

การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

นารี ผามั่น

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
กรกฎาคม 2560
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

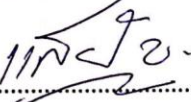
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นารี ผามั่น ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

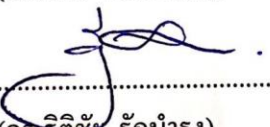

..... อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
(ดร.นคร ละลอกน้ำ)



..... อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม
(ดร.จิติชัย รักบำรุง)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธาน
(ดร.แสงทอง บุญยิ่ง)


..... กรรมการ
(ดร.นคร ละลอกน้ำ)


..... กรรมการ
(ดร.จิติชัย รักบำรุง)


..... กรรมการ
(ดร.สิราวรรณ จรัสรวีวัฒน์)

คณะศึกษาศาสตร์อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษาของมหาวิทยาลัยบูรพา


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร.วิจิต สุรัตน์เรืองชัย)

วันที่ 14 เดือน พฤษภาคม พ.ศ. 2560

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลงได้ด้วยความอนุเคราะห์ของหน่วยงาน และบุคลากรที่เกี่ยวข้องหลายฝ่าย ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ดร.นคร ละลอกน้ำ ประธานกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ดร.จิตติชัย รักบำรุง ดร.แสงทอง บุญยิ่ง และ ดร.สิริววรรณ จรัสวิวัฒน์ ที่กรุณาให้ข้อเสนอแนะให้คำปรึกษา และให้คำแนะนำเพื่อนำมาปรับปรุงข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่มาโดยตลอด ขอขอบพระคุณ ผู้ทรงคุณวุฒิทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบเครื่องมือ รวมทั้งให้คำแนะนำต่าง ๆ นอกจากนี้ ยังได้รับความอนุเคราะห์จาก นายวิศิษฎ์ อ้นขวัญเมือง ผู้อำนวยการ โรงเรียนบ้านบ่อวิน (ลิขิตราษฎร์บำรุง) ตลอดจนครู และนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอพระคุณ คุณพ่อ และคุณแม่ที่ให้อำลังใจ และสนับสนุนมาโดยตลอด รวมไปถึงเพื่อน ๆ พี่ ๆ ทุกคนที่คอยช่วยเหลือให้อำลังใจ และให้คำปรึกษาแก่ผู้วิจัยเสมอมา

คุณค่า และประโยชน์ของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นกตัญญูกตเวทิตาแด่บุพการี บุรพจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านทั้งในอดีต และปัจจุบันที่ทำให้ข้าพเจ้าเป็นผู้มีการศึกษา และประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

นารี ผามัน

55920475: สาขาวิชา: เทคโนโลยีการศึกษา; กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา)

คำสำคัญ: บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน/ ประสิทธิภาพ/ คณิตศาสตร์

นารี ผามั่น: การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 (THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION IN MATHEMATICS ON MEASUREMENT OF PRATHOMSUKSA 4 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: นคร ละลอกน้ำ, ปร.ค., ฐิติชัย รั๊กบำรุง, ปร.ค. 102 หน้า. ปี พ.ศ. 2560.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85 และเพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบ่อวิน จำนวน 90 คน กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบ่อวิน ชลบุรี ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) 1 ห้อง จำนวน 45 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ประกอบด้วย บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน แบบประเมินคุณภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสำหรับผู้เชี่ยวชาญ และแบบทดสอบก่อนเรียน และหลังเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ การวิเคราะห์ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ค่าร้อยละ และการทดสอบ t -test Dependent

ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 86.15/87.11 เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85 ที่ตั้งไว้ และผลการเปรียบเทียบคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

55920475: MAJOR: EDUCATION TECHNOLOGY; M.Ed. (EDUCATIONAL TECHNOLOGY)

KEYWORDS: COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION/ EFFICIENCY/ MATHEMATICS

NAREE PHAMAN: THE DEVELOPMENT OF COMPUTER ASSISTED INSTRUCTION IN MATHEMATICS ON MEASUREMENT OF PRATOMSUKSA 4 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: NAKHON LALOGNUM, Ph.D., THITICHAI RUCKBUMRUNG, Ph.D. 102 P. 2017.

