดังกล่าวนี้เป็นสิ่งจำเป็นที่โรงเรียนควรจัดทำและเป็น สิ่งที่สามารถสอนได้ควบคู่กับเนื้อหาวิชาปกติหรือในสถานการณ์ต่างๆ ที่เหมาะสม

นิคเคอร์สัน (Nickerson. 1984: 26-35) ได้สรุปรูปแบบการสอนเพื่อส่งเสริมการคิดอย่างมีเหตุผลตามที่เป็นอยู่ในปัจจุบันออกเป็น 5 กลุ่มดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางกระบวนการคิด (Cognitive Process Approaches) กลุ่มนี้กำหนดข้อตกลงไว้ว่าความสามารถในการคิดนั้นเป็นสิ่งที่ขึ้นอยู่กับกระบวนการคิดพื้นฐานบางประการ เช่น การเปรียบเทียบ การจัดลำดับ การจำแนกประเภท การอ้างอิง และการทำนายกระบวนการคิดพื้นฐานนี้เป็นกระบวนการคิดอย่างมีระบบเหตุผลซึ่งนำไปใช้ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

2. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางยุทธศาสตร์การคิด (Artificial Intelligence) โปรแกรมนี้มุ่งเน้นเกี่ยวกับกลวิธีที่นำมาใช้การแก้ปัญหา ซึ่งเป็นแนวทางที่นำไปสู่เป้าหมาย ที่เชื่อว่ามีโอกาสที่จะประสบความสำเร็จสูง โปรแกรมนี้มักจะพบในงานวิจัยทางด้านจิตวิทยาที่เกี่ยวกับการคิด โดยเฉพาะในด้านการแก้ปัญหาหรือในงานวิจัยที่เกี่ยวกับปัญญาประดิษฐ์

3. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางเกี่ยวกับการพัฒนาการของการคิดตามทัศนะของเพียเจต์ (Formal Thinking or Stage Development) โปรแกรมในกลุ่มนี้สร้างขึ้นตามแนวทัศนะจากการคิดเฉพาะด้าน และลักษณะที่เป็นรูปธรรม ให้สามารถคิดในแนวคิดในแนวกว้างและคิดในสิ่งที่เป็นามธรรมได้ซึ่งเป็นพัฒนาการในระดับการใช้เหตุผลเชิงตรรกวิทยาได้

4. กลุ่มโปรแกรมที่เน้นในแนวทางของการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ (Language and Symbol Manipulation) โปรแกรมนี้มีความเชื่อว่า การเขียนที่มีประสิทธิภาพนั้นเป็นกิจกรรมที่มีแบบแผนจำเป็นต้องใช้ความสามารถในการแสดงความคิดออกมาให้แจ่มชัด และมีความต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้จำเป็นต้องมีการวางแผน ตลอดจนกำหนดแนวทางปฏิบัติเพื่อนำไปสู่เป้าหมาย โดยมีการแบ่งงานออกเป็นส่วนๆ หรือเป็นขั้นตอนที่ต่อเนื่องซึ่งเป็นการฝึกทักษะการคิดอย่างมีเหตุผลด้านการวิเคราะห์และสังเคราะห์ข้อความ โดยการใช้การเขียนเป็นวิธีการแสดงความคิดออกมาเป็นเครื่องมือในการพัฒนา

5. กลุ่มโปรแกรมที่ยึดการคิดเป็นเนื้อหาสาระของการฝึก หรือเป็นโปรแกรมที่ใช้แนวทางของการคิดที่เกี่ยวกับการคิด (Thinking About Thinking) โปรแกรมในแนวทางนี้เชื่อว่า การเรียนรู้เกี่ยวกับการคิดจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนากระบวนการคิดของตนเองให้ดีขึ้น เพราะผู้เรียนจะรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเอง รู้ว่าตนกำลังคิดอะไร และต้องการอะไรอันเป็นแนวทางที่ช่วยการพิสูจน์ข้อสรุปและตัดสินความถูกต้องของขั้นตอนการคิด การให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่เป็นระบบตรรกยะ เป็นการให้เหตุผลโดยใช้โครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐาน คือ อนิยาม นิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีบท ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าการให้เหตุผลแบบนี้เป็นการให้เหตุผลที่ใช้ข้อสรุปที่เป็นกฎเกณฑ์ทั่วไปเป็นหลักแล้วจะได้ผลสรุปของกรณีที่สุดคล้องกับกฎเกณฑ์ หลักการที่เป็นจริงเสมอ

ในการสอนผู้เรียนเพื่อให้เกิดความคิดนั้นผู้สอนจำเป็นต้องหาวิธีการสอน เพื่อส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบและมีเหตุผลมากขึ้นและได้มีนักศึกษาท่านหนึ่งได้ให้ความสนใจและพยายามที่จะศึกษาและทดลองหาวิธีว่า ทักษะการคิดอะไรบ้างที่จำเป็นและเป็นพื้นฐานของการคิดอย่างมีเหตุผล และสอนอย่างไรจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดทักษะที่ต้องการเหล่านั้นได้มีการกล่าวถึงการสอนไว้ 3 แนวทางซึ่ง มีรายละเอียดดังนี้ (Brandt, 1984: 3)

1. การสอนเพื่อให้คิด (Teaching for Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เน้นในด้านการสอนเนื้อหาวิชา โดยมีการปรับเปลี่ยนกระบวนการสอนเพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดของผู้เรียน

2. การสอนการคิด (Teaching of Thinking) การสอนตามแนวทางนี้มีจุดเน้นเกี่ยวกับกระบวนการทางสมองที่นำมาใช้ในการคิดโดยเฉพาะ โดยเน้นไปที่ทักษะการคิดหรือแนวทางที่สอนทักษะการคิดโดยตรง แนวทางการสอนนั้นจะมีลักษณะที่แตกต่างกันหลายแนวทางตามความเชื่อพื้นฐานของผู้ที่จัดสร้างแนวการสอน

3. การสอนเกี่ยวกับการคิด (Teaching About Thinking) การสอนตามแนวทางนี้เป็นแนวทางที่ใช้การคิดเป็นเนื้อหาสาระของการสอน โดยมุ่งให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ถึงสิ่งที่เป็นความคิดของตนเองโดยไม่รู้ตนเองกำลังคิดอะไร ต้องการรู้อะไร และในขณะที่กำลังคิดอยู่นั้นตนเองรู้อะไร และไม่รู้อะไร ซึ่งสิ่งดังกล่าวนี้จะช่วยให้ผู้เรียนได้เข้าใจถึงกระบวนการคิดของตนเองอันก่อให้เกิดทักษะที่เรียกว่า การสังเคราะห์ความคิด (Metacognition) ของตนเองแนวทางการสอนเกี่ยวกับการคิดนี้เริ่มเป็นที่สนใจของนักการศึกษาทั่วไปเพิ่มขึ้นโดยเชื่อว่าเป็นแนวทางที่ทำให้ผู้เรียนสามารถควบคุมและตรวจสอบการคิดของตนเองได้ในขณะที่ทำการคิด ซึ่งจะช่วยให้ผู้เรียนสามารถค้นหาข้อบกพร่องของตนเองได้เพื่อหาแนวทางการแก้ไขได้ตรงจุด

สภาครุคณิตศาสตร์แห่งสหรัฐอเมริกา (The National Council of Teachers of Mathematics, 1989: 29, 81) กล่าวว่า “คณิตศาสตร์ คือ การให้เหตุผล” และเพื่อให้ผู้เรียนเห็นว่าการคิดเป็นวิถีทางที่ดีที่จะทำให้เข้าใจโลกที่เป็นจริงจำเป็นต้องจัดให้มีการให้เหตุผลแทรกอยู่ในกิจกรรมทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนต้องใช้เวลาและประสบการณ์ที่กำหนดและประเมินข้อสรุปของบุคคลอื่น

อัครยา สังขจันท์ (2543: 95-96) ได้กล่าวว่า การสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล เป็นกระบวนการที่มุ่งเน้นให้นักเรียนได้พัฒนาการคิดใช้เหตุผล วิเคราะห์ แสดงความคิดเห็น และแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ดังนั้นบทบาทของผู้สอนจึงไม่ใช่การจัดบทเรียน โดยคำนึงว่า “จะสอนอะไร” แต่เป็นการจัดบทเรียนต่างๆ โดยคำนึงว่า “จะให้นักเรียนเรียนรู้อะไร”

กรมวิชาการ (2544: 195-196) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้ให้ผู้เรียนรู้จักคิดเป็นสิ่งสำคัญ โดยทั่วไปเข้าใจกันว่าการฝึกให้รู้จักการให้เหตุผลที่ง่ายที่สุด คือ การฝึกจากการเรียนเรขาคณิตตามแบบยูคลิด เพราะมีโจทย์ที่เกี่ยวกับการให้เหตุผลมากมาย มีทั้งการให้เหตุผลอย่างง่าย ปานกลาง และอย่างยาก แต่ที่จริงแล้วการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักคิดและให้เหตุผลอย่างสมเหตุสมผลนั้น สามารถสอดแทรกได้ในการเรียนรู้ทุกเนื้อหาของวิชาคณิตศาสตร์และวิชาอื่นๆ ด้วย

องค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผลและรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้

1. ควรให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

นภเนตร ธรรมบวร (2544: 69) ได้กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ครูผู้สอนต้องเริ่มจากการพัฒนากระบวนการคิดของเด็กซึ่งเป็นสิ่งที่สามารถทำได้ อีกทั้งยังมีความสำคัญและจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดของเด็กอย่างต่อเนื่อง ครูผู้สอนถือเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนาทางด้านความคิดของเด็กในการเรียนคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต้องมีความหมายกับตัวเด็ก กล่าวคือ ครูควรส่งเสริมให้เด็กได้สำรวจ ให้เหตุผล และคิดแก้ปัญหามากกว่าการเรียนโดยการจำกฎเกณฑ์ต่างๆทางคณิตศาสตร์เท่านั้น เด็กจำเป็นต้องสร้าง (Construct) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยการคิดด้วยตนเอง และค้นหาคำตอบซึ่งมีความหมายสำหรับตัวเขา

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 18) ได้ให้หลักการในการพัฒนาการให้เหตุผลว่ามีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. ควรจัดประสบการณ์ให้สม่ำเสมอทุกระดับชั้น
2. การให้เหตุผลสามารถพัฒนาได้ โดยสอดแทรกทุกหน่วยการเรียนรู้ตามความเหมาะสม
3. ระดับการให้เหตุผล ควรให้สอดคล้องกับวัยและระดับชั้นของผู้เรียน
4. การให้เหตุผล ควรจัดให้ได้มีประสบการณ์อย่างสม่ำเสมอ ตั้งแต่วัยก่อนอนุบาลจนถึงระดับมหาวิทยาลัย ซึ่งควรจะปลูกฝังให้เกิดเป็นนิสัย
5. ควรให้นักเรียนได้ตระหนักว่าคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีเหตุผล

#### 6. ควรจัดบรรยากาศในห้องเรียนให้ส่งเสริมการฝึกการให้เหตุผล

จากแนวคิดข้างต้น สรุปได้ว่าการพัฒนาบุคคลให้มีความสามารถในการให้เหตุผลนั้น ต้องเริ่มจากการส่งเสริมให้บุคคลได้คิดอย่างมีเหตุผล ซึ่งผู้สอนควรจัดการเรียนการสอนเพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ดังนี้

1. ให้ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้
2. ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง
3. ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่าเหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร

#### 4.5 การประเมินการให้เหตุผล

อัครยา สังขจันทร์ (2543: 102) ได้กล่าวถึง หลักการสำคัญของกระบวนการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ผู้สอนจำเป็นต้องตระหนักอยู่เสมอ เพื่อช่วยให้กระบวนการเรียนการสอนบรรลุวัตถุประสงค์ของความพยายามที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและการประเมินผลเป็นสิ่งสำคัญในการพัฒนาความสามารถทางการให้เหตุผล โดยได้กล่าวถึงวิธีการประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ดังต่อไปนี้

1. การสอบไม่สำคัญเท่ากับการกระตุ้น ให้นักเรียนใฝ่รู้และคิดเป็น
2. มีวิธีการวัดผลและประเมินผลความสามารถในการคิดให้เหตุผลที่เหมาะสมกับรูปแบบการเรียนการสอน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 50-52) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผล ผู้ประเมินความคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อความคาดเดาส่ิงที่เกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์

ในการประเมินผลควรจะคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าเพื่ออะไร เช่น

- ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้นๆ หรือไม่ เพื่อนำมาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดประสงค์ในลักษณะนี้ จะประเมินด้วยการวิเคราะห์ เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่างๆ ตามที่ต้องการทราบ

- ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินเพื่อจุดประสงค์นี้อาจใช้การให้คะแนนทักษะ/กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจจะใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยโดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน

การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรม ตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่การพัฒนาเกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 121-123) ได้กล่าวไว้ในการจัดสาระการเรียนรู้กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1-3) และช่วงชั้นที่ 4 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6) หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2544 เกี่ยวกับเกณฑ์การประเมินเพื่อเป็นแนวทางให้ครูผู้สอนใช้เป็นกรอบในการประเมินคุณภาพของผู้เรียน ดังนี้

ทักษะการให้เหตุผล มีเกณฑ์การให้คะแนนแสดงดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 1 ทักษะการให้เหตุผล

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 : ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วน เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 : พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 : ควรแก้ไข	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 : ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

จิตติษฐ์ ลออปักษิณ (2550: 183) ได้กล่าวถึงเกณฑ์การให้คะแนนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ด้านการยืนยันข้อสรุปหรือข้อความขาดการณ์อย่างสมเหตุสมผล ดังนี้

ระดับ	พฤติกรรมที่ปรากฏให้เห็น
3	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างชัดเจน โดยแสดงวิธีการยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล และมีการอ้างอิงที่ถูกต้อง
2	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้ โดยแสดงสาระสำคัญ แต่ไม่ครบถ้วน อ้างอิงได้ถูกต้องบางส่วน มีข้อบกพร่องบางประการหรือเหตุผลที่ใช้ไม่รัดกุมเพียงพอ
1	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าสามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้บ้าง โดยแสดงเหตุผลเฉพาะบางกรณี แต่ไม่ได้แสดงเหตุผลในกรณีทั่วไป หรือมีการแสดงเหตุผลที่บกพร่อง ไม่ชัดเจน อ้างอิงไม่ถูกต้อง ไม่สมเหตุสมผลในบางกรณี
0	นักเรียนแสดงให้เห็นว่าไม่สามารถยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้ โดยไม่แสดงความคิดเห็นใด

จากข้อมูลข้างต้น การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการพิจารณา การอ้างหลักฐานเพื่อยืนยัน “ข้อสรุป” หรือ “ข้อความคาดการณ์” ว่าเป็นความจริง โดยแสดงวิธีการยืนยันข้อสรุป หรือข้อความคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล ซึ่งอาศัยการคิดวิเคราะห์และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมและเชื่อมโยงข้อมูลหรือสถานการณ์ต่างๆ ที่สัมพันธ์กัน เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่ๆ ซึ่งผู้วิจัยประเมินความสามารถในการให้เหตุผลโดยการสร้างแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ และใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric)

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### งานวิจัยต่างประเทศ

ไทอัน และฮอง (Tyan; & Hong. 2000: Online) ได้ทำการวิจัยเรื่องการใช้การติดต่อสื่อสารผ่านคอมพิวเตอร์ในระดับอุดมศึกษาภาคเอกชนของไต้หวัน ด้วยการจัดระบบการศึกษาที่นำเอาCMC(Computer Mediated Communication) ,VICTORY (Virtual Classroom; & Virtual Corporation System) มาพัฒนาในการจัดสภาพแวดล้อมทางการศึกษาด้วยอิเล็กทรอนิกส์และพัฒนาคุณภาพการศึกษา นักเรียนแต่ละคนมีความต้องการที่จะมีส่วนร่วมในการประชุมทางอิเล็กทรอนิกส์ก่อนจะใช้การอภิปรายแบบเผชิญหน้าในห้องเรียนปกติ ทำให้นักเรียนได้มีโอกาสที่จะมีการเรียนรู้แบบร่วมมือและสร้างองค์ความรู้ด้วยตัวผู้เรียนเองได้เป็นอย่างดี

แมททิว และวารากัวร์ (Matthew; & Varagoor. 2001: Online) ได้ทำการวิจัย เรื่องการตอบสนองของผู้เรียนต่อบทเรียนออนไลน์ (Student Response to Online Course Materials) กับนักศึกษาระดับบัณฑิตศึกษา ซึ่งจากการรวบรวมและวิเคราะห์ถึงผลกระทบต่างๆ กับประสบความสำเร็จในการเรียนและสั่งงานผ่านอินเทอร์เน็ตพบว่า ผู้เรียนส่วนมากมีประสบการณ์และความรู้สึกที่ดีในการใช้อินเทอร์เน็ตและเรียนผ่านบทเรียนออนไลน์

โฮลเดรน (Holdren. 2002: Online) ได้ทำการศึกษาวิจัยเรื่องผลการสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนที่เรียนวิชาพีชคณิต โดยกลุ่มกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนจำนวน 146 คน ซึ่งผู้วิจัยแบ่งออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มแรกสอนโดยใช้สื่อคอมพิวเตอร์ และอีกกลุ่มสอนแบบบรรยาย ผลการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและเจตคติของนักเรียนทั้งสองกลุ่มไม่แตกต่างกัน

ชาง (Chang. 2003: Online) ได้ศึกษาเกี่ยวกับจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอนของผู้เรียนในสถาบันเทคโนโลยีของรัฐในระดับอุดมศึกษาที่ถูกเลือกแห่งหนึ่งในไต้หวัน (ประเทศจีน) มีจุดมุ่งหมายของการศึกษาค้นคว้านี้ เพื่อหาจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอนของผู้เรียนในสถาบันอุดมศึกษาที่ถูกเลือกแห่งหนึ่งในไต้หวัน โดยศึกษาเฉพาะปัจจัยที่ส่งผลต่อความสนใจของผู้เรียนในการใช้เว็บการเรียนการสอนและคาดการณ์ถึงความสัมพันธ์ระหว่างปัจจัยต่างๆ และจุดมุ่งหมายของผู้เรียนในการใช้เว็บการเรียนการสอน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้คือนักศึกษาสถาบันอุดมศึกษาในไต้หวันจำนวน 630 คน แบ่งเป็นนิสิตที่เรียนภาคปกติ 188 คน เรียนภาคค่ำ 251 คน และเรียนเสาร์-อาทิตย์ 191 คน โดยใช้แบบสำรวจความคิดเห็นของนักศึกษาเกี่ยวกับปัจจัยทั้ง 8 ด้าน คือ ด้านความมีประโยชน์ ความสะดวกในการใช้ การเชื่อมประสาน การมี

ปฏิสัมพันธ์ โครงสร้างหลักสูตร ประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์ ประสบการณ์ทางอินเทอร์เน็ต และ ความมีอิสระของผู้เรียน ผลที่ได้พบใน 6 แง่ คือ 1) ทั้ง 8 ปัจจัยโดยเฉพาะการเชื่อมประสานมี อิทธิพลต่อจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอน 2) ทั้ง 8 ปัจจัยมีความสัมพันธ์อย่างมี นัยสำคัญกับจุดประสงค์ในการใช้เว็บการเรียนการสอน 3) นักศึกษาชายมีความมั่นใจสูงในการใช้ เทคโนโลยี มีประสบการณ์ในการใช้อินเทอร์เน็ตสูง มีระดับการรับรู้การมีปฏิสัมพันธ์กับระบบสูงและ มีระดับความเชื่อในแง่ความมีประโยชน์และการใช้งานง่ายมากกว่านักศึกษาหญิง 4) กลุ่มตัวอย่างที่ มีอายุมากกว่า 30 ปีขึ้นไป มีเจตคติที่ดีต่อการใช้เว็บการเรียนการสอนมากกว่ากลุ่มที่มีอายุน้อยกว่า อย่างมีนัยสำคัญ 5) นักศึกษาที่เรียนเสาร์-อาทิตย์ มีเจตคติในการใช้เว็บการเรียนการสอนสูงที่สุด 6) การวิเคราะห์ความถดถอยด้านความเป็นอิสระของผู้เรียน

บัมพ์ (Bump. 2004: A) ได้ทำการวิจัยเกี่ยวกับการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย ทางคณิตศาสตร์มาใช้พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนระดับปริญญาตรี ในมหาวิทยาลัย Houston พบว่า นักเรียนที่ได้เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูง กว่านักเรียนที่ไม่ได้เรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

### งานวิจัยในประเทศ

สุชีราพร ปากน้ำ (2547: 132) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น ที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพสูง กว่าเกณฑ์ 80/80 ที่กำหนด ดังนี้ คือ 83.79/82.33

ศศิธร บุญภาพ (2548: 132-133) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง แสงเชิงฟิสิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดสระแก้ว พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องแสงเชิงฟิสิกส์ ที่พัฒนาขึ้นมี ประสิทธิภาพ 71.81/73.00 สูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลการเรียนรู้ด้านความรู้หลังเรียนได้คะแนน ร้อยละ 76.25 ซึ่งสูงกว่าระดับดี เจตคติต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง แสงเชิงฟิสิกส์ หลังเรียนได้คะแนน 4.15 ซึ่งสูงกว่าระดับดี