The objectives of this research were to develop computer assisted instruction for mathematics on measurement for pratomsuksa 4, to meet the efficiency of $E_1/E_2 = 85/85$ and compare the pre-learning and post-learning scores of students who study from the computer assisted instruction for mathematics on measurement for pratomsuksa 4. The samples used in this stude were 45 Pratomsuksa 4 students at Banbowin School, Chonburi. They were randomly selected from the population of 90 Pratomsuksa 4 students. The instruments used in this study included computer assisted instruction, and learning achievement tests. The statistics used for the data analysis were Mean, Standard Deviation, Percentage, and *t*-test dependent samples.

It was found that the Computer assisted instruction for Mathematics on Measurement for Pratomsuksa 4 students possessed the efficiency of 86.15/87.11. The post-learning scores were higher than the pre-learning ones with a .05 statisical significant difference.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
สารบัญ	ฉ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญภาพ	ฌ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	4
สมมติฐานในการวิจัย	4
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	4
ขอบเขตของการวิจัย.....	4
นิยามศัพท์เฉพาะ	5
กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual framework)	6
2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	7
หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	7
มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเนื้อหาเรื่องการวัด.....	15
การเรียนการสอนคณิตศาสตร์	20
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	35
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	56
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	58
การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	58
การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	59
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	66
การวิเคราะห์ข้อมูล	67

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	67
4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	70
ตอนที่ 1 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์	
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4	70
ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	
ตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85	71
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน	
ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน	71
5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	73
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	73
วิธีดำเนินการวิจัย.....	73
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	73
การวิเคราะห์ข้อมูล	73
สรุปผลการวิจัย.....	74
อภิปรายผล	74
ข้อเสนอแนะ.....	75
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก	82
ภาคผนวก ก.....	83
ภาคผนวก ข.....	89
ภาคผนวก ค.....	93
ประวัติย่อของผู้วิจัย	102

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1	ประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง.....	71
2	การเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน.....	71
3	คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบเดี่ยว 3 คน	84
4	คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบกลุ่มย่อย 10 คน ..	84
5	คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบสนาม 30 คน	85
6	คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน ...	86
7	ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ.....	92

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1 กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	6
2 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	61
3 โครงสร้างเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.....	62
4 หน้า Title.....	94
5 หน้าลงทะเบียน	95
6 หน้าเมนูหลัก	95
7 หน้าวิธีใช้.....	95
8 หน้าเมนูเนื้อหา.....	96
9 หน้าเนื้อหา.....	96

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุล ทั้งร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองของโลก ยึดมั่น ในการปกครองระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะ พื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษ ต่อการประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต มุ่งเน้น ผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) อีกทั้งยังสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 22 ที่ว่า “ต้องยึดหลักว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้ และถือว่า ผู้เรียนมีความสำคัญที่สุด กระบวนการจัดการศึกษาต้องส่งเสริมให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาตาม ธรรมชาติ และเต็มตามศักยภาพ”

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อชีวิตของมนุษย์เราเป็นอันมากอาจกล่าวได้ว่า มนุษย์เรา เติบโตมาพร้อม ๆ กับการพัฒนาความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ ทั้งที่เป็นการเรียนรู้โดยธรรมชาติ ที่แวดล้อมตัวเรา และการเรียนรู้ในชั้นเรียน คนส่วนใหญ่ที่ไม่ได้เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์โดยตรง มักเข้าใจว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องของตัวเลขและการคำนวณ ซึ่งเป็นการให้ความหมายของคณิตศาสตร์ อย่างแคบ ๆ แท้ที่จริงคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการศึกษาหาความรู้ในศาสตร์อื่น ๆ และใช้ ในการคิดค้นสิ่งประดิษฐ์ต่าง ๆ (ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร, 2547) ซึ่งสอดคล้องกับกระทรวงศึกษาธิการ (2551) ที่กล่าวไว้ว่า คณิตศาสตร์ช่วยพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และสามารถนำไปใช้ ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษา ทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ซึ่ง พลิน สรช่วย (2552) ก็ได้กล่าวถึง ความสำคัญของคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นเครื่องมือนำไปสู่ความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี เศรษฐกิจ และสังคม ตลอดจนเป็นพื้นฐานสำหรับการค้นคว้าวิจัยทุกประเภท เพราะคณิตศาสตร์ ช่วยพัฒนาความคิดของผู้เรียนให้สามารถคิดได้อย่างมีระบบ มีเหตุผล แก้ปัญหาได้อย่างมี ประสิทธิภาพ

ปัจจุบันคณิตศาสตร์เป็นที่รู้จักในความหมายที่กว้างขวาง นักคณิตศาสตร์ศึกษาได้กล่าวถึง ลักษณะของคณิตศาสตร์ไว้ว่า คณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม เป็นวิชาที่เกี่ยวข้องกับความคิดรวบยอด ซึ่งเกิดจากการสรุปความคิดที่เหมือน ๆ กัน อันเกิดจากปรากฏการณ์หรือประสบการณ์ที่เกิดขึ้น (ปิยรัตน์ จาตุรันตบุตร, 2547) ด้วยคณิตศาสตร์มีลักษณะเป็นนามธรรม จึงทำให้ยากต่อความเข้าใจของผู้เรียน ต้องใช้ความคิดวิเคราะห์อย่างสมเหตุสมผล จึงทำให้ผู้เรียนส่วนใหญ่ไม่ชอบเรียนคณิตศาสตร์ เพราะการสอนมักจะเน้นจำวิธีทำหรือสูตร เมื่อสูตรมีความซับซ้อนก็ยากที่จะทำได้ ส่งผลให้ผู้เรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ไม่ดี (ชิน ภู่วรรณ, 2543) อีกทั้งบทบาท และคุณภาพของครูที่เป็นปัญหาเด่นชัด คือ ครูไม่นำนวัตกรรม และเทคโนโลยีมาช่วยปรับปรุงคุณภาพการสอนการสอน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะครูไม่เห็นความสำคัญของการใช้สื่อการสอนเท่าที่ควร แม้บางท่านจะเห็นคุณค่าของสื่อที่จะช่วยปรับปรุงคุณภาพการเรียนรู้ แต่ตนเองขาดความเข้าใจในการผลิต และการใช้ ขาดเวลาที่จะเตรียม จึงเป็นเหตุให้ครูส่วนใหญ่ใช้การสอนแบบบรรยาย โดยทำหน้าที่ถ่ายทอดความรู้ด้วยการพูด (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สีนสกุล, 2542)

ดังนั้น กิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องหลากหลาย เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพ (ยุพิน พิพิธกุล, 2543, หน้า 25) โดยที่ระบบการสอนนั้นจะต้องสมบูรณ์ โดยประกอบด้วย 5 ส่วน ได้แก่ ผู้สอน นักเรียน เนื้อหา สื่อ และการประเมินผล จากองค์ประกอบทั้ง 5 ส่วน จะเห็นได้ว่าสื่อเป็นองค์ประกอบสำคัญในการถ่ายทอดความรู้ ดังนั้นการจัดการเรียนการสอนส่วนใหญ่จะประสบความสำเร็จได้ด้วยการใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม เพราะสื่อช่วยให้การจัดการเรียนการสอนบรรลุเป้าหมายได้อย่างมีประสิทธิภาพ (Kemp อ้างถึงใน กมลรัตน์ สกุลมณี, 2546) และเนื่องจากในชั้นเรียนจะประกอบด้วยผู้เรียนที่คละกันอยู่ การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนจะต้องคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 มาตรา 24 ข้อ 1 ที่ว่า “จัดเนื้อหาสาระและกิจกรรมให้สอดคล้องกับความสนใจและความถนัดของผู้เรียน โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล” ผู้สอนต้องเตรียมบทเรียน เทคนิควิธีการสอนต่าง ๆ ให้เหมาะสมกับผู้เรียน อีกทั้งควรมีการเตรียมสื่อการสอน อุปกรณ์การสอน หรือนวัตกรรมมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนให้เหมาะสม