จตุรงค์ ชันทเขตต์ (2549: 78-81) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบน เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคนิคการผลิตรายการโทรทัศน์การศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาวิชา เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง



เทคนิคการผลิตรายการโทรทัศน์การศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา ที่มีคุณภาพด้านเนื้อหา และด้านเทคโนโลยีการศึกษาอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 89.88/91.55 เป็นไปตามเกณฑ์ 85/85

กัลยกร อนุฤทธิ์ (2550: 61-64) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียเรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ให้มีคุณภาพ โดยพิจารณาจากประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดคือ 80/80 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย มีคุณภาพ กล่าวคือ บทเรียนมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนด (80/80) โดยมีประสิทธิภาพ 82.01/82.81 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียวของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 131-134) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 กลุ่มตัวอย่างได้จากการเลือกแบบเจาะจงจำนวน 20 คน เครื่องมือในการวิจัย ได้แก่ บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ ผลการวิจัยพบว่า บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 84.95/86.68 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากเรียนด้วย บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 65 ขึ้นไป อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภายหลังจากเรียนด้วย บทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมในระดับมาก ต่อการเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็น

วิวัฒน์ มีสุวรรณ (2551: 129-130) ได้พัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล เรื่อง การจัดแสงสำหรับการผลิตรายการโทรทัศน์การศึกษา สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 1 สาขาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ที่เหมาะสม และมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 ผลการวิจัยปรากฏว่า

1. รูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัลอยู่ในเกณฑ์เหมาะสม มี 10 ขั้นตอน ประกอบด้วย 1) เป้าหมาย/วัตถุประสงค์การเรียนรู้ 2) การวิเคราะห์สภาพแวดล้อม 3) การกำหนดบทบาทผู้เรียน 4) การกำหนดบทบาทผู้สอน 5) การ

วิเคราะห์และออกแบบเนื้อหา 6) การกำหนดวิธีการเรียนหรือกิจกรรมการเรียน 7) การพัฒนาและเลือกทรัพยากร 8) การดำเนินการเรียนการสอน 9) การประเมินผลการเรียนรู้ 10) ข้อมูลย้อนกลับ

2. ผลการหาประสิทธิภาพพบที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล เรื่องการจัดแสงสำหรับการผลิตรายการโทรทัศน์ การศึกษาที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ (E1/E2) เท่ากับ 86.12/85.75 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์กำหนด 85/85

3. ผลของการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนตามรูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

4. กลุ่มตัวอย่างมีความพึงพอใจมากในการเรียนตามรูปแบบการเรียนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล

ปกเกศ ชนะโยธา (2551: 110) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลการวิจัยพบว่า 1) บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ วิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาและด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณภาพอยู่ในระดับดีมาก และมีประสิทธิภาพ 87.42/86.78 เป็นไปตามเกณฑ์ 85/85 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 3) ผลของทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (ทักษะการแก้ปัญหา) ของนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามแผนการจัดการเรียนรู้ของครู อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 4) นักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ อยู่ในระดับมากที่สุด

ศุภนิมิต อินบรรเลง (2551: 75-76) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง งานจัดช่อดอกไม้สด กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 85/85 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง งานจัดช่อดอกไม้สด กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพ

และเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 ที่มีคุณภาพด้านเนื้อหาอยู่ในระดับดีมาก คุณภาพด้านเทคโนโลยีอยู่ในระดับดี และมีประสิทธิภาพ 89.33/88.22

ทองกร ศรีบุญเรือง (2552: 82-83) ได้พัฒนารูปแบบเว็บเพจเพื่อการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า เว็บเพจเพื่อการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 92.21/84.28 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อการศึกษา เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น ของนักเรียนหลังได้รับการเรียนด้วยเว็บเพจเพื่อศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

วรรณนา พิมพ์พันธ์ุ (2553: 141) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 82.04/81.97 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิตสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิตสูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจต่อการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่อง พื้นฐานทางเรขาคณิต สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากผลการวิจัยข้างต้นสรุปได้ว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในเนื้อหาวิชาต่างๆ และในระดับชั้นต่างๆ พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตผ่านเกณฑ์ที่กำหนด อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียน ภายหลังจากเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย

อินเทอร์เน็ต สูงขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนมีความพึงพอใจโดยรวมใน  
ระดับมาก ต่อการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



## บทที่ 3

### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

#### การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 7 ห้องเรียน รวม 230 คน

##### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) โดยสุ่มมา 1 ห้องเรียน เนื่องจากโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

##### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ รายละเอียดต่อไปนี้

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 1. ทดสอบก่อนเรียน           | 2 คาบ |
| 2. รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน   | 4 คาบ |
| 3. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | 5 คาบ |
| 4. การนำไปใช้               | 6 คาบ |
| 5. ทดสอบหลังเรียน           | 2 คาบ |

รวม

19 คาบ

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 ใช้เวลาในการดำเนินกิจกรรมทั้งหมด 19 คาบ คาบละ 50 นาที โดยใช้เวลาในการทดลอง จำนวน 15 คาบ ทำการทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) จำนวน 2 คาบ และทำการสอบหลังเรียน จำนวน (Post-test) 2 คาบ

### การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้มีการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

สำหรับเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีรายละเอียดในการสร้างและพัฒนา ดังนี้

#### 1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

- 1.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด เพื่อกำหนดเนื้อหาและตัวชี้วัด
- 1.2 ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับหลักการ และวิธีการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจากเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อเป็นแนวทางในการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.3 ศึกษาเอกสารแบบเรียนวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี เพื่อกำหนดรายละเอียดของเนื้อหาและตัวชี้วัด ในการนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ซึ่งแบ่งเนื้อหาของบทเรียนออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

- 1.3.1 รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
- 1.3.2 รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
- 1.3.3 การนำไปใช้

1.4 ศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.5 นำเนื้อหาและตัวชีวิต มาสร้างเป็นเรื่องราวบทเรียน (Story Board)

ตามโครงสร้างของเว็บเพจเพื่อการศึกษา ซึ่งเป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องนำเสนอทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ลงแผ่นกระดาษเพื่อเป็นต้นแบบของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยประกอบด้วยเนื้อหา การแบ่งพื้นที่หน้าจอการนำเสนอ รูปแบบ ขนาด และสีของตัวอักษร ภาพ และกำหนดเงื่อนไขของการนำเสนอ

1.6 นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบพิจารณา แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.7 นำแผ่นเรื่องราวบทเรียนที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยเขียน บล็อกบนเว็บไซต์ Wordpress.com โปรแกรมสร้างภาพกราฟิกและภาพเคลื่อนไหว และโปรแกรมสร้างแบบฝึกหัดและแบบทดสอบ

1.8 นำแผ่นเรื่องราวบทเรียน (Story Board) และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท เพื่อตรวจสอบพิจารณาแล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำแผ่นเรื่องราวบทเรียนและบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) และความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

1.10 นำแบบทดสอบและแบบฝึกหัดส่งขึ้นสู่คอมพิวเตอร์แม่ข่าย (Server) โดยใช้ FTP (File Transfer Protocol) โดยผู้วิจัยได้ส่งข้อมูลไปไว้ที่คอมพิวเตอร์แม่ข่ายของโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี จังหวัดสมุทรสาคร หลังจากนั้นเชื่อมต่อกับบล็อกบนเว็บไซต์ Wordpress.com แล้วทำการทดสอบการใช้งาน

1.11 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน (ซึ่งเป็นชุดเดียวกับผู้เชี่ยวชาญที่พิจารณาแผ่นเรื่องราวบทเรียน) เพื่อพิจารณาความเหมาะสมและประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แล้วนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข ซึ่งในการประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ใช้แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยปรับปรุงจากแบบประเมินของสุบิน ยมบ้านกวย (2550: 173-174)

1.12 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับการปรับปรุงแล้ว ไปทำการทดลองเพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ตามขั้นตอนดังนี้

1.12.1 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ที่ผ่านการประเมินคุณภาพจากผู้เชี่ยวชาญและได้ปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำ ไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมและข้อบกพร่องในด้านเนื้อหาและการเชื่อมโยง ด้านกราฟิกและพื้นหลัง ด้านตัวอักษรและสี ด้านกิจกรรมและแบบฝึกหัด ด้านการจัดบทเรียน โดยการสัมภาษณ์ จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.12.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 9 คน เพื่อนำผลที่ได้มากำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.12.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปทดลองสอนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องครั้งที่ 2

การกำหนดเกณฑ์และการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ในข้อ 1.12.2 และ 1.12.3 ดำเนินการโดยให้นักเรียนแต่ละคนทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนรู้และทำแบบทดสอบหลังเรียนเมื่อเรียนจบทุกหน่วยการเรียนรู้ จากนั้นหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดแต่ละหน่วยการเรียนรู้กับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียน โดยคิดเป็นร้อยละ แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบเพื่อกำหนดเกณฑ์และหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.13 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขแล้วมาทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.31/80.75



## 2. แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย มีขั้นตอนการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน ตามหลักสูตรแกนกลาง การศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด

2.2 ศึกษาสาระการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย จากหนังสือแบบเรียน วิชาคณิตศาสตร์ พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูตามหลักสูตรสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

2.3 กำหนดเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ ตลอดจนเขียนแผนการ จัด การเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วยหัวข้อต่อไปนี้

- 2.3.1 สาระที่
- 2.3.2 มาตรฐานการเรียนรู้
- 2.3.3 ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้
- 2.3.4 สาระการเรียนรู้
- 2.3.5 สาระสำคัญ
- 2.3.6 สมรรถนะสำคัญ
- 2.3.7 คุณลักษณะที่พึงประสงค์
- 2.3.8 กิจกรรมการเรียนรู้
- 2.3.9 สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้
- 2.3.10 การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- 2.3.11 บันทึกหลังการสอน
  - 1) ผลการสอน
  - 2) ปัญหา/อุปสรรค
  - 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

2.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่สร้างเสร็จเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมและความถูกต้องของสาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระการ เรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ/ แหล่งการเรียนรู้ และระยะเวลาที่ใช้ ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง เพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข โดยปรับปรุงการเขียนสาระสำคัญ แก้ไขคำผิดและภาษาที่ถูกต้อง เนื่องจาก ผู้วิจัยใช้ภาษาที่ไม่เป็นทางการในการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้ และปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้ บางขั้นตอนให้เหมาะสมกับเวลาในการทำกิจกรรม

2.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้ว ไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา ปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบแก้ไข

2.6 ปรับปรุงแผนการจัดการเรียนรู้ ตามคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน แล้วนำไปทดลองกับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

### 3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับหลักการสร้างแบบทดสอบ หลักการวัดและประเมินผลการเรียนการสอนคณิตศาสตร์

3.2 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย จากหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียนหรือตำราเรียนต่างๆ

3.3 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

3.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 50 ข้อ โดยให้สอดคล้องกับตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อให้ได้ข้อสอบที่มีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยหาดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 50 ข้อ และนำข้อเสนอนี้มาปรับปรุงแก้ไข

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ที่ผ่านการตรวจและแก้ไขจากอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญแล้ว ไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาครซึ่งผ่านการเรียนรู้เรื่อง ความคล้าย มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ไปตรวจให้คะแนน โดยให้คะแนน 1 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบถูก และให้ 0 คะแนน สำหรับข้อที่ตอบผิด ไม่ตอบ หรือตอบเกิน 1 คำตอบ

3.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (EVANA) จากนั้นเลือกแบบทดสอบจำนวนหนึ่งเฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย (p) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป ที่ครอบคลุมจุดประสงค์การ

เรียนรู้ คัดเลือกตามเกณฑ์และตัดข้อที่คล้ายกันโดยยังคงครอบคลุมหลักสูตร ได้ 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.30 – 0.76 และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 – 0.83

3.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 25 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนโดยใช้การหาค่าความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์ริชาร์ดสัน (Kuder-Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542: 228) ซึ่งได้ค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.77 นำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

3.10 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

#### 4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

การวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เป็นแบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 5 ข้อ มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

4.1 ศึกษาเนื้อหา และจุดประสงค์การเรียนรู้ของวิชาคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย จากหลักสูตร คู่มือครู แบบเรียนหรือตำราเรียนต่างๆ

4.2 สร้างตารางวิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

4.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 แบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ และใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) ซึ่งผู้วิจัยปรับปรุงมาจากแนวคิดและเกณฑ์การประเมินวัดทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546: 121-123) และจิตติษฐ์ ลออบักษิณ (2550: 183) ซึ่งกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังตารางต่อไปนี้

ตาราง 2 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 : ดีมาก	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมเหตุสมผล แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 : ดี	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องหรือเกือบสมบูรณ์
2 : พอใช้	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วนหรือไม่ถูกต้อง
1 : ควรแก้ไข	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล และสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง
0 : ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ ไม่ได้แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือไม่ได้ทำ

4.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ พร้อมเกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโท และผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องและความเหมาะสมเชิงเนื้อหา เพื่อหาดัชนีความสอดคล้องแต่ละข้อ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยคัดเลือกข้อที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป ซึ่งได้ข้อคำถามที่มีค่า IOC เท่ากับ 1.00 จำนวน 10 ข้อ

4.5 นำแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ได้ปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทตรวจสอบความถูกต้องอีกครั้ง แล้วนำไปทดลองกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ซึ่งผ่านการเรียนรู้เรื่อง ความคล้าย มาแล้ว จำนวน 100 คน เพื่อหาคุณภาพของแบบทดสอบ

4.6 นำผลการสอบที่ได้มาตรวจให้คะแนน มีเกณฑ์การให้คะแนน โดยตรวจเป็นรายข้อ ดังนี้

4 คะแนน เมื่อ อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมเหตุสมผล แสดงขั้นตอนประกอบการให้ เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์

3 คะแนน เมื่อ อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องหรือเกือบสมบูรณ์

2 คะแนน เมื่อ อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง เพียงบางส่วน และสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วนหรือไม่ถูกต้อง

1 คะแนน เมื่อ อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการ หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล และสรุป คำตอบได้ไม่ถูกต้อง

0 คะแนน เมื่อ ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ ไม่ได้แสดงขั้นตอน ประกอบการให้เหตุผล ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือไม่ได้ทำ

4.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อ เพื่อหาค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) และ ค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอันดับของวิทนีและซาเบอร์ส (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970) โดยเลือกแบบทดสอบ เฉพาะข้อที่มีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) ระหว่าง 0.20-0.80 และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกตามเกณฑ์และตัดข้อที่คล้ายกันโดยยังคงครอบคลุมหลักสูตรจำนวน 5 ข้อ มีค่าความ ยากง่าย ( $P_E$ ) ตั้งแต่ 0.42 – 0.52 และมีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ตั้งแต่ 0.56 – 0.85

4.9 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ หาความเชื่อมั่นของการตรวจให้ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยอีก 1 คน ตรวจให้ คะแนนแบบทดสอบตามเกณฑ์ จากนั้นนำคะแนนของผู้วิจัยและผู้ช่วยวิจัยมาหาค่าสัมประสิทธิ์ สหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 312) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของการให้ คะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 0.94 แสดงว่าการตรวจให้คะแนน ตามเกณฑ์ที่กำหนดมีความเชื่อถือได้

4.10 นำแบบทดสอบที่คัดเลือกแล้วจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์ สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ที่ไม่ใช่กลุ่ม ตัวอย่าง จำนวน 100 คน เพื่อหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) (ลัวัน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218) โดยได้ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบอันดับ เท่ากับ 0.93 แล้วนำเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทก่อนนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

4.11 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างสำหรับการวิจัยต่อไป

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแบบแผนการวิจัย คือ ทดสอบก่อนและหลังการทดลอง โดยใช้รูปแบบการวิจัยแบบ One-Group Pretest-Posttest Design (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2538ก: 249)

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest-Posttest Design

กลุ่ม	สอบก่อน	ทดลอง	สอบหลัง
E	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง

E	แทน	กลุ่มทดลอง
X	แทน	การจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
T <sub>1</sub>	แทน	การสอบก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Pre-test)
T <sub>2</sub>	แทน	การสอบหลังได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต (Post-test)

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตัวเองโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงเดือนกุมภาพันธ์ – เดือนมีนาคม
2. ชี้แจงรายละเอียดและข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และปฏิบัติตามได้อย่างถูกต้อง
3. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น

จำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

#### 4. ทำการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์

ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

5. เก็บข้อมูลผลการเรียนรู้ด้านความรู้ระหว่างเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อยหลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

6. เมื่อทำการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ อีกครั้ง และบันทึกผลการทดลองให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

7. ตรวจสอบให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

## การจัดกระทำและการวิเคราะห์ข้อมูล

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนทุกหน่วย โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

### สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

#### 1. สถิติพื้นฐาน

1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา  
สายยศ. 2538ก: 73)

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

เมื่อ	$\bar{X}$	แทน	คะแนนเฉลี่ย
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation) โดยคำนวณจากสูตร  
(ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2538ก: 79)

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

เมื่อ	S	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	$(\sum X)^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละตัวยกกำลังสอง
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

#### 2. สถิติเพื่อหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาดัชนีความเที่ยงตรงของเนื้อหาที่จะนำมาพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์  
ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์  
และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ  
อังคณา สายยศ. 2543: 248-249)



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

เมื่อ	IOC	แทน	ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์
	$\sum R$	แทน	ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
	N	แทน	จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อน โดยใช้เทคนิค 27% ของการจำแนกกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำ แล้วตรวจสอบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป (EVANA)

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

เมื่อ	p	แทน	ค่าความยากง่าย
	R	แทน	จำนวนนักเรียนที่ทำข้อสอบข้อนั้นถูก
	N	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

$$r_{p.bis} = \frac{\bar{X}_p - \bar{X}_f}{s_t} \cdot \sqrt{pq}$$

เมื่อ	$r_{p.bis}$	แทน	ค่าอำนาจจำแนก
	$\bar{X}_p$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นถูก
	$\bar{X}_f$	แทน	คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ทำข้อนั้นผิด
	$s_t$	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	p	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นถูก
	q	แทน	สัดส่วนของนักเรียนที่ทำข้อนั้นผิด หรือ 1-p

2.3 หาค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบอัตนัยของวิทนี้อย์และซาเบอร์ส ซึ่งแบ่งกลุ่มนักเรียนที่เข้าสอบออกเป็นกลุ่มเก่งและกลุ่มอ่อนโดยใช้เทคนิค 25% ของนักเรียนที่เข้าสอบทั้งหมด แล้วแทนค่าในสูตร (ลัวัน สายยศ; และ อังคณา สายยศ. 2543: 199-201; อ้างอิงจาก Whitney; & Sabers. 1970)

$$P_E = \frac{S_U + S_L - (2NX_{\min})}{2N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$P_E$	แทน	ดัชนีค่าความง่าย
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

$$D = \frac{S_U - S_L}{N(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ	$D$	แทน	ดัชนีค่าอำนาจจำแนก
	$S_U$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มเก่ง
	$S_L$	แทน	ผลรวมคะแนนของนักเรียนกลุ่มอ่อน
	$X_{\max}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด
	$X_{\min}$	แทน	คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำสุด
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์แบบปรนัย โดยใช้สูตร KR-20 (ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. 2542: 228)

$$r_{tt} = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_t^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบถูกต้องผู้เข้าสอบทั้งหมด ( $n$ )
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ตอบผิดต่อผู้เข้าสอบทั้งหมด ( $n$ ) หรือ = $1-p$
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งหมด

2) หาค่าความเชื่อมั่นของแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยใช้การคำนวณค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2543: 218)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s^2} \right\}$$

เมื่อ	$\alpha$	แทน	สัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น
	$k$	แทน	จำนวนข้อสอบ
	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$s^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนของข้อสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ
	$\sum X_i$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่ i
	$\sum X_i^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่ i
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

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

เมื่อ	$s_i^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ
	$\sum X^2$	แทน	ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง
	$N$	แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.5 หาค่าความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน (ชูศรี วงศ์รัตน์. 2553: 312)

$$r_{XY} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	$r$	แทน	ความเชื่อมั่นของการตรวจให้คะแนน
-------	-----	-----	---------------------------------

$\sum X$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
$\sum Y$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
$\sum X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยแต่ละตัว ยกกำลังสอง
$\sum Y^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัยแต่ละตัว ยกกำลังสอง
$\sum XY$ แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
$N$ แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

2.6 หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยคำนวณจากสูตร ดังนี้ (เสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต. 2528: 56-57)

โดย	จากสูตร	$\frac{E_1}{E_2}$
		$E_1 = \frac{\left[ \frac{\sum X}{n} \right]}{A} \times 100$
และ		$E_2 = \frac{\left[ \frac{\sum F}{n} \right]}{B} \times 100$
เมื่อ	$E_1$ แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากแบบฝึกหัดระหว่างการทดลองสอน
	$E_2$ แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากแบบทดสอบหลังการทดลองสอน
	$\sum X$ แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการแบบฝึกหัดทำยบทเรียน
	$\sum F$ แทน	คะแนนรวมของนักเรียนจากการทำแบบทดสอบหลังการเรียน
	$n$ แทน	จำนวนนักเรียนที่เข้าสอบ
	$A$ แทน	คะแนนเต็มของแบบแบบฝึกหัดทำยบทเรียน
	$B$ แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

### 3. สถิติที่ใช้ทดสอบสมมติฐาน

3.1 ใช้สถิติ t-test for Dependent Samples เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ และแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 248)

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	$\sum D$	แทน	ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
	$(\sum D)^2$	แทน	ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างจำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างคะแนนก่อน และหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

3.2 ใช้สถิติ t-test for One Sample เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. 2540: 240)

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; df = n-1$$

เมื่อ	t	แทน	ค่าที่ใช้พิจารณาใน t-Distribution
	$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
	$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ( $\mu_0 \geq 65\%$ )
	s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลผลจากการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูล เพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ต่างๆ ในการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
K	แทน	คะแนนเต็มของแบบทดสอบ
$\bar{X}$	แทน	ค่าเฉลี่ยของคะแนน
s	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
$E_1$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากแบบฝึกหัดระหว่างการทดลองสอน
$E_2$	แทน	ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในบทเรียนคิดเป็นร้อยละจากแบบทดสอบหลังการทดลองสอน
$\mu_0$	แทน	ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65 ของคะแนนเต็ม)
t	แทน	ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลความหมายผลของการวิเคราะห์ข้อมูลในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยนำเสนอตามลำดับขั้นของสมมติฐาน ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยย่อยกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนทุกหน่วยย่อย โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามแผนการทดลองแบบ One-Group Pretest - Posttest Design ข้อมูลที่ได้สามารถแสดงค่าสถิติ โดยจำแนกตามตัวแปรที่ศึกษา ได้ดังนี้

1. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ผลปรากฏดังตาราง 4

ตาราง 4 ผลการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต	เกณฑ์ 80/80	
	$E_1$	$E_2$
หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน	84.14	81.72
หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน	82.41	80.52
หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้	80.39	80.00
เฉลี่ย	82.31	80.75

จากตาราง 4 พบว่า ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ทั้ง 3 เรื่อง มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่าเฉลี่ย 82.31/80.75 เมื่อพิจารณาเป็นรายหน่วยย่อยพบว่า หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน มีประสิทธิภาพ 84.14/81.72 หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน ประสิทธิภาพ 82.41/80.52 และหน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้ มีประสิทธิภาพ 80.39/80.00

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 5

ตาราง 5 การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	29	25	9.17	2.27	20.33**
หลังการทดลอง	29	25	19.59	2.83	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 28)} = 2.467$ )

จากตาราง 5 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples ผลปรากฏดังตาราง 6



ตาราง 6 การเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ  
เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	t
ก่อนการทดลอง	29	20	5.31	0.54	38.97**
หลังการทดลอง	29	20	15.00	1.69	

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 28)} = 2.467$ )

จากตาราง 6 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต  
เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample  
ผลปรากฏดังตาราง 7

ตาราง 7 เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

การทดสอบ	n	K	$\bar{X}$	s	$\mu_0(65\%)$	t
หลังการทดลอง	29	20	15.00	1.69	13	6.37**

\*\* มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ( $t_{(.01, 28)} = 2.467$ )

จากตาราง 7 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียน  
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมี  
ค่าเฉลี่ย 15.00 คิดเป็นร้อยละ 75

## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ให้มีคุณภาพ โดยมีความมุ่งหมายเฉพาะ ดังนี้

1. สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามเกณฑ์ 80/80
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ที่กำหนด (ร้อยละ 65)

#### สมมติฐานในการวิจัย

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน
2. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียน
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65

## วิธีดำเนินการวิจัย

### กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 29 คน กลุ่มตัวอย่างได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit) สุ่มมา 1 ห้องเรียน เนื่องจากโรงเรียนได้จัดห้องเรียนโดยความสามารถของนักเรียน

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
2. แผนการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
3. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3
4. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย สำหรับชั้นนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3

### การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองตามขั้นตอนต่อไปนี้

1. ขอความร่วมมือโรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยครั้งนี้โดยผู้วิจัยดำเนินการสอนด้วยตัวเองโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในช่วงเดือนมกราคม – เดือนมีนาคม
2. ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 3 คน เพื่อดูความเหมาะสมและข้อบกพร่องในด้านเนื้อหาและการนำเสนอ ด้านภาษาและตัวอักษร ด้านกราฟิก และพื้นหลัง โดยการสัมภาษณ์ จากนั้นนำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

3. ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ได้รับการปรับปรุงแก้ไขเรียบร้อยแล้วกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 9 คน เพื่อนำผลที่ได้มากำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างและไม่เคยเรียนเนื้อหานี้มาก่อน ซึ่งมีระดับความสามารถทางการเรียนคณิตศาสตร์แตกต่างกัน คือ เก่ง ปานกลาง และอ่อน จำนวน 30 คน เพื่อนำผลที่ได้มาหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ที่กำหนด และเป็นการทดลองเพื่อหาข้อบกพร่องครั้งที่ 2

5. ดำเนินการทดลองบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 29 คน เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ตามเกณฑ์ 80/80 โดยดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

5.1. ชี้แจงรายละเอียดและข้อตกลงเบื้องต้นในการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย เพื่อให้ นักเรียนทุกคนได้เข้าใจตรงกัน และปฏิบัติตนได้อย่างถูกต้อง

5.2. นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ ไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี ซึ่งเป็นกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 29 คน แล้วบันทึกคะแนนกลุ่มตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบครั้งนี้ เป็นคะแนนทดสอบก่อนเรียน (Pretest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบก่อนเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

5.3. ทำการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้เวลาการสอน 15 คาบ คาบละ 50 นาที

5.4. เก็บข้อมูลผลการเรียนรู้ด้านความรู้ระหว่างเรียน โดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบย่อยหลังจากเรียนจบในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

6. เมื่อทำการทดลองโดยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ครบแล้ว ให้นักเรียนทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้นจำนวน 25 ข้อ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นจำนวน 5 ข้อ อีกครั้ง และบันทึกผลการทดลองให้เป็นคะแนนหลังเรียน (Posttest) โดยใช้เวลาในการดำเนินการทดสอบหลังเรียนเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ รวม 100 นาที

7. ตรวจสอบให้คะแนน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อทดสอบสมมติฐาน

#### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. หาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยหาความสัมพันธ์ระหว่างคะแนนที่ได้จากการทำแบบฝึกหัดระหว่างเรียนในแต่ละหน่วยการเรียนกับคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบหลังเรียนจบบทเรียนทุกหน่วย โดยคิดคะแนนเป็นร้อยละ จากนั้นนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบและหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80

2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

3. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

4. เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

## สรุปผลการวิจัย

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีคุณภาพดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 82.31/80.75
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 โดยมีค่าเฉลี่ย 15.00 คิดเป็นร้อยละ 75

## อภิปรายผล

จากการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 โดยมีค่า 82.31/80.75 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ กัลยากร อนุฤทธิ์ (2550: 61-64) ได้พัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 และ สุบิน ยมบ้านกวย (2550: 131-134) ได้พัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

1.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ออกแบบและพัฒนาขึ้นอย่างเป็นระบบ คือได้นำหลักและขั้นตอนของดิลลอน และจู้ (Dillon; & Zhu 1997: 221-224) ฮิรูมิ และเบอร์มูเดส (Hirumi; & Bermudez. 1996: 1-16) และปทีป เมธาคณวุฒิ (2540: 37) มาปรับใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยมีการแบ่งเนื้อหาออกเป็น 3 เรื่อง คือ รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน รูปสามเหลี่ยมที่

คล้ายกัน และการนำไปใช้ ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ของ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้รับการทดสอบและปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีประสิทธิภาพมากที่สุด ซึ่ง สอดคล้องกับแนวคิดของเสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 284-285) ที่ได้นำเสนอแนวทางในการ ประเมินประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไว้ คือ การ กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิธีการ คำนวณหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ขั้นตอน การทดลองหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และ สอดคล้องกับแนวคิดของฉลองชัย สุรวัฒนสมบูรณ์ (2528: 215) ซึ่งได้กำหนดเกณฑ์การยอมรับ ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตได้นำสื่อต่างๆ เข้ามาในบทเรียนที่มีลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) การ นำเสนอเนื้อหา การเชื่อมโยงข้อมูล (Link) ในรูปแบบของสื่อประสมเป็นที่น่าสนใจ ทำให้ผู้เรียนมี ความกระตือรือร้นในการเรียนและเรียนรู้ได้ตลอดเวลาในทุกสถานที่ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2544: 87) ที่ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีปัจจุบันกับกระบวนการออกแบบการ เรียนการสอน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางการเรียนรู้และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่ และเวลา โดยการสอนบนเว็บจะประยุกต์ใช้คุณสมบัติและทรัพยากรของเว็ลต์ไวด์เว็บ ในการจัด สภาพแวดล้อมที่ส่งเสริมและสนับสนุนการเรียนการสอน

1.3 ในการออกแบบเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ตได้เป็นการออกแบบซึ่งใช้ประโยชน์ของการเรียนการสอนบนเว็บในด้านการมี ปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วยกัน หรือผู้สอน คือมีการพูดคุย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น และการอภิปราย ร่วมกัน และการมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในเนื้อหา คือ การทำแบบฝึกหัด หรือการทำแบบทดสอบ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2544: 88-89) และปรัชญนันท์ นิลสุข (2543: 53-56)

1.4 ในการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้วิจัยได้ทำการทดลองทั้งหมด 3 ครั้ง ซึ่งเป็นการหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของเสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 284-285) ซึ่งเป็นการนำบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ไปทดลองเพื่อหาจุดบกพร่องเบื้องต้น และทำ

การปรับปรุงแก้ไข แล้วจึงทำการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในครั้งสุดท้ายได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

1.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ได้มีการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างก่อนที่จะนำมาทดลองใช้จริงจึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และผลจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างสรุปได้ดังนี้

1.5.1 การเชื่อมโยงข้อมูล (Link) ไปยังส่วนต่างๆ ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตยังไม่สมบูรณ์

1.5.2 ตัวอักษรในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีขนาดไม่พอดี คือมีขนาดเล็กหรือใหญ่เกินไป

1.5.3 รูปภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีการเคลื่อนที่ตำแหน่งไปทับตัวอักษรหรือปุ่มเชื่อมโยง

1.5.4 เนื้อหาของบทเรียนยังมีข้อผิดพลาด รูปภาพไม่สอดคล้องกับเนื้อหา

1.5.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ควรเพิ่มแหล่งการเรียนรู้ภายนอก เช่น การเชื่อมโยง (Link) ไปยังเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง และควรเชื่อมโยง (Link) ไปยังเกมทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

เมื่อผู้วิจัยได้รู้ถึงข้อบกพร่อง หรือจุดผิดพลาดของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต จึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำก่อนจะนำไปทดลอง

จากที่กล่าวมา พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นบทเรียนที่มีการหาประสิทธิภาพของบทเรียนตามหลักวิชาการ ซึ่งมีลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) ที่แก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดทางด้านสถานที่และเวลา เป็นสื่อการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กัน ทั้งผู้เรียนด้วยกัน ผู้เรียนกับผู้สอน อีกทั้งยังมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนในด้านเนื้อหา ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง

## 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของสุบิน ยมบ้านกวย



(2550: 131-134) ที่พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

2.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการนำเสนอในลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) การออกแบบกราฟิกให้ความน่าสนใจ การนำเสนอเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน และระหว่างการเรียนรู้ ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดปณฑพร โจทย์กิ่ง (2530: 34-35) ความสนใจ แรงจูงใจ เจตคติและค่านิยม และปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนผู้สอน มีอิทธิพลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

2.2 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นได้ผ่านการปรับปรุงแก้ไข และตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญ ทั้งด้านเนื้อหาทางคณิตศาสตร์ ด้านการวัดผลประเมินผล และผ่านการหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย มีความเหมาะสมทั้งด้านเนื้อหา เวลา และการวัดผลประเมินผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของคาร์รอลล์ (Carroll. 1963: 723-733) ที่ว่า เวลาและคุณภาพของการสอนมีผลโดยตรงต่อปริมาณความรู้ของนักเรียน

ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนสูงขึ้น

3. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการนำเสนอในลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) มีการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของเสาวนีย์ ลิกขาบัณฑิต (2528: 284-285) มีการออกแบบกราฟิกให้ความน่าสนใจ การนำเสนอเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างการเรียนรู้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันอย่างสม่ำเสมอ และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาสอดคล้องกับแนวคิดของถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2544: 88-89) มีกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่ส่งเสริมและพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการคิดอย่างมีระบบ และมีเหตุผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของกรมวิชาการ (2544: 195-196) เกี่ยวกับองค์ประกอบหลักที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถคิดอย่างมีเหตุผล และรู้จักให้เหตุผลมีดังนี้ 1) ให้

ผู้เรียนได้พบกับโจทย์หรือปัญหาที่ผู้เรียนสนใจ เป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของผู้เรียนที่จะคิด และให้เหตุในการหาคำตอบได้ 2) ให้ผู้เรียนมีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง 3) ผู้สอนช่วยสรุปและชี้แจงให้ผู้เรียนเข้าใจว่า เหตุผลของผู้เรียนถูกต้องตามหลักเกณฑ์หรือไม่ ขาดตกบกพร่องอย่างไร และมีการประเมินผลการให้เหตุผลตามหลักการของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547: 50-52) คือ ประเมินความสามารถในการให้เหตุผลในด้านต่อไปนี้ 1) การใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล 2) การใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์สร้างข้อความคาดเดาส่ิงที่เกิดขึ้น 3) การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์ และ 4) การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์ ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงมีผลทำให้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงขึ้น

4. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ทั้งนี้เนื่องมาจาก

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นการนำเสนอในลักษณะเป็นสื่อหลายมิติ (Hypermedia) มีการหาประสิทธิภาพตามขั้นตอนการวิจัยและพัฒนาของเสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต (2528: 284-285) มีการออกแบบกราฟิกให้ความน่าสนใจ การนำเสนอเนื้อหาที่มีความสัมพันธ์กัน ระหว่างการเรียนรู้ผู้เรียนมีการปฏิสัมพันธ์กันอย่างสม่ำเสมอ และแก้ปัญหาในเรื่องข้อจำกัดด้านสถานที่และเวลาสอดคล้องกับแนวคิดของถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลาหจรัสแสง (2544: 88-89) มีกิจกรรม แบบฝึกหัด และแบบทดสอบ ที่พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียน คือ มีการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาการคิดของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง ผู้สอนเป็นผู้มีบทบาทสำคัญในการสนับสนุนและส่งเสริมการพัฒนาทางด้านความคิดของนักเรียนในการเรียนคณิตศาสตร์มีความจำเป็นต้องมีความหมายกับตัวผู้เรียน ซึ่งผู้สอนส่งเสริมให้ผู้เรียนได้สำรวจ ให้เหตุผล และคิดแก้ปัญหามากกว่าการเรียนโดยการจำกฎเกณฑ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์เท่านั้น ผู้เรียนต้องสร้าง (Construct) ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์โดยการคิดด้วยตนเอง และค้นหาคำตอบซึ่งมีความหมายสำหรับตัวเขา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดเกี่ยวกับพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลของนักเรียนของนภเนตร ธรรมบวร (2544: 69) ด้วยเหตุนี้ จึงมีผลทำให้ ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนสูงกว่าเกณฑ์

## ข้อสังเกตจากการวิจัย

จากการวิจัย ผู้วิจัยได้พบข้อสังเกตบางประการจากการวิจัย ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่พัฒนาขึ้นต้องใช้เทคโนโลยีหลายด้าน ทั้งด้านโปรแกรม ด้านการเชื่อมโยงข้อมูล ด้านกราฟิก และด้านมัลติมีเดีย ปัญหาที่พบคือ การแสดงผลเนื้อหาโดยใช้ เบราเซอร์ (Browser) ไม่สมบูรณ์ เช่น เมื่อผู้เรียนเปิดใช้อินเทอร์เน็ตพร้อมๆ กันทั้งห้อง จะทำให้เกิดปัญหาด้านการแสดงผลเนื้อหา การแสดงภาพเคลื่อนไหว และการแสดงภาพนิ่ง

2. การเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ในการใช้ห้องสนทนา (Chat-Room) ผู้เรียนจะต้องสมัครเป็นสมาชิกของบล็อก และจะต้องเข้าสู่ระบบ (Login) เท่านั้น จึงจะสามารถแสดงความคิดเห็น และสามารถร่วมอภิปรายกับเพื่อนร่วมห้อง หรือผู้สอนได้ ซึ่งนักเรียนบางคนไม่สมัครสมาชิก หรือไม่ได้เข้าสู่ระบบ จึงไม่สามารถแสดงความคิดเห็น และร่วมอภิปรายได้

3. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย ทำให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น เนื่องจากบทเรียนมีภาพเคลื่อนไหว มีสีสันที่น่าสนใจ มีตัวอักษรที่ขนาดขนาดพอดีให้อ่านชัดเจน มีภาพประกอบที่น่าสนใจ เข้าใจง่ายและสอดคล้องกับเนื้อหา มีการเชื่อมโยงหลายมิติ จึงส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

4. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย มีการเชื่อมโยง (Link) เกมคณิตศาสตร์ที่ส่งเสริมและพัฒนาการให้เหตุผลของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดความเพลิดเพลิน สนุกสนาน ไม่เบื่อหน่าย ไม่เครียดกับการเรียน ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

5. การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย มีการให้ผลย้อนกลับและการเสริมแรงแก่ผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนทราบถึงข้อผิดพลาดของตนเอง และทำให้ผู้เรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดเหล่านั้น

6. ในการทำแบบฝึกหัด ผู้เรียนบางคนขาดทักษะการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำได้ล่าช้า ทำให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดได้ช้าไปด้วย ซึ่งจะ ทำให้เสียเวลามาก

7. ผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องความคล้าย ซึ่งสังเกตได้จากคำถามที่

นักเรียนร่วมสนทนาในกระดานสนทนา จึงทำให้ผู้เรียนไม่ค่อยเข้าใจในเนื้อหาบางเรื่อง และเกิดความล้าช้าในการเรียนรู้

### ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจจะเป็นประโยชน์ต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ และการศึกษาครั้งต่อไป ดังนี้

#### ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. ก่อนการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีการจัดอบรมหรือชี้แจงขั้นตอนการศึกษบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตให้ผู้เรียนเข้าใจอย่างชัดเจนก่อน เพราะถ้าผู้เรียนไม่เข้าใจขั้นตอนการศึกษา และการปฏิบัติกิจกรรมต่างๆ อาจส่งผลให้การเรียนรู้เป็นไปอย่างล้าช้า หรืออาจจะไม่ประสบผลสำเร็จได้

2. ก่อนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้สอนควรมีการตรวจสอบการทำงานของระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเสียก่อน เพราะเมื่อระบบอินเทอร์เน็ตไม่มีการเชื่อมต่อ หรือระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความล้าช้าจะทำให้การเรียนรู้โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความล้าช้าไปด้วย หรืออาจจะไม่ประสบผลสำเร็จได้

3. ผู้สอนควรมีการตรวจสอบความรู้เบื้องต้นทางด้านคอมพิวเตอร์และอินเทอร์เน็ตของผู้เรียนก่อนที่จะให้ผู้เรียนศึกษาด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการศึกษบทเรียน เพราะหากผู้เรียนไม่มีความสามารถทางด้านคอมพิวเตอร์ และอินเทอร์เน็ตดีพอ อาจทำให้การเรียนรู้เป็นไปได้อย่างล่าช้า หรืออาจไม่ประสบความสำเร็จได้

4. จากการทำแบบฝึกหัดแบบแสดงวิธีทำ ผู้เรียนบางคนขาดทักษะการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ และการพิมพ์สัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ทำได้ล่าช้า ทำให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัดได้ช้าไปด้วย ซึ่งจะทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นควรมีการจัดเตรียมแบบฝึกหัดในหลายๆ รูปแบบ ที่สะดวกต่อการตอบคำถาม เช่น แบบฝึกหัดแบบจับคู่ แบบฝึกหัดแบบเติมข้อความสั้นๆ และแบบฝึกหัดแบบถูกผิด เป็นต้น

5. เนื่องจากผู้เรียนขาดความรู้พื้นฐานในการเรียนเรื่องรูปเรขาคณิต สมบัติเกี่ยวกับ

ความเท่ากันทุกประการของรูปสามเหลี่ยมและสมบัติของเส้นขนาน เป็นต้น ดังนั้นควรมีการเชื่อมโยงเนื้อหาที่เกี่ยวข้องเหล่านั้น เพื่อให้ผู้เรียนได้ทบทวนและได้เรียนรู้เพิ่มเติม

### ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่นๆ เช่น ระบบจำนวนเต็ม เวกเตอร์ในสามมิติ ทฤษฎีกราฟ เบื้องต้น การแปลงทางเรขาคณิต ฯลฯ
2. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตโดยศึกษาดูตัวแปรอื่นๆ ที่เกี่ยวกับทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เช่น ทักษะในการแก้ปัญหา ทักษะการเชื่อมโยงความรู้ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น
3. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตร่วมกับการจัดการเรียนรู้ในรูปแบบอื่นๆ เช่น การจัดการเรียนรู้โดยใช้เกม การจัดการเรียนรู้โดยใช้การแก้ปัญหา การจัดการเรียนรู้โดยใช้สถานการณ์จำลอง การจัดการเรียนรู้โดยการสืบเสาะหาความรู้ เป็นต้น
4. ควรมีการวิจัยและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตในประเภทอื่นๆ เช่น ประเภทตัวเตอร์ ประเภทแบบฝึกหัด ประเภทเกมการศึกษา ประเภทการแก้ปัญหา เป็นต้น



บรรณานุกรม

## บรรณานุกรม

- กรมวิชาการ. (2544). *คู่มือการจัดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- . (2545). *คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์ (ร.ส.พ.).
- กฤษมันต์ วัฒนาณรงค์. (2542). การหาประสิทธิภาพบทเรียนCAI. *เทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา*. 6(1): 61-65.
- กัลยกร อนุฤทธิ์. (2550). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดีย เรื่อง บทประยุกต์ของสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- กิดานันท์ มลิทอง. (2536). *เทคโนโลยีการศึกษาร่วมสมัย*. กรุงเทพฯ: เอ็ดดิสันเพรส โปรดักส์.
- . (2540). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- . (2543). *เทคโนโลยีการศึกษาและนวัตกรรม*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ครรชิต มาลัยวงศ์. (2540). *ทัศนะไอที*. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: กองบริการสื่อสารสนเทศ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- จตุรงค์ ชันทเขตต์. (2549). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง เทคนิคการผลิตรายการโทรทัศน์การศึกษา ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาเทคโนโลยีสื่อสารการศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- จินดิษฐ์ ลอปกัณเณ. (2550). *การพัฒนาหลักสูตรเรขาคณิตวิยุค สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูง*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ฉวีวรรณ เศวตมาลย์ และคณะ. (2545). *ชุดปฏิบัติการเรียนรู้หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2544 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 4 ม.4 – ม.6*. กรุงเทพฯ: ,มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ฉลองชัย สุรวัฒนสมบุรณ์. (2528). *การเลือกใช้และการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

- ชูศรี วงศ์รัตน์ (2553). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย*. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ: ไทเนรมิตกิจ  
อินเตอร์ โพรเกสซิฟ.
- ไชยยศ เรืองสุวรรณ. (2533). *การเลือกและการใช้สื่อการสอน*. กรุงเทพฯ: วัฒนาพานิช.
- ณยศ สงวนสิน. (2547). *การสร้างชุดกิจกรรมปฏิบัติการคณิตศาสตร์โดยเทคนิคการสอนแบบ  
อุปนัย – นินัย เรื่อง พหุนาม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การ  
มัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ณัฐพงษ์ เจริญพิทย์. (2542). *การวัดผลการเรียนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาหลักสูตรและ  
การสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ถนอมพร (ตันพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. (2539, กรกฎาคม-กันยายน). *อินเตอร์เน็ตเพื่อการศึกษา*.  
*วารสารครู-ศาสตร์*. 25(1): 2-11.
- (2541ก). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: วงกลมโปรดักชั่น.
- (2541ข). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาโสต-ทัศนศิลป์ คณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- (2544, มกราคม-มิถุนายน). *การสอนบนเว็บ นวัตกรรมเพื่อคุณภาพการเรียนการสอน*.  
*วารสารศึกษาศาสตร์*. 28(1): 87-94.
- ทองกร ศรีบุญเรือง. (2552). *การพัฒนาเว็บเพจเพื่อการศึกษารายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง กำหนดการเชิงเส้น*. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา).  
กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ทักษิณา สวานานนท์. (2535). *คอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. กรุงเทพฯ: องค์การคำครุสภา.
- นภเนตร ธรรมบวร. (2544). *การพัฒนากระบวนการคิดในเด็กปฐมวัย*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์  
แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิพนธ์ สุขปรีดี. (2531, มิถุนายน-กรกฎาคม). *คอมพิวเตอร์และพฤติกรรมการเรียน*. *ส.ค.พ.ท.*  
*คอมพิวเตอร์*. 15(78): 24-28.
- นงนุช วรรณวหะ. (2538, มีนาคม). *คอมพิวเตอร์ช่วยในการเรียนการสอน*. *วารสารรามคำแหง*.  
15(3): 19-39.
- บุญเกื้อ คอราหาเวช. (2542). *นวัตกรรมการศึกษา*. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: SR Printing.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2537). *การพัฒนาการสอน*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุปผชาติ ทิพพิกรณ์. (2541). *เวิร์ดไวต์เว็บ เครื่องมือในการสร้างความรู้ การประชุมทางวิชาการ  
และเทคโนโลยี เรื่อง การเรียนการสอนวิทยาศาสตร์ที่เน้นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง*.  
กรุงเทพฯ: สมาคมวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการศึกษาไทย.
- ปกเกษตร ชนะโยธา. (2551). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และ  
ความพึงพอใจ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยี-  
การศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.



- ปณตพร โจทย์กิ่ง. (2530). การสร้างชุดการสอนของกลุ่มสร้างเสริมประสบการณ์ชีวิต เรื่อง ศาสนา สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 และเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยชุด การสอนกับการสอนปกติ โรงเรียนเชิงชุมราษฎร์ จังหวัดสกลนคร. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การสอนวิทยาศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. ถ่ายเอกสาร.
- ปทีป เมธาคุณวุฒิ. (2540). ข้อเสนอแนะในการจัดการเรียนการสอนทางไกลโดยการใช้การเรียน การสอนแบบเว็บเบสท์ ใน เอกสารประการการสอน วิชา 2710643 หลักสูตรและการ เรียนการสอนทางการอุดมศึกษา. กรุงเทพฯ: ภาควิชาอุดมศึกษา จุฬาลงกรณ์- มหาวิทยาลัย.
- ปรัชญนันท์ นิลสุข. (2543, เมษายน-มิถุนายน). นิยามเว็บช่วยสอน Definition of Web-Based Instruction. วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. 12(34): 53-56.
- พนิดา พานิชกุล. (2548). เทคโนโลยีสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์ แอนด์ คอนซัลท์.
- พลวัชร ปานทอง. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียร่วมกับเทคนิค การเรียนรู้แบบ TEAMS-GAMES-TOURNAMENT เรื่อง “ทฤษฎีบทพีทาโกรัส” ระดับ มัธยมศึกษาปีที่ 2. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ. คณะมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์. (2551). เทคโนโลยี สารสนเทศกับการเรียนรู้: GE 1122. พิมพ์ครั้งที่ 5. สมุทรปราการ: ศูนย์เทคโนโลยี การศึกษา มหาวิทยาลัยฯ.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์ สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอน. กรุงเทพฯ: ศูนย์ผลิตตำราเรียน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานิชย์ ไชยสวัสดิ์. (2540, กรกฎาคม-ธันวาคม). แนวทางในการพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์- ช่วยในการสอน. วารสาร มจร.วิชาการ. 1(1): 25-28.
- ยีน ภูววรรณ. (2539, กันยายน-ธันวาคม). ไซเบอร์แคมบัสเทคโนโลยีเพื่อการเรียนการสอน. วารสารศึกษาศาสตร์ปริทัศน์. 11(3): 26-31.
- ระพีพัฒน์ แก้วอ่ำ. (2553). กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความน่าจะเป็น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (คณิตศาสตร์). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- รุ่งฤดี ลุ่มร้อย. (2546). ชุดสื่อประสมเพื่อการพัฒนาความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหา คณิตศาสตร์ เรื่อง สมการ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนต่ำ. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- ฤทธิชัย อ่อนมิ่ง. (2546). สารานุกรมศึกษาศาสตร์. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ; และอังคณา สายยศ. (2538ก). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- (2538ข). เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2540). สถิติวิทยาทางการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- (2541). เทคนิคการสร้างและสอบข้อสอบความถนัดทางการเรียน. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- (2543). เทคนิคการวัดผลการเรียนรู้. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ชมรมเด็ก.
- วรรณ พิมพ์พันธุ์. (2553). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมัลติมีเดีย ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เรื่องพื้นฐานทางเรขาคณิต สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วัชรภรณ์ สุริยาภิวัดน์. (2553). คอมพิวเตอร์เบื้องต้นและเทคนิคการเขียนโปรแกรม. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วิวัฒน์ มีสุวรรณ. (2551). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนผ่านเครือข่ายไร้สายบนเครื่องช่วยงานส่วนบุคคลแบบดิจิทัล (PDA). ปรินทิพธ์ กศ.ด. (เทคโนโลยีการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน นวัตกรรมเพื่อการศึกษา. กรุงเทพฯ: วี. เจ. พรินติ้ง.
- ศรีไพร ศักดิ์รุ่งพงศากุล. (2544). เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ด-ยูเคชั่น.
- ศศิธร บุญภาพ. (2548). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง แสงเชิงฟิลิกส์ สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จังหวัดสระแก้ว. ปรินทิพธ์ กศ.ม. (วิทยาศาสตร์ศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- ศุภกิจ เฉลิมวิสุตม์กุล. (2546). สารการเรขาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ช่วงชั้นที่ 4 เล่ม 1. กรุงเทพฯ: แม็ค.
- ศุภนิมิต อินบรรเลง. (2551). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง งานจัดดอกไม้สด กลุ่มสาระการเรียนรู้การงานอาชีพและเทคโนโลยี สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 2. สารนิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยีศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.

- สมควร จำเริญพัฒน์. (2552, กันยายน-ธันวาคม). รูปแบบความสัมพันธ์เชิงสาเหตุของปัจจัยที่ส่งผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาภาพสินธุ์ เขต 2. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. 3(3): 69-77.
- สมควร ปานโม. (2545). การสร้างชุดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบบบูรณาการเชิงเนื้อหาเกี่ยวกับวิชาชีพ เรื่อง เซต ระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูงปีที่ 1(ปวส. 1) ภาควิชาเกษตรกรรม. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี. (2538). เทคโนโลยีสารสนเทศที่เป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาประเทศ. กรุงเทพฯ: คณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- สมวงษ์ แปลงประสพโชค. (2544). การให้เหตุผล. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: Learn and Play MATHGROUP.
- สกวรัตน์ จงพัฒนาการ. (2551). วิทยาการคอมพิวเตอร์และสารสนเทศ. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2555). คำสถิติพื้นฐานผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาติ ขั้นพื้นฐาน (O-NET) ช่วงชั้นที่ 3 (ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3) ประจำปีการศึกษา 2554. สืบค้นเมื่อ 16 พฤษภาคม 2555, จาก <http://www.onetresult.niets.or.th/AnnouncementWeb/Login.aspx>
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ครุสภา.
- (2546). คู่มือการวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: หน่วยการพิมพ์สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.
- (2547). การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: รากขวัญ.
- (2551). ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ .พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: ส เจริญการพิมพ์.
- สท้าน เขตวิทย์. (2548). บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง คู่อันดับและกราฟ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1. สารนิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สรรรัชต์ ห่อไพศาล. (2544). นวัตกรรมและการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเพื่อการศึกษาในสหสวรรค์ใหม่: กรณีการจัดการเรียนการสอนผ่านเว็บ. ศรีปทุมปริทัศน์. 1(2): 93-104.
- สำนักคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์. (2547). สารที่ควรเพิ่มและควรลดและข้อคิด การจัดกิจกรรมคณิตศาสตร์ในยุคปฏิรูป. กรุงเทพฯ: รากขวัญ.

- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2553). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2540). *ทฤษฎีการเรียนรู้แบบมีส่วนร่วม*. กรุงเทพฯ: ไอเดียสแควร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2545). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ.2542 และแก้ไขเพิ่มเติม (ฉบับที่ 2) พ.ศ.2545*. กรุงเทพฯ: สำนักนายกรัฐมนตรี.
- สิริลักษณ์ ธีรธนากุล. (2544). *E-Education*. กรุงเทพฯ: คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- สิริวรรณ จันทร์งาม. (2548). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามรูปแบบการสอนโดยใช้สิ่งช่วยจัดมโนทัศน์ล่วงหน้า (ADVANCE ORGANIZER MODEL) เรื่อง ปริมาตรและพื้นที่ผิว ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุขุม เฉลยทรัพย์; และคณะ. (2548). *เทคโนโลยีสารสนเทศเพื่อชีวิต*. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- สุชีราพร ปากน้ำ. (2547). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตวิชาไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ เบื้องต้น หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2545 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (อุตสาหกรรมการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุดใจ โสฬหวิชัย. (2542). *ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับคอมพิวเตอร์*. นครราชสีมา: โปรแกรมวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏนครราชสีมา.
- สุทธิพร จิตต์มิตรภาพ. (2539). *สื่อคอมพิวเตอร์เพื่อการศึกษา*. *วิทยาวิวัฒน์*. 1(3): 8-10.
- สุบิน ยมบ้านกวย. (2550). *การพัฒนาบทเรียน e-Learning แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง ความน่าจะเป็นสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินญาณิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- สุศักดิ์ หลาบมาลา. (2543, ธันวาคม). *การใช้คอมพิวเตอร์ในห้องเรียน*. *วิทยาจารย์*. 9(9): 7-15.
- เสาวนีย์ สิกขาบัณฑิต. (2528). *เทคโนโลยีทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ภาควิชาครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- อติพร หวังวัชรกุล. (2543). *เครือข่ายโรงเรียนและเว็บไซต์สำหรับเด็ก*. กรุงเทพฯ: สำนักงานเลขาธิการคณะกรรมการเทคโนโลยีสารสนเทศแห่งชาติ.
- อัครยา สังขจันทร์. (2543). *การสอนเพื่อพัฒนาการใช้เหตุผล*. *คู่มือการเรียนการสอนการคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ คณะกรรมการส่งเสริมการเรียนการสอนเน้นการพัฒนาความคิดวิเคราะห์หรือวิจารณ์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- อัญชนา โพธิพลกร. (2545). *การพัฒนาชุดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่เน้นการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนแบบร่วมมือ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การมัธยมศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- อัมพร ม้าคนอง. (2553). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์. การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อารีสา ฉัตรกิจวรรณ. (2529). *รากฐานเรขาคณิตศาสตร์*. สงขลา: ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- อารีย์ คงสวัสดิ์. (2544). *การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเชื่อในการเรียนคณิตศาสตร์กับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม.(การวัดผลการศึกษา). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ. ถ่ายเอกสาร.
- เอกวิทย์ แก้วประดิษฐ์. (2546, มกราคม-มิถุนายน). *สื่ออิเล็กทรอนิกส์. วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ*. 2(2): 37-57.
- Baroody, Arthur J. (1993). *Problem Solving, Reasoning, and Communicating, K-8 Helping Children Think Mathematically*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Brandt, Ron. (1984, September). *Teaching of Thinking , for Thinking , about Thinking*. *Educational Leadership*. 42(1): 3.
- Bump. (2004). *The effect of a computer multimedia interactive mathematics program on the mathematics achievement of developmental mathematics college students*. Retrieved August 19, 2006, from <http://www.proquest.Umi.com>
- Carroll, J.B. (1963,May). *A Model of School Learning*. *Teacher College Record*. 64(2): 728-733.
- Chang, Yung-Sheng. (2003). *Learner Intentions to Adopts Web-based Instruction in a Selected Public Technological in instruction of Higher Education in Taiwan China*. Retrieved February 11, 2004, from <http://www.lib.umi.com/dissertation/fullcit/3100579>
- Dillon, A.; & Zhu,E. (1997). *Designing web-based instruction: a human-computer interaction perspective*. In Badrul H. Khan (Ed.), *Web-based instruction* (pp. 221-224).
- Doherty, A. (1998). *The Internet: Destined to Become a Passive Surfing Technology?*. *Educational Technology*. 38 (5) (Sept-Oct 1998): 61-63.
- Driscoll, M. (1997, April). *Defining internet-based and web-based training*. *Performance improvement*. 36(4): 5-9.

- Duchastel, Philip; & Spanh, Sue. (1996). *Design for Web Based Learning*. Retrieved June 20, 2011, from <http://duchastel.com/users/pcd/papers/web-basedlearning.html>
- Eysenck, H.J., Arnold, W; & Meili, R. (1972). *Encyclopedia of Psychology Vol1*. London: Herder and Herder.
- Good Carter V. (1973). *Dictionary of Education*. 3rd ed. New York: McGraw-Hill Book.
- Guilford, J.P. and Hoepfner. (1971). *The Analysis of Intelligence*. New York: McGraw-Hill.
- Hall, Keith A. (1982). *Computer-Based Education. Encyclopedia of Educational Research*. V.3: 362-363. 2nd ed. By Harold E.M., New York: Free Press.
- Hannafin, J.; & Davies, I.K. (1988). *The design, development, and evaluation of Instructional software*. New York: Macmillan.
- Hirumi, A.; & Bermudez, A. (1996). Distance education and instructional systems design converge on the information superhighway. *Journal of Research on Computing in Education*. 29(1): 1-16.
- Holdren, Iori Smellooger. (2002). *Effect of Computer-mediated Learning Instruction on Community College Intermediate algebra Student's Attitudes and Achievement*. Retrieved July 22, 2006, from <http://www.lib.umi/dissertations/fullcit/3071038>
- Khan, B. H. (1997). *Web-based instruction*. Englewood Cliffs. NJ: Educational Technology Publishing.
- Krulik, Stephen; & Rudnick, Jessl A. (1993). Reasoning and Problem Solving. *A Handbook for Elementary School Teachers*. Boston: Allyn and Bacon, Inc.
- Matthew; Kathryn; & Gita Varagoor. (2001). *Student Responses to Online Course Materials*. Retrieved July 22, 2006, from <http://www.thailis.uni.net/eric/detail.nsp>
- Merritt, Paul F.; et al. (1992). *Computers in Education*. 2nd ed. U.S.A.: Allyn and Bacon.
- Nickerson, Raymond. (1984, September). Kinds of Thinking Taught in Current Programs, *Educational Leadership*. 42(1): 26-36.
- O Daffer, Phares G. (1990 May). Inductive and deductive Reasoning. *The Mathematics Teacher*. 93(6): 379-380.
- Parson, R. (1997). *Type of the Web-based Instruction*. Retrieved November 25, 2003, from <http://www.oise.on.ca/~rperson/types.html>
- Prescott, B.A. (1961). Report of Conference on Child Student. *Educational Bulletin*. Bangkok: Faculty of Education. Chulalongkorn University.
- Rawat, D. S. and Gupta, S. L. (1970). *Educational Wastage at the primary Level : A Handbook for Teacher*. New Delhi: S.K. Kitchula at Nalanda Press.

- Spencer, Donald D. (1997). *Computer Dictionary*. 2nd ed. Florida: Cameion.
- Stiggins, Richard. (1997). *Student- Centered Classroom Assessment*. 2nd ed. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.
- The National Council of Teacher of Mathematics. (1989). *Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics*. Reston Virginia. The National Council of Teacher of Mathematics, Inc.
- (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. United Stages of America, Inc.
- Tyan, Nay-ching Nancy; & Hong, Frank Min-chow. (1998). When Western Technology Meets Oriental Culture. *Use of Computer Mediated Communication in a Higher Education Classroom*. Retrieved February 22, 2005, from <http://www.eric.ed.gov/?id=ED416839>
- Wilson, James W. (1971). Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics. In *Handbook of Formative and Summative Evaluation of Student Learning*. p. 643-696. Bloom, Benjamin S. (eds.). New York: McGraw-Hill.
- Zinn, K.L. (1976). Computer-Assisted instruction (CAI). *Encyclopaedai of Computer Science*. 268-270.





## ภาคผนวก ก

### ผลการวิเคราะห์คุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 เรื่อง ความคล้าย
- ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก (D) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  และ  $s_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ค่า  $\sum X_i$ ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $s_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
- คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่องความคล้าย

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์การเรียนรู้ (IOC) ของแบบทดสอบ  
วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 50 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC	ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00	26	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00	27	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00	28	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	0	0.67	29	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00	30	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00	31	+1	+1	+1	1.00
7	+1	0	+1	0.67	32	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00	33	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00	34	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00	35	+1	+1	+1	1.00
11	+1	+1	+1	1.00	36	+1	+1	+1	1.00
12	+1	+1	0	0.67	37	+1	+1	+1	1.00
13	+1	+1	+1	1.00	38	+1	+1	+1	1.00
14	+1	+1	+1	1.00	39	+1	+1	+1	1.00
15	+1	+1	+1	1.00	40	+1	+1	+1	1.00
16	+1	+1	+1	1.00	41	+1	+1	+1	1.00
17	+1	+1	+1	1.00	42	+1	+1	+1	1.00
18	+1	+1	+1	1.00	43	+1	+1	+1	1.00
19	+1	+1	+1	1.00	44	+1	+1	+1	1.00
20	+1	+1	+1	1.00	45	+1	+1	+1	1.00
21	+1	+1	+1	1.00	46	+1	+1	+1	1.00
22	+1	+1	0	0.67	47	+1	+1	+1	1.00
23	+1	+1	+1	1.00	48	+1	+1	+1	1.00
24	+1	0	+1	0.67	49	+1	+1	+1	1.00
25	+1	+1	+1	1.00	50	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความ  
เที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC  $\geq 0.5$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC  
ตั้งแต่ 0.67 – 1.00 จำนวน 50 ข้อ

ตาราง 9 ค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			ค่า IOC
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	
1	+1	+1	+1	1.00
2	+1	+1	+1	1.00
3	+1	+1	+1	1.00
4	+1	+1	+1	1.00
5	+1	+1	+1	1.00
6	+1	+1	+1	1.00
7	+1	+1	+1	1.00
8	+1	+1	+1	1.00
9	+1	+1	+1	1.00
10	+1	+1	+1	1.00

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้อที่มีค่าดัชนีความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา (IOC) โดยพิจารณาจากค่า IOC  $\geq 0.5$  จึงคัดเลือกข้อที่มีค่า IOC = 1.00 จำนวน 10 ข้อ

ตาราง 10 ค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 50 ข้อ โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป Evana

ข้อที่	p	r	ผลการพิจารณา
1	0.82	0.52	ตัดทิ้ง
2	0.48	0.37	คัดเลือกไว้
3	0.50	0.40	คัดเลือกไว้
4	0.92	0.52	ตัดทิ้ง
5	0.90	0.58	ตัดทิ้ง
6	0.59	0.31	คัดเลือกไว้
7	0.87	0.24	ตัดทิ้ง
8	0.82	0.23	ตัดทิ้ง
9	0.56	0.30	คัดเลือกไว้
10	0.75	0.52	ตัดทิ้ง
11	0.42	0.34	คัดเลือกไว้
12	0.58	0.34	คัดเลือกไว้
13	0.43	0.27	คัดเลือกไว้
14	0.84	0.32	ตัดทิ้ง
15	0.84	0.48	ตัดทิ้ง
16	0.72	0.57	คัดเลือกไว้
17	0.91	0.28	ตัดทิ้ง
18	0.84	0.68	ตัดทิ้ง
19	0.46	0.34	คัดเลือกไว้
20	0.35	0.36	คัดเลือกไว้
21	0.37	0.40	คัดเลือกไว้
22	0.23	0.35	ตัดทิ้ง
23	0.69	0.03	ตัดทิ้ง
24	0.84	0.68	ตัดทิ้ง
25	0.86	0.66	ตัดทิ้ง
26	0.76	0.62	คัดเลือกไว้
27	0.58	0.20	ตัดทิ้ง

ตาราง 10 (ต่อ)

ข้อที่	p	R	ผลการพิจารณา
28	0.78	0.75	ตัดทิ้ง
29	0.79	0.57	ตัดทิ้ง
30	0.64	0.32	คัดเลือกไว้
31	0.44	0.46	คัดเลือกไว้
32	0.05	-0.41	ตัดทิ้ง
33	0.62	0.42	คัดเลือกไว้
34	0.73	0.13	ตัดทิ้ง
35	0.60	0.39	คัดเลือกไว้
36	0.53	0.65	คัดเลือกไว้
37	0.62	0.78	คัดเลือกไว้
38	0.59	0.31	คัดเลือกไว้
39	0.66	0.45	ตัดทิ้ง
40	0.62	0.50	คัดเลือกไว้
41	0.54	0.48	คัดเลือกไว้
42	0.35	0.29	ตัดทิ้ง
43	0.57	0.27	คัดเลือกไว้
44	0.70	0.48	ตัดทิ้ง
45	0.57	0.82	คัดเลือกไว้
46	0.32	0.41	ตัดทิ้ง
47	0.62	-0.12	ตัดทิ้ง
48	0.68	0.83	คัดเลือกไว้
49	0.30	0.38	คัดเลือกไว้
50	0.22	0.47	ตัดทิ้ง

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ และตัดข้อที่คล้ายกันโดยยังคงครอบคลุมหลักสูตร ได้ 25 ข้อ มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.30 – 0.76 ซึ่งเป็นความยากง่ายพอเหมาะ ไม่ยากหรือ ไม่ง่ายจนเกินไป และคัดเลือกข้อที่มีค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.27 – 0.83 ซึ่งเป็นข้อที่สามารถจำแนกนักเรียนอ่อนและเก่งได้ คือ ข้อ 2 , 3 , 6 , 9 , 11 , 12 , 13 , 16 , 19 , 20 , 21 , 26 , 30 , 31 , 33 , 35 , 36 , 37 , 38 , 40 , 41 , 43 , 45 , 48 , 49

ตาราง 11 ค่า  $\sum X$  ,  $\sum X^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $S_r^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ  
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

คนที่	$\sum X$	$\sum X^2$	คนที่	$\sum X$	$\sum X^2$
1	18	324	26	18	324
2	20	400	27	20	400
3	18	324	28	18	324
4	20	400	29	18	324
5	18	324	30	17	289
6	17	289	31	16	256
7	16	256	32	15	225
8	19	361	33	16	256
9	18	324	34	7	49
10	18	324	35	16	256
11	15	225	36	9	81
12	18	324	37	17	289
13	16	256	38	17	289
14	22	484	39	7	49
15	18	324	40	15	225
16	18	324	41	17	289
17	16	256	42	14	196
18	23	529	43	18	324
19	19	361	44	18	324
20	18	324	45	17	289
21	18	324	46	5	25
22	18	324	47	17	289
23	19	361	48	7	49
24	18	324	49	16	256
25	17	289	50	18	324

ตาราง 11 (ต่อ)

คนที่	$\sum X$	$\sum X^2$	คนที่	$\sum X$	$\sum X^2$
51	6	36	76	16	256
52	13	169	77	6	36
53	21	441	78	18	324
54	6	36	79	9	81
55	14	196	80	16	256
56	18	324	81	15	225
57	11	121	82	7	49
58	16	256	83	17	289
59	24	576	84	16	256
60	21	441	85	9	81
61	10	100	86	15	225
62	12	144	87	19	361
63	19	361	88	18	324
64	17	289	89	9	81
65	17	289	90	21	441
66	19	361	91	19	361
67	18	324	92	7	49
68	18	324	93	7	49
69	17	289	94	7	49
70	18	324	95	6	36
71	18	324	96	4	16
72	20	400	97	7	49
73	18	324	98	8	64
74	17	289	99	7	49
75	19	361	100	14	196
				$\sum X = 1,532$	$\sum X^2 = 25,658$

ตาราง 12 ค่า p และ q ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

ข้อที่	p	q	pq	ข้อที่	p	q	pq
1	0.560	0.440	0.246	14	0.650	0.350	0.228
2	0.600	0.400	0.240	15	0.600	0.400	0.240
3	0.540	0.460	0.248	16	0.620	0.380	0.236
4	0.510	0.490	0.250	17	0.630	0.370	0.233
5	0.570	0.430	0.245	18	0.680	0.320	0.218
6	0.440	0.560	0.246	19	0.680	0.320	0.218
7	0.650	0.350	0.228	20	0.650	0.350	0.228
8	0.690	0.310	0.214	21	0.440	0.560	0.246
9	0.580	0.420	0.244	22	0.570	0.430	0.245
10	0.680	0.320	0.218	23	0.590	0.410	0.242
11	0.660	0.340	0.224	24	0.680	0.320	0.218
12	0.660	0.340	0.224	25	0.600	0.400	0.240
13	0.770	0.230	0.177				
					รวม		5.79

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ โดยใช้  
สูตร KR – 20 (Kuder – Richardson )

$$r_{tt} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{\sigma^2} \right\}$$

เมื่อ	$r_{tt}$	แทน	ความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ
	$n$	แทน	จำนวนข้อของแบบทดสอบ
	$p$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำถูกในข้อหนึ่ง ๆ
	$q$	แทน	สัดส่วนของผู้ที่ทำผิดในข้อหนึ่ง ๆ หรือ $1 - p$
	$S_t^2$	แทน	ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ



$$\text{โดยที่ } S_r^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $S_r^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบ  
 ทั้งฉบับ

$\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 11 จะได้  $\sum X = 1,532$  ,  $\sum X^2 = 25,658$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned} S_r^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(25,658) - (1,532)^2}{100(100-1)} \\ &= 22.10 \end{aligned}$$

จากตาราง 12 จะได้  $n = 25$  ,  $\sum pq = 5.79$  ,  $S_r^2 = 22.10$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} r_{tt} &= \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum pq}{S_r^2} \right\} \\ &= \frac{25}{25-1} \left\{ 1 - \frac{5.79}{22.10} \right\} \\ &= \frac{25}{24} \left\{ \frac{22.10 - 5.79}{22.10} \right\} \\ &= 0.77 \end{aligned}$$

ตาราง 13 ค่าความง่าย ( $P_E$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย จำนวน 10 ข้อ

ข้อที่	$P_E$	$D$	ผลการพิจารณา
1	0.42	0.67	คัดเลือกไว้
2	0.49	0.67	ตัดทิ้ง
3	0.45	0.56	คัดเลือกไว้
4	0.49	0.70	ตัดทิ้ง
5	0.49	0.71	ตัดทิ้ง
6	0.47	0.77	ตัดทิ้ง
7	0.48	0.85	คัดเลือกไว้
8	0.52	0.81	คัดเลือกไว้
9	0.46	0.74	ตัดทิ้ง
10	0.42	0.74	คัดเลือกไว้

คัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยคัดเลือกตามเกณฑ์ และตัดข้อที่คล้ายกันโดยยังคงครอบคลุมหลักสูตร จำนวน 5 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่าย ( $P_E$ ) อยู่ระหว่าง 0.42 – 0.52 และมีค่าอำนาจจำแนก ( $D$ ) อยู่ระหว่าง 0.56 – 0.85 โดยคัดเลือกแบบทดสอบนี้จำนวน 5 ข้อ ได้แก่ ข้อ 1, 3, 7, 8 และ 10 ที่ครอบคลุมจุดประสงค์ไปใช้ในครั้งต่อไป

ตาราง 14 ค่า  $\sum X_i$  ,  $\sum X_i^2$  และ  $S_i^2$  ที่ใช้ในการหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัด  
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

ข้อที่	$\sum X_i$	$\sum X_i^2$	$S_i^2$
1	168	374	0.96
3	178	374	0.76
7	192	470	1.01
8	208	504	0.85
10	155	343	1.02
			$\sum S_i^2 = 4.60$

ตาราง 15 ค่า  $\sum X_i$  ,  $\sum X_i^2$  ทั้งฉบับที่ใช้ในการหาค่า  $S_i^2$  เพื่อใช้แทนค่าในสูตรการหาความ  
เชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
1	11	121	16	11	121
2	9	81	17	11	121
3	3	9	18	9	81
4	6	36	19	5	25
5	6	36	20	17	289
6	11	121	21	14	196
7	17	289	22	18	324
8	6	36	23	8	64
9	5	25	24	11	121
10	5	25	25	19	361
11	6	36	26	4	16
12	10	100	27	4	16
13	11	121	28	3	9
14	10	100	29	6	36
15	12	144	30	7	49

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
31	5	25	60	10	100
32	5	25	61	9	81
33	4	16	62	12	144
34	10	100	63	12	144
35	8	64	64	8	64
36	8	64	65	7	49
37	8	64	66	9	81
38	9	81	67	13	169
39	11	121	68	8	81
40	13	169	69	9	81
41	13	169	70	13	169
42	9	81	71	6	36
43	11	121	72	7	49
44	10	100	73	8	64
45	9	81	74	12	144
46	9	81	75	6	36
47	5	25	76	9	81
48	4	16	77	10	100
49	19	361	78	10	100
50	13	169	79	10	100
51	13	169	80	9	81
52	11	121	81	11	121
53	12	144	82	12	144
54	4	16	83	7	49
55	4	16	84	13	169
56	6	36	85	14	196
57	4	16	86	11	121
58	7	49	87	9	81
59	5	25	88	10	100

ตาราง 15 (ต่อ)

คนที่	X	X <sup>2</sup>	คนที่	X	X <sup>2</sup>
89	10	100	95	2	4
90	17	189	96	4	16
91	11	121	97	9	81
92	5	25	98	8	64
93	1	1	99	10	100
94	4	16	100	12	144
				$\sum X_i = 901$	$\sum X_i^2 = 9,513$

หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้สูตรการหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\}$$

เมื่อ  $\alpha$  แทน ค่าสัมประสิทธิ์ของความเชื่อมั่น  
 $k$  แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ  
 $s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ  
 $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ

โดยที่ 
$$s_i^2 = \frac{N \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $s_i^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนเป็นรายข้อ  
 $\sum x_i$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนในข้อที่  $i$   
 $\sum x_i^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสองในข้อที่  $i$   
 $N$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

และ 
$$s_t^2 = \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)}$$

เมื่อ  $s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของคะแนนแบบทดสอบทั้งฉบับ  
 $\sum X$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนของแบบทดสอบทั้งฉบับ

$\sum X^2$  แทน ผลรวมของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 15 จะได้  $\sum X = 901$ ,  $\sum X^2 = 9,513$ ,  $N = 100$

$$\begin{aligned} s_t^2 &= \frac{N \sum X^2 - (\sum X)^2}{N(N-1)} \\ &= \frac{100(9,513) - (901)^2}{100(100-1)} \\ &= \frac{951,300 - 811,801}{9,900} \\ &= \frac{139,499}{9,900} \\ &= 14.09 \end{aligned}$$

จากตาราง 14 จะได้  $k = 5$ ,  $\sum s_i^2 = 4.60$ ,  $s_t^2 = 14.09$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{k}{k-1} \left\{ 1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right\} \\ &= \frac{5}{5-1} \left\{ 1 - \frac{4.60}{14.09} \right\} \\ &= \frac{5}{4} \left\{ \frac{14.09 - 4.60}{12.64} \right\} \\ &= \frac{5}{4} \left( \frac{9.49}{12.64} \right) \\ &= 0.94 \end{aligned}$$

ตาราง 16 ค่าความเชื่อมั่นของเกณฑ์การตรวจให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทาง  
คณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้คะแนน คนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
1	11	8	121	64	88
2	9	9	81	81	81
3	3	4	9	16	12
4	6	5	36	25	30
5	6	5	36	25	30
6	11	8	121	64	88
7	17	15	289	225	255
8	6	6	36	36	36
9	5	6	25	36	36
10	5	6	25	36	30
11	6	5	36	25	30
12	10	7	100	49	70
13	11	7	121	49	77
14	10	9	100	81	90
15	12	9	144	81	108
16	11	10	121	100	110
17	11	9	121	81	99
18	9	7	81	49	63
19	5	6	25	36	30
20	17	13	289	169	221
21	14	14	196	196	196
22	18	14	324	196	252
23	8	6	64	36	48
24	11	10	121	121	110
25	19	15	361	225	285
26	4	5	16	25	20
27	4	5	16	25	20

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้คะแนน คนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
28	3	4	9	16	12
29	6	6	36	36	36
30	7	4	49	16	28
31	5	5	25	25	25
32	5	5	25	25	25
33	4	4	16	16	16
34	10	8	100	64	80
35	8	8	64	64	64
36	8	6	64	36	48
37	8	8	64	64	64
38	9	9	81	81	81
39	11	10	121	100	110
40	13	12	169	144	156
41	13	13	169	169	169
42	9	7	81	49	63
43	11	11	121	121	121
44	10	10	100	100	100
45	9	9	81	81	81
46	9	6	81	36	54
47	5	6	25	36	30
48	4	5	16	25	20
49	19	17	361	289	323
50	13	13	169	169	169
51	13	9	169	81	117
52	11	10	121	100	110
53	12	12	144	144	144
54	4	5	16	25	20



ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้คะแนน คนที่ 2 (Y)	$X^2$	$Y^2$	XY
55	4	4	16	16	16
56	6	5	36	25	30
57	4	4	16	16	16
58	7	7	49	49	49
59	5	4	25	16	20
60	10	9	100	81	90
61	9	10	81	100	90
62	12	11	144	121	132
63	12	12	144	144	144
64	8	8	64	64	84
65	7	8	49	64	56
66	9	9	81	81	81
67	13	12	169	144	156
68	8	8	64	64	64
69	9	9	81	81	81
70	13	12	169	144	156
71	6	5	36	25	30
72	7	7	49	49	49
73	8	8	64	64	64
74	12	11	144	121	132
75	6	6	36	36	36
76	9	9	81	81	81
77	10	7	100	49	70
78	10	8	100	64	80
79	10	11	100	121	110
80	9	9	81	81	81

ตาราง 16 (ต่อ)

คนที่	คะแนนจากผู้วิจัย (X)	คะแนนจาก ผู้ตรวจให้คะแนน คนที่ 2 (Y)	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY
81	11	9	121	81	99
82	12	9	144	81	108
83	7	7	49	49	49
84	13	10	169	100	130
85	14	10	196	100	140
86	11	12	121	144	132
87	9	9	81	81	81
88	10	8	100	64	80
89	10	10	100	100	100
90	17	15	289	225	255
91	11	10	121	100	110
92	5	6	25	36	30
93	1	2	1	4	2
94	4	3	16	9	12
95	2	2	4	4	4
96	4	4	16	16	16
97	9	7	81	49	63
98	8	8	64	64	64
99	10	8	100	64	80
100	12	10	144	100	120
รวม	901	817	9,513	7,615	8,428

ศึกษาผลสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ระหว่างคะแนนความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัยและผู้ตรวจให้คะแนนคนที่ 2 โดยการใช้สถิติสหสัมพันธ์อย่างง่ายของเพียร์สัน

$$r_{xy} = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{[N \sum X^2 - (\sum X)^2][N \sum Y^2 - (\sum Y)^2]}}$$

เมื่อ	r แทน	สัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์
	$\Sigma X$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย
	$\Sigma Y$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	$\Sigma X^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้วิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\Sigma Y^2$ แทน	ผลรวมของคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย แต่ละตัวยกกำลังสอง
	$\Sigma XY$ แทน	ผลรวมของผลคูณระหว่างคะแนนที่ตรวจโดย ผู้วิจัยกับคะแนนที่ตรวจโดยผู้ช่วยวิจัย
	N แทน	จำนวนนักเรียนทั้งหมด

จากตาราง 16 จะได้  $\Sigma X = 901$  ,  $\Sigma Y = 817$  ,  $\Sigma X^2 = 9,513$

$$\Sigma Y^2 = 7,615$$
 ,  $\Sigma XY = 8,428$  ,  $N = 100$

$$\begin{aligned}
 r_{xy} &= \frac{N \Sigma XY - \Sigma X \Sigma Y}{\sqrt{[N \Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N \Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}} \\
 &= \frac{(100 \times 8,428) - (901 \times 817)}{\sqrt{[(100 \times 9,513) - (901)^2] \times [(100 \times 7,615) - (817)^2]}} \\
 &= 0.93
 \end{aligned}$$

ตาราง 17 คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 1 เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (20 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (20 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (10 คะแนน)
1	16	9	16	13	7
2	18	9	17	18	8
3	17	9	18	19	9
4	18	7	19	18	8
5	18	9	20	14	7
6	16	9	21	15	7
7	18	9	22	17	7
8	17	7	23	18	8
9	17	9	24	16	8
10	17	7	25	17	7
11	18	8	26	15	7
12	19	10	27	18	9
13	17	9	28	18	9
14	14	9	29	14	7
15	18	9	รวม	488	237

$$E_1 = \left( \frac{\sum X}{N} \right) \times 100 = \left( \frac{488}{29} \right) \times 100 = 84.14$$

$$E_2 = \left( \frac{\sum F}{N} \right) \times 100 = \left( \frac{237}{10} \right) \times 100 = 81.72$$

ตาราง 18 คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 2 เรื่อง รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (40 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (20 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (40 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (20 คะแนน)
1	32	18	16	27	14
2	33	19	17	32	15
3	33	16	18	39	18
4	33	18	19	36	16
5	38	18	20	27	14
6	33	16	21	31	14
7	37	18	22	31	16
8	33	16	23	34	15
9	36	17	24	31	17
10	30	15	25	31	15
11	35	16	26	30	14
12	40	18	27	37	17
13	33	17	28	37	16
14	26	14	29	27	14
15	34	16	รวม	956	467

$$E_1 = \frac{\left(\frac{\sum X}{N}\right)}{A} \times 100 = \frac{\left(\frac{956}{29}\right)}{40} \times 100 = 82.41$$

$$E_2 = \frac{\left(\frac{\sum F}{N}\right)}{B} \times 100 = \frac{\left(\frac{467}{29}\right)}{20} \times 100 = 80.52$$

ตาราง 19 คะแนนการหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต หน่วยย่อยที่ 3 เรื่อง การนำไปใช้

คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (16 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (10 คะแนน)	คนที่	แบบฝึกหัด ระหว่างเรียน (X) (16 คะแนน)	แบบทดสอบย่อย (F) (10 คะแนน)
1	12	8	16	12	6
2	15	9	17	12	7
3	11	8	18	16	9
4	12	9	19	15	8
5	13	10	20	12	7
6	12	8	21	12	8
7	14	8	22	12	8
8	12	8	23	14	8
9	12	8	24	12	8
10	12	8	25	12	7
11	15	8	26	12	7
12	16	10	27	16	9
13	12	8	28	16	9
14	8	6	29	12	7
15	12	8	รวม	373	232

$$E_1 = \left( \frac{\sum X}{N} \right) \times 100 = \left( \frac{373}{29} \right) \times 100 = 80.39$$

$$E_2 = \left( \frac{\sum F}{N} \right) \times 100 = \left( \frac{232}{10} \right) \times 100 = 80.00$$

## ภาคผนวก ข

### คะแนนของนักเรียนก่อนและหลังการทดลอง

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย
- คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

ตาราง 20 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3  
ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง  
ความคล้าย(คะแนนเต็ม 25 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนนหลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	11	21	441	10	100
2	14	23	529	9	81
3	6	20	400	14	196
4	7	22	484	15	225
5	9	24	576	15	225
6	8	20	400	12	144
7	10	23	529	13	169
8	7	19	361	12	144
9	9	20	400	11	121
10	9	19	361	10	100
11	8	21	441	13	169
12	11	24	576	13	169
13	8	19	361	11	121
14	11	18	324	7	49
15	8	17	289	9	81
16	8	15	225	7	49
17	9	17	289	8	64
18	17	24	576	7	49
19	9	22	484	13	169
20	10	15	225	5	25
21	8	16	256	8	64
22	8	17	289	9	81
23	9	22	484	13	169
24	11	18	324	7	49
25	8	16	256	8	64



ตาราง 20 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนนหลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	8	16	256	8	64
27	11	22	484	11	121
28	7	21	441	14	196
29	7	17	289	10	100
		$\sum X_2 = 568$	$\sum X_2^2 = 11,350$	$\sum D = 302$	$\sum D^2 = 3,358$

เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

- เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution
- $\sum D^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละคู่ยกกำลังสอง
- $(\sum D)^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังและก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละคู่ยกกำลังสองทั้งหมดยกกำลังสอง
- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

จากตาราง 20 จะได้  $\sum D = 302$  ,  $\sum D^2 = 3,358$  ,  $n = 29$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{302}{\sqrt{\frac{(29 \times 3,358) - (302)^2}{29-1}}} \\
 &= \frac{302}{\sqrt{\frac{97,382 - 91,204}{28}}} \\
 &= 20.331
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.467 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 29 - 1 = 28$ )



ตาราง 21 คะแนนความสามารถในให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย (คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนนหลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
1	6	15	225	9	81
2	6	17	289	11	121
3	6	15	225	9	81
4	6	17	289	11	121
5	6	17	289	11	121
6	5	14	196	9	81
7	6	17	289	11	121
8	5	14	196	9	81
9	5	15	225	10	100
10	5	15	225	10	100
11	5	16	256	11	121
12	7	19	361	12	144
13	5	16	256	11	121
14	5	13	169	8	64
15	5	15	225	10	100
16	5	12	144	7	49
17	5	15	225	10	100
18	6	18	324	12	144
19	5	16	256	11	121
20	5	14	196	9	81
21	5	15	225	10	100
22	5	13	169	8	64
23	5	15	225	10	100
24	5	14	196	9	81
25	5	14	196	9	81

ตาราง 21 (ต่อ)

คนที่	คะแนนก่อนเรียน ( $X_1$ )	คะแนนหลังเรียน ( $X_2$ )	$X_2^2$	D	$D^2$
26	5	13	169	8	64
27	5	15	225	10	100
28	5	14	196	9	81
29	5	12	144	7	49
		$\sum X_2 = 435$	$\sum X_2^2 = 6,605$	$\sum D = 281$	$\sum D^2 = 2,773$

เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยใช้สถิติ t-test for Dependent Samples

$$t = \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n\sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}}; df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t – Distribution

$\sum D^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ

ทดสอบหลังและก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละคู่ยกกำลังสอง

$(\sum D)^2$  แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการ

ทดสอบหลังและก่อนเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแต่ละคู่ยกกำลังสองทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

จากตาราง 21 จะได้  $\sum D = 281$  ,  $\sum D^2 = 2,773$  ,  $n = 29$

$$\begin{aligned}
 \text{ดังนั้น} \quad t &= \frac{\sum D}{\sqrt{\frac{n \sum D^2 - (\sum D)^2}{n-1}}} \\
 &= \frac{281}{\sqrt{\frac{(29 \times 2,773) - (281)^2}{29-1}}} \\
 &= \frac{281}{\sqrt{\frac{80,417 - 78,961}{28}}} \\
 &= 38.968
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.467 ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 29 - 1 = 28$ )

เปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย กับเกณฑ์ (ร้อยละ 65) โดยใช้สถิติ t-test for One Sample

$$t = \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}}; \quad df = n-1$$

เมื่อ t แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาใน t - Distribution

$\bar{X}$  แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

$\mu_0$  แทน ค่าเฉลี่ยที่ใช้เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 65)

s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\sum x}{n} \\
 &= \frac{435}{29} \\
 &= 15.00
 \end{aligned}$$

ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (s) ของคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์  
 ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 3 หลังการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบ  
 เครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย หาได้จากสูตร

$$\begin{aligned}
 s &= \sqrt{\frac{n\sum X^2 - (\sum X)^2}{n(n-1)}} \\
 &= \sqrt{\frac{29(6,605) - (435)^2}{29(29-1)}} \\
 &= 1.690
 \end{aligned}$$

เนื่องจาก  $\bar{X} = 15.00$  ,  $\mu_0 = 13$  ,  $s = 1.690$  ,  $n = 29$

$$\begin{aligned}
 t &= \frac{\bar{X} - \mu_0}{\frac{s}{\sqrt{n}}} \\
 &= \frac{15.00 - 13}{\frac{1.690}{\sqrt{29}}} \\
 &= 6.373
 \end{aligned}$$

(เปิดตาราง t จะได้ค่าวิกฤตของ t จากการแจกแจงแบบ t เท่ากับ 2.467

ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 เมื่อ  $df = 29 - 1 = 28$ )

ภาคผนวก ค  
ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

## ตัวอย่าง แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ภาคเรียนที่ 2

ปีการศึกษา 2555

เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

เวลา 4 ชั่วโมง

ผู้สอน นายศุภโชค สีวันนา สัปดาห์ที่ ..... วันที่สอน ..... เดือน ..... พ.ศ. ....

### 1. สาระที่ : เรขาคณิต

2. มาตรฐาน : ค 3.2 ใช้การนิกภาพ (visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (geometric model) ในการแก้ปัญหา

### 3. ตัวชี้วัด / จุดประสงค์การเรียนรู้

#### 3.1 ตัวชี้วัด

ม.3/1 ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมคล้ายในการให้เหตุผลและการแก้ปัญหา

#### 3.2 จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ระบุเงื่อนไขที่ทำให้รูปหลายเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันได้
2. บอกสมบัติการคล้ายกันของรูปหลายเหลี่ยมได้

### 4. สาระการเรียนรู้

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

### 5. สาระสำคัญ

- รูปเรขาคณิตสองรูปคล้ายกันเมื่อ รูปเรขาคณิตนั้นมีรูปร่างเหมือนกัน
- รูปเรขาคณิตสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ

1. ขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ๆ ทุกคู่

และ 2. อัตราส่วนความยาวของด้านคู่ที่สมนัยกันทุกคู่เป็นอัตราส่วนที่เท่ากัน

### 6. สมรรถนะสำคัญ

1) ความสามารถในการคิด

- ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

2) ความสามารถในการแก้ปัญหา

3) ความสามารถในการสื่อสาร

4) ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี



## 7. คุณลักษณะที่พึงประสงค์

- 1) มีวินัย
- 2) ใฝ่เรียนรู้

## 8. กระบวนการจัดการเรียนรู้

1. ครูชี้แจงกติกาเกี่ยวกับการเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย โดยกำหนดเวลาในการศึกษาเนื้อหา ดังนี้

- |                             |       |
|-----------------------------|-------|
| 1. รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน   | 4 คาบ |
| 2. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | 5 คาบ |
| 3. การนำไปใช้               | 6 คาบ |

\*\*\* หากนักเรียนคนใดศึกษาในชั่วโมงเรียนแล้วยังไม่เข้าใจ นักเรียนสามารถเข้ามาศึกษา นอกเวลาเรียนได้

2. ให้นักเรียนพิมพ์ข้อความลงไปในช่วง Address ของ Internet Explorer หรือช่อง Address ของ Google Chrome ดังนี้ <http://krusuphachoke.wordpress.com/> และให้นักเรียน ศึกษาคู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

3. ให้นักเรียนศึกษาแผนผังสาระการเรียนรู้ เกี่ยวกับเนื้อหาที่จะเรียนในหน่วยการเรียนรู้ นี้จากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

4. ให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต

5. ครูเพิ่มประสิทธิภาพโดยให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

6. เมื่อนักเรียนศึกษา ทำแบบฝึกหัด และแบบทดสอบ แล้วไม่เข้าใจในส่วนใด นักเรียน สามารถเข้ามาอภิปรายกันได้ให้ห้องสนทนา ซึ่งครูและนักเรียนจะร่วมกันอภิปราย

## 9. สื่อ / แหล่งเรียนรู้

### 9.1 สื่อการเรียนรู้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย
2. แบบฝึกหัด เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน
3. แบบทดสอบย่อย เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

### 9.2 แหล่งการเรียนรู้

1. ห้องคอมพิวเตอร์ของโรงเรียน หรือคอมพิวเตอร์ส่วนตัวของนักเรียน
2. แหล่งเรียนรู้อื่นๆ

## 10. การวัดประเมินผล

วิธีวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การประเมินผล
1. สังเกตพฤติกรรมการเรียน ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย สอนผ่านระบบเครือข่าย อินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย	แบบสังเกตพฤติกรรมการ เรียนด้วยบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่าน ระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย	นักเรียนผ่านเกณฑ์การประเมิน ในระดับดีขึ้นไป
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	นักเรียนทำถูกต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด
3. ตรวจสอบแบบทดสอบย่อย	แบบทดสอบย่อย	นักเรียนทำถูกต้องไม่ต่ำกว่า ร้อยละ 80 ของคะแนนทั้งหมด

เกณฑ์การประเมินผลจากการทำแบบทดสอบย่อย ใช้เกณฑ์ดังนี้

80% ขึ้นไป	หมายถึง	ดีมาก
70-79%	หมายถึง	ดี
60-69%	หมายถึง	ปานกลาง
50-59%	หมายถึง	ผ่าน
ต่ำกว่า 50%	หมายถึง	ปรับปรุง

## 11. บันทึกหลังการสอน

### 1) ผลการสอน

.....

.....

### 2) ปัญหา/อุปสรรค

.....

.....

### 3) ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

.....

.....

### เกณฑ์การให้คะแนนแบบฝึกหัด

คะแนน/ ความหมาย	พฤติกรรมที่ปรากฏ
4 : ดีมาก	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสมเหตุสมผล แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องสมบูรณ์
3 : ดี	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้อง ชัดเจน และสรุปคำตอบได้ถูกต้องหรือเกือบสมบูรณ์
2 : พอใช้	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้อง แต่ไม่ชัดเจน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน และสรุปคำตอบได้เพียงบางส่วนหรือไม่ถูกต้อง
1 : ควรแก้ไข	อธิบายแนวคิดหรือหาเหตุผลสนับสนุนคำตอบจากหลักการหรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์ได้ถูกต้องเพียงบางส่วน แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล และสรุปคำตอบได้ไม่ถูกต้อง
0 : ต้องปรับปรุง	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ ไม่ได้แสดงขั้นตอนประกอบการให้เหตุผล ไม่มีการสรุปคำตอบ หรือไม่ได้ทำ

#### การแปลผล ใช้เกณฑ์ดังนี้

80% ขึ้นไป	หมายถึง	ดีมาก
70-79%	หมายถึง	ดี
60-69%	หมายถึง	ปานกลาง
50-59%	หมายถึง	ผ่าน
ต่ำกว่า 50%	หมายถึง	ปรับปรุง

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้ด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

เรื่อง .....

เลข ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน			คะแนน รวม	ผลการ ประเมิน
		การแสดงความ ความคิดเห็น	ความ รับผิดชอบ	ความ กระตือรือร้น ในการเรียน		

ลงชื่อ..... ผู้ประเมิน  
(.....)

เกณฑ์การให้คะแนน

ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมอย่างสม่ำเสมอ	ให้	3	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบ่อยครั้ง	ให้	2	คะแนน
ปฏิบัติหรือแสดงพฤติกรรมบางครั้ง	ให้	1	คะแนน

เกณฑ์การประเมิน

คะแนน 8 -9	คะแนน	ดีเยี่ยม
คะแนน 6 - 7	คะแนน	ดี
คะแนน 3 - 5	คะแนน	พอใช้
คะแนน 0 - 2	คะแนน	ควรปรับปรุง



3. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสองรูปใดๆ เป็นรูปที่คล้ายกันหรือไม่ เพราะเหตุใด (4 คะแนน)

วิธีทำ .....

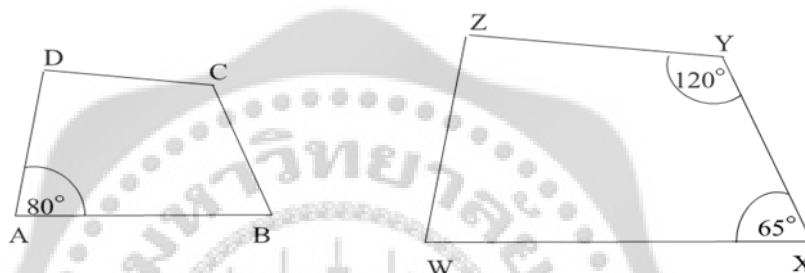
.....

.....

.....

.....

4. จากรูป กำหนดให้  $\square ABCD$  คล้ายกับ  $\square WXYZ$  จงหาขนาดของมุมทุกมุมที่ไม่ได้ระบุไว้ (4 คะแนน)



วิธีทำ .....

.....

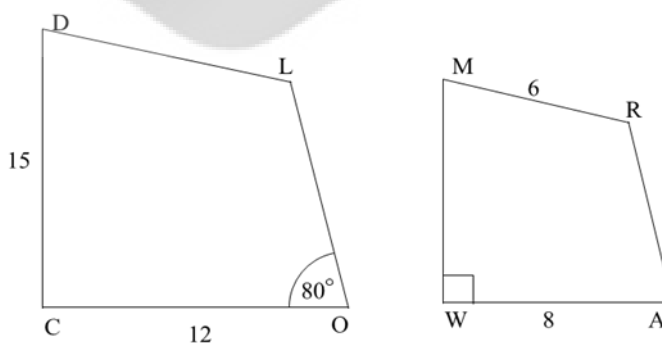
.....

.....

.....

.....

5. จากรูป กำหนดให้  $\square COLD$  คล้ายกับ  $\square WARM$  จงหาความยาวของด้าน DL (4 คะแนน)



วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

## แบบทดสอบย่อยที่ 1

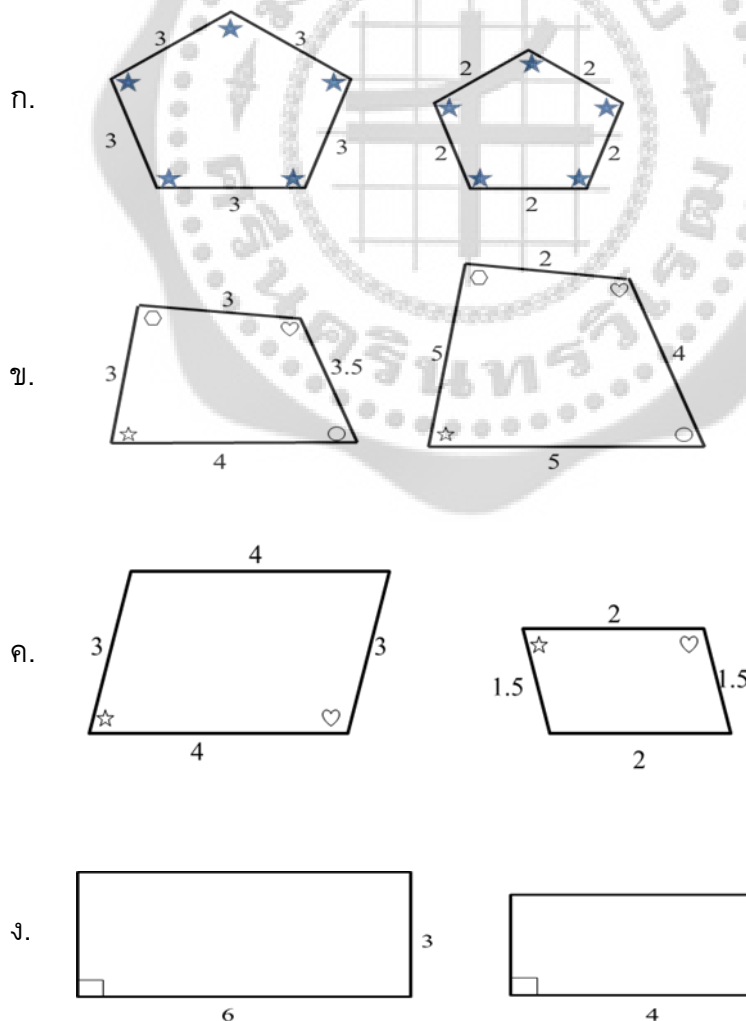
### เรื่อง รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

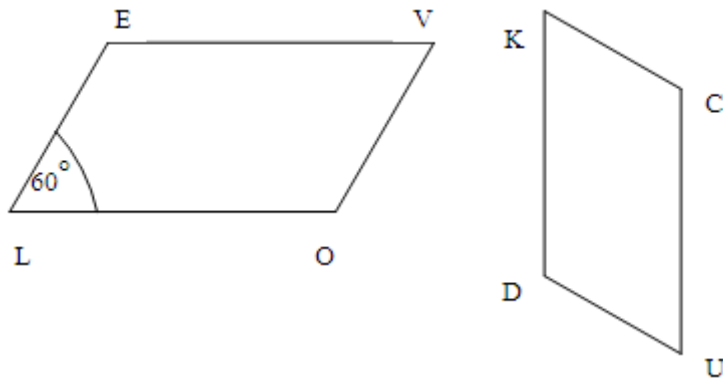
1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

- ก. รูปสี่เหลี่ยมสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ค. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ง. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน

2. รูปเรขาคณิตคู่ใดต่อไปนี้ เป็นรูปที่ไม่คล้ายกัน

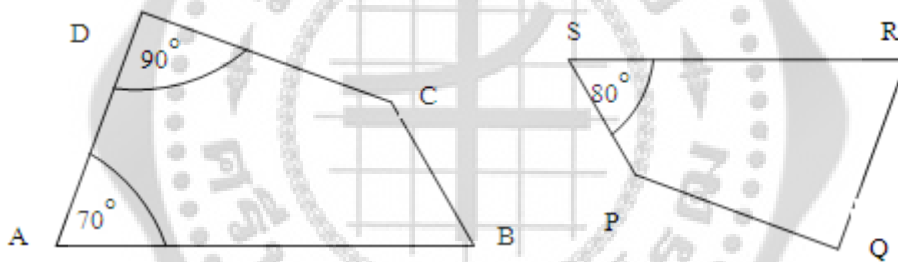


3. จากรูป กำหนดให้ รูปสี่เหลี่ยม LOVE คล้ายกับรูปสี่เหลี่ยม DUCK ขนาดของมุม K เป็นเท่าไร



- ก.  $60^\circ$
- ข.  $80^\circ$
- ค.  $100^\circ$
- ง.  $120^\circ$

4. จากรูป กำหนดให้  $\square ABCD$  คล้ายกับ  $\square PQRS$  ขนาดของ  $\hat{R}$  เป็นเท่าไร



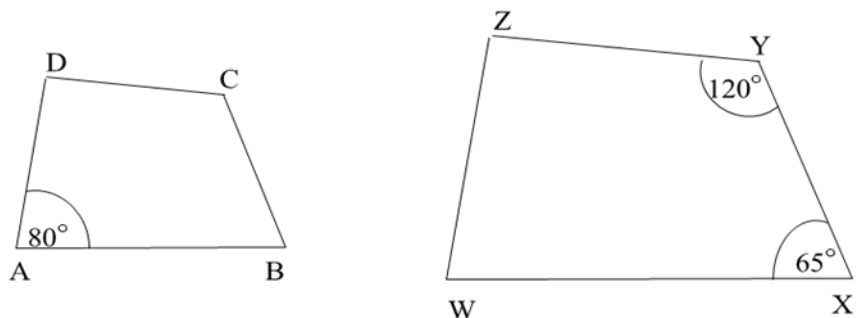
- ก.  $70^\circ$
- ข.  $80^\circ$
- ค.  $90^\circ$
- ง.  $110^\circ$

5. จากรูปในข้อ 4 กำหนดให้  $\square ABCD$  คล้ายกับ  $\square PQRS$  ขนาดของ  $\hat{P}$  เป็นเท่าไร

- ก.  $110^\circ$
- ข.  $120^\circ$
- ค.  $130^\circ$
- ง.  $140^\circ$

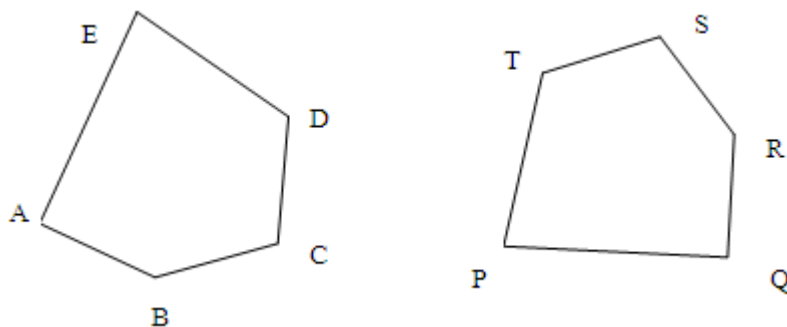
6. จากรูป กำหนดให้  $\square ABCD$  คล้ายกับ  $\square WXYZ$  แล้วค่ากล่าวข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก.  $\hat{B} = 60^\circ$
- ข.  $\hat{W} = 80^\circ$
- ค.  $\hat{C} = 120^\circ$
- ง.  $\hat{Z} = 95^\circ$



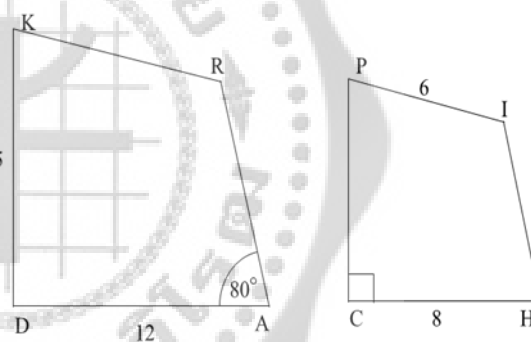


7. กำหนดให้ รูป ABCDE คล้ายกับ รูป PQRST ข้อใดสรุปได้ถูกต้อง



- ก. ขนาดของมุม A เท่ากับขนาดของมุม P  
 ข. ขนาดของมุม D เท่ากับขนาดของมุม T  
 ค. ขนาดของมุม C เท่ากับขนาดของมุม R  
 ง. ขนาดของมุม B เท่ากับขนาดของมุม Q
8. จากรูป กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม DARK คล้ายกับรูปสี่เหลี่ยม CHIP ความยาวของด้าน PC เท่ากับเท่าไร

- ก. 5 หน่วย  
 ข. 10 หน่วย  
 ค. 12 หน่วย  
 ง. 15 หน่วย



9. จากรูปในข้อ 9 กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม DARK คล้ายกับรูปสี่เหลี่ยม CHIP ความยาวของด้าน KR เท่ากับเท่าไร

- ก. 9 หน่วย                      ข. 10 หน่วย  
 ค. 11 หน่วย                    ง. 12 หน่วย

10. คำกล่าวข้อใด ไม่ถูกต้อง

- ก. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะเท่ากันทุกประการ  
 ข. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสองรูปใดๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน  
 ค. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วสองรูปใดๆ ที่มีจุดยอดมุมเท่ากัน เป็นรูปที่คล้ายกัน  
 ง. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองรูปใดๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน



## คู่มือการใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

### เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

\*\*\*\*\*

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย แบ่งเนื้อหา ออกเป็น 3 เรื่อง ดังนี้

- |                             |             |
|-----------------------------|-------------|
| 1. รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน   | จำนวน 4 คาบ |
| 2. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | จำนวน 5 คาบ |
| 3. การนำไปใช้               | จำนวน 6 คาบ |

การใช้งานบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

#### 1. การเข้าใช้งานสู่ระบบ (Login)

ให้พิมพ์ข้อความลงในช่อง Address ของ Internet Explorer หรือช่อง Address ของ Google Chrome ดังนี้ <http://www.wordpress.com/> แล้วเลือกเข้าสู่ระบบ log in โดยพิมพ์ Username และ Password ของนักเรียนลงไป ในช่อง Username และ Password (สำหรับผู้ที่ได้สมัครเป็นสมาชิกเรียบร้อยแล้ว) แล้วคลิกปุ่ม เข้าสู่ระบบ (log in)

#### 2. การเรียนและการทำแบบฝึกหัดต่าง ๆ

เมื่อนักเรียนเข้าสู่ระบบแล้ว ให้พิมพ์ข้อความลงในช่อง Address ของ Internet Explorer หรือช่อง Address ของ Google Chrome ดังนี้ <http://krusuphachoke.wordpress.com/> เพื่อเข้าสู่ หน้าของรายวิชาและเนื้อหาที่ใช้ในการเรียน นักเรียนควรอ่านคำชี้แจงก่อนที่จะ ทำการศึกษาบทเรียน ซึ่งสามารถคลิกเข้าไปศึกษาเนื้อหาได้ตามหัวข้อต่างๆ ตามความสนใจ สำหรับการทำแบบฝึกหัดต่างๆ นั้น ก่อนลงมือทำนักเรียนควรอ่านคำชี้แจงให้เข้าใจก่อน ซึ่ง แบบฝึกหัดในแต่ละเนื้อหานั้น นักเรียนสามารถดาวน์โหลดเพื่อนำไปทำได้ ก่อนที่จะนำส่งครู ซึ่ง นักเรียนจะส่งมาทาง E-mail ([kruchoke.swsk@gmail.com](mailto:kruchoke.swsk@gmail.com))

#### 3. การทำแบบทดสอบ

การทำแบบทดสอบนั้นเป็นการทบทวนในเนื้อหาที่นักเรียนได้ศึกษามาในแต่ละเรื่อง ซึ่ง ก่อนทำแบบทดสอบนักเรียนควรคลิกปุ่ม **ดูวิธีการทำแบบทดสอบก่อนทุกครั้ง** เมื่อศึกษาเข้าใจ แล้วให้นักเรียนคลิกปุ่ม **back** และเริ่มทำแบบทดสอบโดยคลิกปุ่ม **คลิกเพื่อทำแบบทดสอบ**

#### 4. การใช้กระดานถามตอบ (Web-board) และห้องสนทนา (Chat-room)

ให้คลิกตรงกระดานถามตอบ/ห้องสนทนา เพื่อเข้าไปใช้ในกระดานถามตอบ/ห้องสนทนา ซึ่งมีไว้สำหรับนักเรียนและครูผู้สอน นักเรียนสามารถเสนอข้อคิดเห็น หรือข้อสงสัย เพื่อซักถามและตอบข้อสงสัยต่างๆ ทั้งกับครูผู้สอน และเพื่อนร่วมชั้นเรียนได้ตลอดเวลา เมื่อนักเรียนทำการ Login เข้ามาในระบบ

เรียบเรียงโดย

นายศุภโชค สีวันนา



## ตัวอย่าง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย

ความคล้าย (SIMILARITY) | สันติศอนวิบูลย์บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต - Windows Internet Explorer

http://rusuphachoke.wordpress.com/

หน้าแรก

ยินดีต้อนรับ  
เข้าสู่  
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย  
สอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต

คลิกเพื่อเข้าสู่บทหลัก

หน้าแรก

คู่มือการใช้งาน

หน้าหลัก

เกร็ดความรู้

เกมคณิตศาสตร์

ห้องสนทนา

กรกฎาคม 2013

จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส	อา
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

meta

- ลงทะเบียน
- เข้าสู่ระบบ
- Entries RSS
- RSS ของความคล้าย
- WordPress.com

หน้าหลัก | ความคล้าย (SIMILARITY) - Windows Internet Explorer

http://rusuphachoke.wordpress.com/%e0%b8%ab%e0%b8%99%e0%b8%87%e0%b8%b2%e0%b8%ab%e0%b8%57%e0%b8%b1%e0%b8%81/

หน้าหลัก | ความคล้าย (SIMILARITY)

หน้าหลัก

บทเรียน

เรื่อง ความคล้าย (Similarity)

แผนผังสาระการเรียนรู้

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน

การนำไปใช้

แบบทดสอบ

กลับไป

หน้าแรก

คู่มือการใช้งาน

หน้าหลัก

เกร็ดความรู้

เกมคณิตศาสตร์

ห้องสนทนา

กรกฎาคม 2013

จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส	อา
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

meta

- ลงทะเบียน
- เข้าสู่ระบบ
- Entries RSS
- RSS ของความคล้าย
- WordPress.com

แผนผังสาระการเรียนรู้

```

    graph TD
      A[ความคล้าย] --> B[รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน]
      A --> C[การให้เหตุผล]
      B --> D[เงื่อนไขที่ทำให้รูปสองรูปคล้ายกัน]
      B --> E[สมบัติการคล้ายกัน]
      B --> F[ใช้สมบัติของรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกันในการแก้ปัญหา]
      C --> G[บทนิยาม]
      C --> H[เงื่อนไข]
      
```

สาระที่ 3 : เรขาคณิต  
มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

หน้าแรก  
คู่มือการใช้งาน  
หน้าหลัก  
เกร็ดความรู้  
เกมคณิตศาสตร์  
ห้องสนทนา

กรกฎาคม 2013

จ	อ	พ	พ	ศ	ส	อา
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

meta

- ลงทะเบียน
- เข้าสู่ระบบ
- Entries RSS
- RSS ของความคิดเห็น
- WordPress.com

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน

เนื้อหา    แบบฝึกหัด    แบบทดสอบ

จุดประสงค์ นักเรียนสามารถ

1. ระบุเงื่อนไขที่ทำให้รูปหลายเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันได้
2. บอกสมบัติการคล้ายกันของรูปหลายเหลี่ยมได้

หน้าแรก  
คู่มือการใช้งาน  
หน้าหลัก  
เกร็ดความรู้  
เกมคณิตศาสตร์  
ห้องสนทนา

กรกฎาคม 2013

จ	อ	พ	พ	ศ	ส	อา
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

meta


- ลงทะเบียน
- เข้าสู่ระบบ
- Entries RSS
- RSS ของความคิดเห็น
- WordPress.com

เนื้อหา | ความคล้าย (SIMILARITY) - Windows Internet Explorer

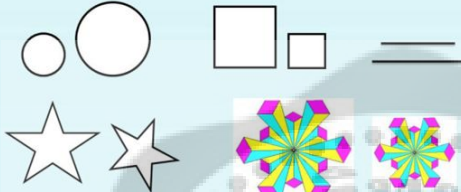
http://irusaphachoke.wordpress.com/%e0%b8%a3%e0%b8%b9%e0%b8%b5%e0%b9%80%e0%b8%a3%e0%b8%82%e0%b8%b2%e0%b8%a4%e0%b8%

เนื้อหา

**รูปเรขาคณิตที่คล้ายกัน**



สิ่งที่คล้ายกัน คือ สิ่งที่มีรูปร่าง (Shape) เหมือนกัน แต่ไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากัน เช่น วงกลมทุกวงคล้ายกัน สี่เหลี่ยมจัตุรัสทุกรูปคล้ายกัน ส่วนของเส้นตรงทุกเส้นคล้ายกัน



หน้าแรก  
คู่มือการใช้งาน  
หน้าหลัก  
เกร็ดความรู้  
เกมคณิตศาสตร์  
ห้องสนทนา

กรกฎาคม 2013

จ	อ	พ	พฤ	ศ	ส	อา
1	2	3	4	5	6	7
8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28
29	30	31				

meta

- ลงทะเบียน
- เข้าสู่ระบบ
- Entries RSS
- RSS ของความคิดเห็น
- WordPress.com

คิดตาม

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | ความคล้าย (SIMILARITY) - Windows Internet Explorer

http://irusaphachoke.wordpress.com/%e0%b8%a3%e0%b8%b9%e0%b8%b5%e0%b9%80%e0%b8%a3%e0%b8%82%e0%b8%b2%e0%b8%a1%e0%b9%80%e0%b8%ab%e0%b8%

รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน | ความคล้าย (SIMILARITY)



ด้าน BC ตรงข้าม  $\hat{A}$   
ด้าน EF ตรงข้าม  $\hat{D}$   
ด้าน CA ตรงข้าม  $\hat{B}$   
ด้าน QR ตรงข้าม  $\hat{P}$   
ด้าน PR ตรงข้าม  $\hat{Q}$   
ด้าน PQ ตรงข้าม  $\hat{R}$

**คลิกดูเพิ่มเติม**

**บทนิยาม**  
รูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน ก็ต่อเมื่อ รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีขนาดของมุมเท่ากันเป็นคู่ ๆ สามคู่

**← กลับ**      **หน้าต่อไป →**


คิดตาม

แบบทดสอบ - Windows Internet Explorer

http://www.swskn.com/suphachoke/pactice1/

Favorites | แบบทดสอบ

แบบทดสอบที่ 1



ค สั่ง : จงเลือกคำตอบที่ ถูก หรือ ผิด เพียง 1 คำตอบเดียว

คลิกดูวิธีการทำแบบทดสอบ | คลิกเพื่อนำแบบทดสอบ

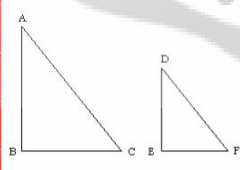
ADOBE CAPTIVATE™

pactice2 - Windows Internet Explorer

http://www.swskn.com/suphachoke/pactice2/

Favorites | pactice2

ถ้า  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$  ข้อใดผิด




A)  $\hat{A} = \hat{D}$

B)  $\frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$

C)  $AB = 2DE$

D)  $\hat{A} \hat{B} \hat{C} = \hat{D} \hat{E} \hat{F}$

ถูกต้องครับ



Question 2 of 10

ADOBE CAPTIVATE™





**แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต**  
**เรื่อง ความคล้าย ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยผู้เชี่ยวชาญ**

\*\*\*\*\*

ชื่อผู้ประเมิน .....

ผู้เชี่ยวชาญด้าน .....

คำชี้แจง : โปรดกาเครื่องหมาย ✓ ในช่องระดับความคิดเห็นของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง ความคล้าย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ตามความคิดเห็นของท่าน

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง	ไม่มีคุณภาพ
	5	4	3	2	1
<b>1. ด้านเนื้อหา และการเชื่อมโยง</b>					
1.1 ความถูกต้องของเนื้อหา					
1.2 การเรียงลำดับเนื้อหาเหมาะสม					
1.3 ภาษาที่ใช้มีความชัดเจน					
1.4 ปริมาณเนื้อหาเหมาะสม					
1.5 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตมีความถูกต้องเหมาะสมในการเชื่อมโยงข้อมูล					
1.6 ความสัมพันธ์กับภาพและเนื้อหา มีความสอดคล้องกัน					
<b>2. ด้านกราฟิก และพื้นหลัง</b>					
2.1 ขนาดของภาพมีความเหมาะสม					
2.2 ภาพที่นำเสนอชัดเจนสื่อความหมาย					
2.3 มีการวางภาพในตำแหน่งที่เหมาะสม					
2.4 การออกแบบโดยรวมน่าสนใจ					
<b>3. ด้านตัวอักษร และสี</b>					
3.1 ความเหมาะสมของรูปแบบตัวอักษรที่ใช้					
3.2 ขนาดของตัวอักษรอ่านได้ชัดเจน					
3.3 ความเด่นชัดตัวอักษรและพื้นหลัง					

รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	พอใช้	ควรปรับปรุง	ไม่มีคุณภาพ
	5	4	3	2	1
<b>4. ด้านกิจกรรมและแบบฝึกหัด</b>					
4.1 คำสั่งมีความชัดเจน					
4.2 คำถามชัดเจน					
4.3 แบบฝึกหัดสอดคล้องกับจุดประสงค์และเนื้อหา					
4.4 กิจกรรมส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ทบทวน และค้นคว้ามากขึ้น					
<b>5. ด้านการจัดการบทเรียน</b>					
5.1 ความคล่องตัวและความสะดวกในการเรียกใช้งานบทเรียน					
5.2 ความชัดเจนของคำสั่งเรียกใช้งานบทเรียน					
5.3 ความน่าสนใจของหน้าจอภาพโดยรวม					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....


.....

.....

ลงชื่อ ..... ผู้ประเมิน

(.....)

วันที่ .....



**ภาคผนวก จ**  
**แบบทดสอบที่ใช้ในการวิจัย**

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความคล้าย  
จำนวน 25 ข้อ
2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่องความคล้าย  
จำนวน 5 ข้อ

## แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

### เรื่อง ความคล้าย (Similarity)

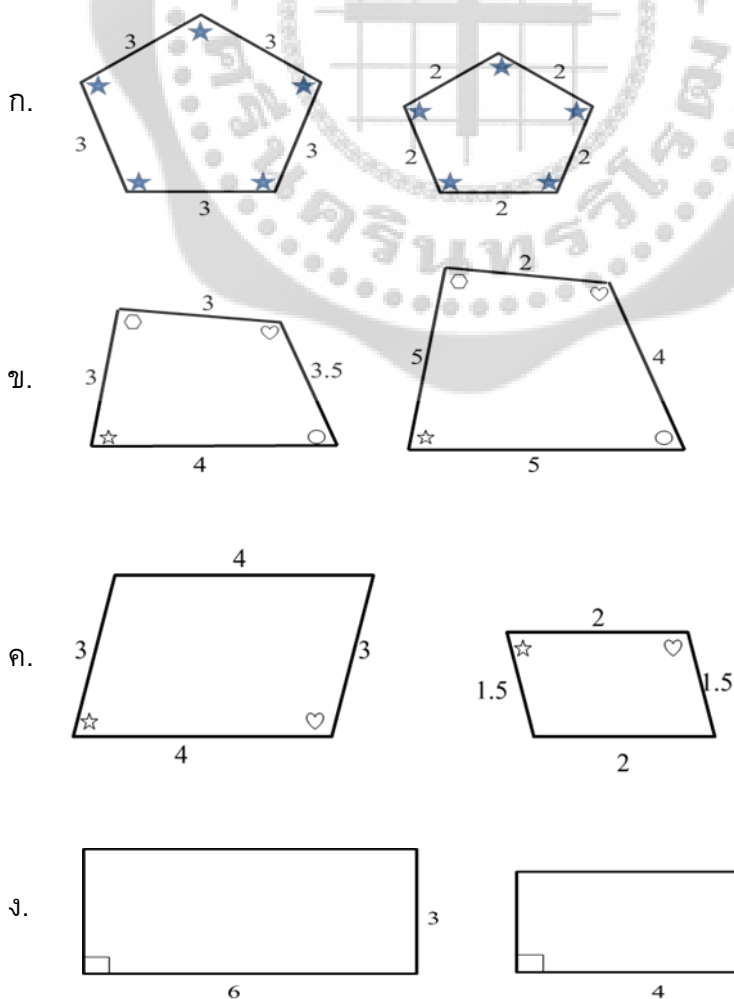
ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

คำชี้แจง ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว

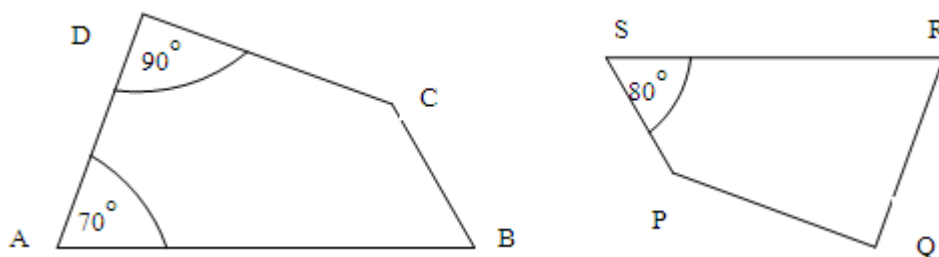
1. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวได้ถูกต้อง

- ก. รูปสี่เหลี่ยมสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ค. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน
- ง. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน

2. รูปเรขาคณิตคู่ใดต่อไปนี้ เป็นรูปที่ไม่คล้ายกัน

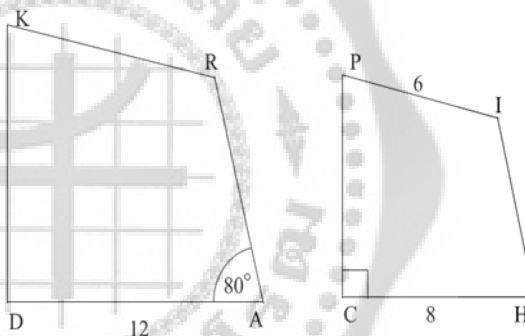


3. จากรูป กำหนดให้  $\square ABCD$  คล้ายกับ  $\square PQRS$  ขนาดของ  $\hat{P}$  เป็นเท่าไร



- ก.  $110^\circ$   
 ข.  $120^\circ$   
 ค.  $130^\circ$   
 ง.  $140^\circ$
4. จากรูป กำหนดให้รูปสี่เหลี่ยม DARK คล้ายกับรูปสี่เหลี่ยม CHIP ความยาวของด้าน PC เท่ากับเท่าไร

- ก. 5 หน่วย  
 ข. 10 หน่วย  
 ค. 12 หน่วย  
 ง. 15 หน่วย

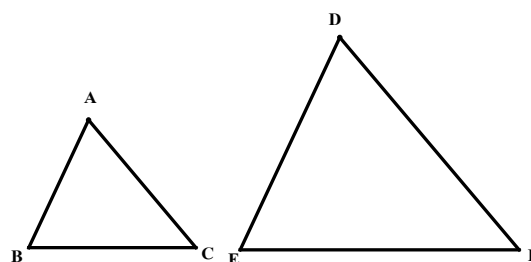


5. คำกล่าวข้อใด ไม่ถูกต้อง

- ก. รูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน จะเท่ากันทุกประการ  
 ข. รูปสามเหลี่ยมด้านเท่าสองรูปใดๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน  
 ค. รูปสามเหลี่ยมหน้าจั่วสองรูปใดๆ ที่มีจุดยอดมุมเท่ากัน เป็นรูปที่คล้ายกัน  
 ง. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสสองรูปใดๆ เป็นรูปที่คล้ายกัน

6. รูป  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$  แล้วข้อใดกล่าวได้ถูกต้อง

- ก.  $\hat{A} = \hat{D}$ ,  $\hat{B} = \hat{E}$  และ  $\hat{C} = \hat{F}$   
 ข.  $\overline{AC} = \overline{DF}$ ,  $\overline{BC} = \overline{EF}$  และ  $\overline{AB} = \overline{DE}$   
 ค.  $\frac{AC}{DF} = \frac{BC}{EF} = \frac{AB}{DE}$   
 ง. ข้อ ก และ ค ถูกต้อง



7. รูปสามเหลี่ยมสองรูปจะคล้ายกันเมื่อใด

- ก. รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปมีมุมขนาดเท่ากัน 3 มุม มุมต่อมุม
- ข. รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปนั้นมีด้านเท่ากัน 3 คู่ ด้านต่อด้าน
- ค. รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมหน้าจั่ว
- ง. รูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปนั้นเป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉาก

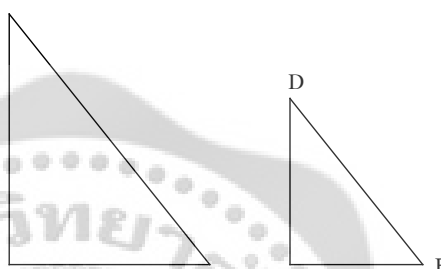
8. ถ้า  $\triangle ABC \sim \triangle DEF$  ข้อใดผิด

ก.  $\hat{A} = \hat{D}$

ข.  $\frac{BC}{EF} = \frac{AC}{DF}$

ค.  $AB = 2DE$

ง.  $\hat{A}BC = \hat{D}EF$

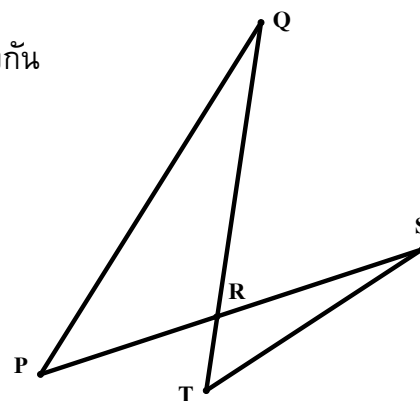


9. ข้อใดเป็นเท็จ

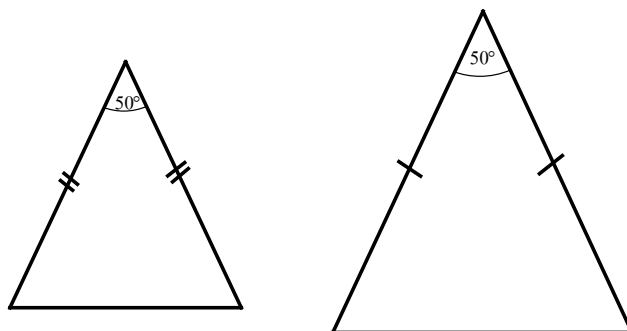
- ก. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกันแล้ว รูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นต้องเท่ากันทุกประการ
- ข. ถ้ารูปสามเหลี่ยม 2 รูปเท่ากันทุกประการแล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้น ต้องเป็นรูปสามเหลี่ยมที่คล้ายกัน
- ค. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน แล้วรูปสามเหลี่ยมสองรูปนั้นมีมุมเท่ากัน 3 มุม มุมต่อมุม
- ง. ถ้ารูปสามเหลี่ยมสองรูปคล้ายกัน อัตราส่วนของความยาวของด้านคู่ที่อยู่ตรงข้ามกับมุมที่มีขนาดเท่ากันจะเท่ากัน

10.  $\triangle PQR$  คล้ายกับ  $\triangle TSR$  หรือไม่ เพราะอะไร

- ก. คล้ายกัน เพราะ รูปร่างของรูปสามเหลี่ยมทั้งสองรูปใกล้เคียงกัน
- ข. คล้ายกัน เพราะ อัตราส่วนความยาวของด้านเท่ากัน 2 คู่
- ค. ไม่คล้ายกัน เพราะ ขนาดของมุมเท่ากันอยู่คู่เดียว
- ง. ไม่คล้ายกัน เพราะจุด R แบ่ง  $\overline{PS}$  ไม่เท่ากัน



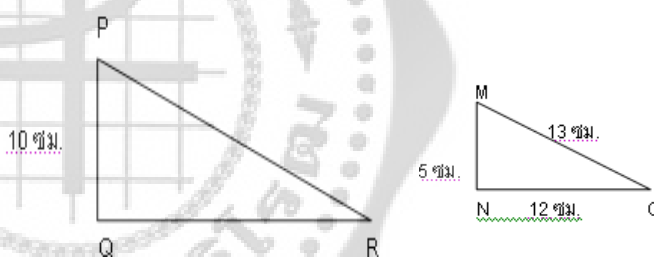
11. รูปสามเหลี่ยมสองรูปนี้คล้ายกัน เพราะอะไร



- ก. มีมุมเท่ากับ 3 คู่  
 ข. มีด้านเท่ากับสามด้าน  
 ค. มีอัตราส่วนความยาวด้านที่สมนัยกันเท่ากับสามคู่  
 ง. มีอัตราส่วนความยาวของด้านเท่ากับสองคู่ และมีมุมระหว่างด้านที่มีอัตราส่วนของความยาวด้านเท่ากับ มีขนาดเท่ากัน

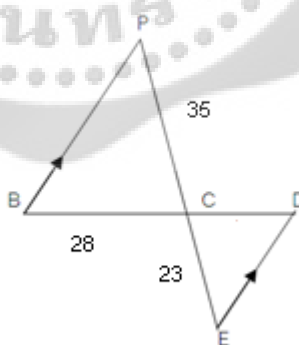
12. กำหนดให้  $MNO \sim PQR$  โดยมีความยาวของด้านดังรูป จงหาความยาวของ  $\overline{QR}$

- ก. 24 เซนติเมตร  
 ข. 26 เซนติเมตร  
 ค. 28 เซนติเมตร  
 ง. 30 เซนติเมตร



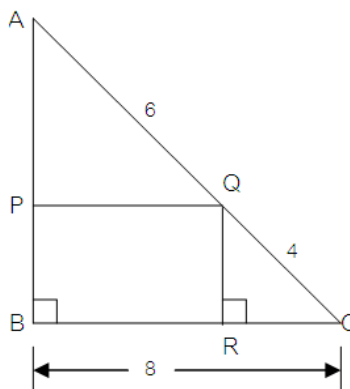
13. จากรูป  $\overline{CD}$  ยาวกี่หน่วย

- ก. 16.40 หน่วย  
 ข. 18.40 หน่วย  
 ค. 28.75 หน่วย  
 ง. 42.67 หน่วย



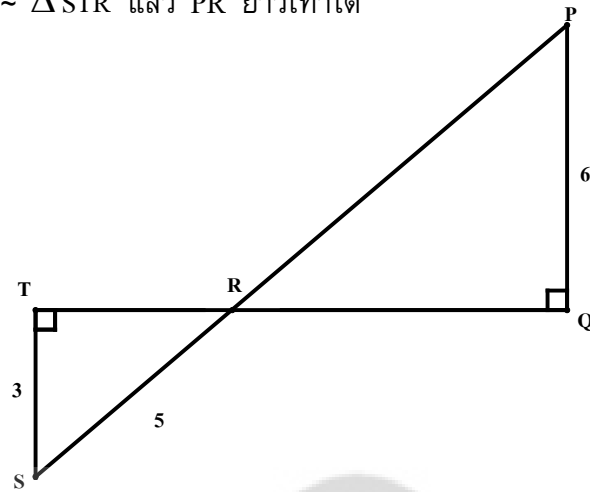
14. จากรูป  $\overline{AC}$  ยาวกี่หน่วย

- ก. 3.6 หน่วย  
 ข. 4.8 หน่วย  
 ค. 5.4 หน่วย  
 ง. 6 หน่วย





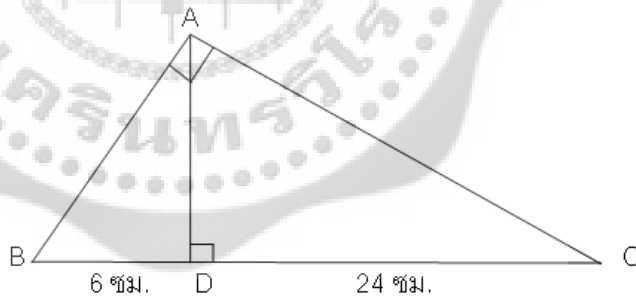
15. รูป  $\triangle PQR \sim \triangle STR$  แล้ว  $\overline{PR}$  ยาวเท่าใด



- ก. 5 หน่วย
- ข. 6 หน่วย
- ค. 8 หน่วย
- ง. 10 หน่วย

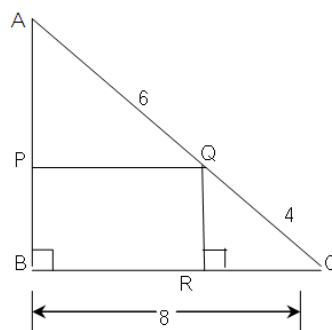
16. จากรูป  $\angle A = 90^\circ$  และ  $\overline{AD}$  ตั้งฉากกับ  $\overline{BC}$  ที่จุด D ถ้า  $BD = 6$  ซม. และ  $DC = 24$  ซม.  $\overline{AD}$  ยาวเท่าไร

- ก. 8 เซนติเมตร
- ข. 9 เซนติเมตร
- ค. 12 เซนติเมตร
- ง. 18 เซนติเมตร

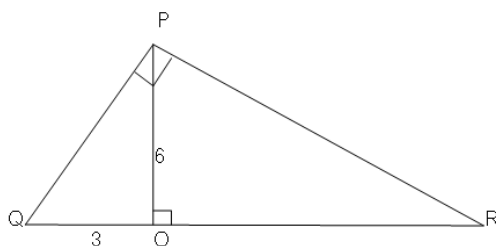


17. จากรูป  $\overline{PQ}$  ยาวกี่หน่วย

- ก. 3 หน่วย
- ข. 4 หน่วย
- ค. 5 หน่วย
- ง. 7 หน่วย



18.

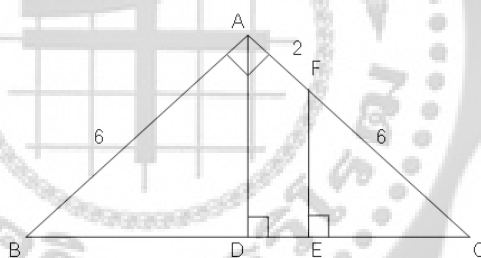


จากรูป  $\hat{P} = 90^\circ$  และ  $\overline{PO}$  ตั้งฉากกับ  $\overline{QR}$  ที่จุด  $O$  ถ้า  $\overline{OP}$  ยาว 6 เซนติเมตร และ  $\overline{OQ}$  ยาว 3 เซนติเมตร  $\overline{OR}$  ยาวกี่เซนติเมตร

- ก. 9 เซนติเมตร
- ข. 12 เซนติเมตร
- ค. 18 เซนติเมตร
- ง. 24 เซนติเมตร

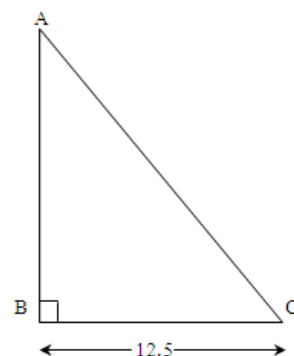
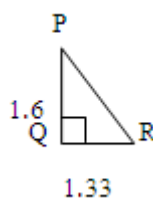
19. จากรูปถ้า  $\overline{AF}$  ยาว 2 หน่วย  $\overline{BF}$  ยาว 6 หน่วย และ  $\overline{CF}$  ยาว 6 หน่วย แล้ว  $\overline{AD}$  ยาวกี่หน่วย

- ก. 3.6 เซนติเมตร
- ข. 4.8 เซนติเมตร
- ค. 7.5 เซนติเมตร
- ง. 8 เซนติเมตร



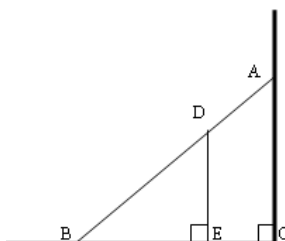
20. ชานนท์สูง 1.6 เมตร ในขณะที่เงาของตึกหลังหนึ่งยาว 12.5 เมตร เขาวัดความยาวของเงาของเขาที่ทอดไปตามพื้นได้ยาว 1.33 เมตร ดังรูป จงหาความสูงของตึก

- ก. ประมาณ 12 เมตร
- ข. ประมาณ 13 เมตร
- ค. ประมาณ 14 เมตร
- ง. ประมาณ 15 เมตร



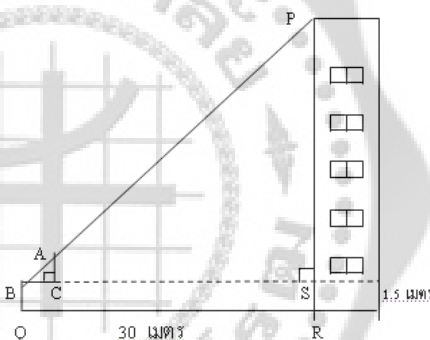
21. บ้านไดยาว 4 เมตร พาดอยู่กับผนังตึก เมื่อช่างทาสีขึ้นบันไดไปได้  $\frac{2}{3}$  ของบันได เขาทำ  
แปรงตก ถ้าจุดที่แปรงตกลงมาถูกพื้นดินห่างจากผนังตึก 0.3 เมตร จงหาว่าเชิงบันไดอยู่ห่างจาก  
ผนังตึกเท่าไร

- ก. 0.9 เมตร  
ข. 1.8 เมตร  
ค. 2.7 เมตร  
ง. 3.6 เมตร



22. วิศวกรรมการวัดความสูงของตึก เขาจึงวัดความสูงจากเท้าถึงตาได้ 1.5 เมตร แล้วไปยืนห่างจากตึก  
เป็นระยะทาง 30 เมตร มองไปที่จุดยอดของตึกโดยเล็งตามด้านของรูปสามเหลี่ยมมุมฉากที่มีด้าน  
ประกอบมุมฉากยาวด้านละ 50 เซนติเมตร ดังรูป จงหาว่าตึกสูงกี่เมตร

- ก. 30 เมตร  
ข. 30.5 เมตร  
ค. 31 เมตร  
ง. 31.5 เมตร



23. บ้านไดยาว 8 เมตร พาดอยู่กับขอบหน้าต่าง ซึ่งสูงจากพื้นดิน 4 เมตร เมื่อช่างทาสีหนึ่งขึ้น  
บันไดไปได้ 3 เมตร เขาอยู่สูงจากพื้นดินกี่เมตร

- ก. 1— เมตร  
ข. 1— เมตร  
ค. 3 เมตร  
ง. 3— เมตร

24. หอระฆังสูง 8 เมตร มีเงาทอดไปทางทิศตะวันออกตอนบ่าย 12 เมตร และเจดีย์ใหญ่ทอดเงาไป  
ทางทิศตะวันออกเช่นกัน ยาว 30 เมตร จงหาความสูงของเจดีย์ใหญ่

- ก. 22 เมตร  
ข. 20 เมตร  
ค. 18 เมตร  
ง. 16 เมตร

25. ชายคนหนึ่งสูง 6 ฟุต ยืนอยู่บนที่ราบแนวเดียวกับเสาไฟสูง 36 ฟุต และห่างจากเสาไฟนั้น 30 ฟุต และโคมไฟอยู่บนยอดเสาพอดี เงาของเขาจะทอดไปยาวเท่าไร
- ก. 4 ฟุต
  - ข. 5 ฟุต
  - ค. 6 ฟุต
  - ง. 8 ฟุต

\*\*\*\*\* GOOD LUCK \*\*\*\*\*



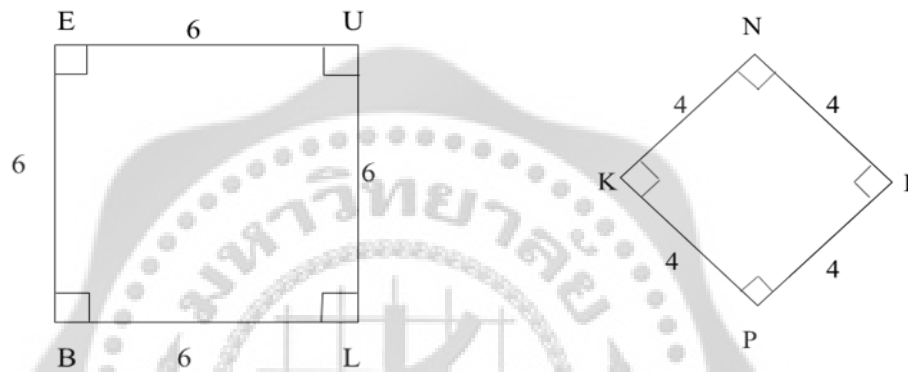
แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เรื่อง ความคล้าย (Similarity)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถาม พร้อมแสดงเหตุผลในการตอบคำถาม

1. จากรูป รูปสี่เหลี่ยม BLUE และ รูปสี่เหลี่ยม PINK เป็นรูปที่คล้ายกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



ตอบ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. รูปหกเหลี่ยมด้านเท่ามุมเท่าสองรูปใด ๆ เป็นรูปที่คล้ายกันหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ

.....

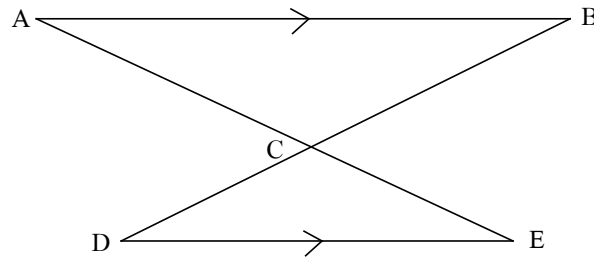
.....

.....

.....

.....

3. กำหนดให้  $\overline{AB} \parallel \overline{DE}$  จงพิจารณาว่า  $\triangle ABC$  กับ  $\triangle EDC$  คล้ายกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



วิธีทำ .....

.....

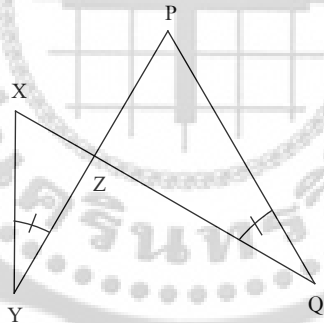
.....

.....

.....

.....

4. กำหนดให้  $\angle XYZ = \angle PQZ$  จงพิจารณาว่า  $\triangle XYZ$  กับ  $\triangle PQZ$  คล้ายกันหรือไม่ เพราะเหตุใด



วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....





ภาคผนวก จ

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ



## รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

ผู้เชี่ยวชาญด้านแผนการจัดการเรียนรู้ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา  
คณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. รองศาสตราจารย์ ธานีรินทร์ สิทธิวิรัชธรรม  
ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ กรุงเทพมหานคร
2. อาจารย์พนัสกร มีฤทธิ์  
ตำแหน่ง ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)  
จังหวัดนครปฐม
3. อาจารย์ ดร.ชัยชนะ ใจบุญ  
ภาควิชาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ คณะศิลปศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลรัตนโกสินทร์ จังหวัดนครปฐม

ผู้เชี่ยวชาญด้านคอมพิวเตอร์ (บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนผ่านระบบเครือข่าย  
อินเทอร์เน็ต)

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุวิทย์ ไวยกุล  
ภาควิชาคอมพิวเตอร์ คณะครุศาสตร์  
มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา
2. อาจารย์ศรีสกุล วิบูลย์วงศ์  
ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนกาญจนาภิเษกวิทยาลัย นครปฐม (พระตำหนักสวนกุหลาบมัธยม)  
จังหวัดนครปฐม
3. อาจารย์วีรนุช แสงจันทร์  
ตำแหน่ง ครูวิทยฐานะชำนาญการพิเศษ  
โรงเรียนชลราษฎรอำรุง จังหวัดชลบุรี



ประวัติย่อผู้วิจัย

## ประวัติย่อผู้วิจัย

ชื่อ ชื่อสกุล	นายศุภโชค สีวันนา
วันเดือนปีเกิด	24 มีนาคม 2525
สถานที่เกิด	อำเภอเนินขาม จังหวัดชัยนาท
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	107 หมู่ 2 ตำบลสุขเดือนห้า อำเภอเนินขาม จังหวัดชัยนาท 17130
ตำแหน่งหน้าที่การงานปัจจุบัน	ครู คศ.2
สถานที่ทำงานปัจจุบัน	โรงเรียนเฉลิมพระเกียรติสมเด็จพระศรีนครินทร์ สมุทรสาคร ในพระราชูปถัมภ์สมเด็จพระเทพรัตนราชสุดาฯ สยามบรมราชกุมารี อำเภอเมือง จังหวัดสมุทรสาคร
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2544	มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนลาซาลโชติรวินครสวรรค์ อำเภอเมือง จังหวัดนครสวรรค์
พ.ศ. 2548	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) วิชาเอกคณิตศาสตร์ จากมหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2549	ประกาศนียบัตรบัณฑิตทางการสอน (ทางการสอน) จากมหาวิทยาลัยนเรศวร
พ.ศ. 2556	การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.) สาขาวิชาการมัธยมศึกษา (การสอนคณิตศาสตร์) จากมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