ปัจจุบันเทคโนโลยีเข้ามามีบทบาทสำคัญต่อการศึกษาของไทย ทำให้สามารถจัดการเรียนการสอนได้อย่างทั่วถึง การสอนตามแบบดั้งเดิมที่มีผู้เรียน และผู้สอนร่วมทำกิจกรรมการเรียนการสอนภายในห้องเรียนได้เปลี่ยนไป ผู้เรียนกับผู้สอนไม่จำเป็นต้องอยู่ในที่เดียวกัน หรือแม้แต่ผู้เรียนจะเรียนในเวลาใดก็ได้ จะทบทวนบทเรียนให้เกิดความรู้ความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

ทำให้สามารถจัดการศึกษาได้อย่างทั่วถึงมากขึ้น ผู้คนมีโอกา และทางเลือกในการศึกษามากยิ่งขึ้น (ปรัชญานันท์ นิลสุข, 2547) ซึ่งเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์ และการสื่อสารโทรคมนาคม มีบทบาทที่สำคัญต่อการพัฒนาการศึกษา เทคโนโลยีที่มีบทบาทสำคัญอย่างมากต่อการศึกษา ที่เข้ามามีส่วนช่วยสนับสนุนการเรียนรู้หลายอย่าง เช่น ระบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ระบบมัลติมีเดีย ระบบวิดีโอออนไลน์ วิกิ โอคอนเฟอเรนซ์ และอินเทอร์เน็ต เป็นต้น ระบบเหล่านี้เป็นตัวสนับสนุน การรับรู้ข่าวสาร และการค้นหาข้อมูลข่าวสารเพื่อการเรียนรู้ (พัลลภ พิริยะสุวรรณ, 2543)

การจัดการเรียนการสอน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งเป็นสื่อการสอนยุคใหม่ ที่มีประสิทธิภาพมาก สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนเอง คอมพิวเตอร์ช่วยสอน จึงกลายเป็นสื่อการศึกษาที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541) เนื่องจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถตอบสนองการเรียนรู้ในลักษณะต่าง ๆ ที่จะนำไปสู่การพัฒนาความสามารถด้านสติปัญญาของแต่ละคนได้อย่างเต็มที่อีกทั้งบทเรียน และจัดการเรียนการสอนที่ถูกจัดกระทำไว้อย่างมีระบบ และแบบแผน เพื่อให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์ โดยตรงกับบทเรียนนั้น ๆ ตามความสามารถของตนเอง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็น นวัตกรรมทางการศึกษาที่ประยุกต์ใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ในการจัดการเกี่ยวกับข้อความ ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว เสียง และการปฏิสัมพันธ์ ผสมผสานการอย่างกลมกลืน และเป็นระบบ เพื่อนำเสนอเนื้อหาความรู้ และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างมีแบบแผนตามวัตถุประสงค์ ของบทเรียน ทำให้การนำเสนอองค์ความรู้เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ และตอบสนองผู้เรียนได้ดี โดยเน้นความแตกต่างของผู้เรียนเป็นหลัก จึงส่งผลให้การเรียนการสอนเป็นเรื่องที่สะดวก และมีประสิทธิภาพมากขึ้น (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับ ฌ์ฐกร สงคราม (2553) ที่กล่าวว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นนวัตกรรมที่มีจุดเด่นและมีประโยชน์ต่อการศึกษา ในศาสตร์สาขาต่าง ๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วิชาคณิตศาสตร์ เพราะเป็นสื่อที่สามารถสร้างแรงจูงใจ ผู้เรียนได้ดี และอธิบายสิ่งที่ซับซ้อนให้เข้าใจง่าย มีการโต้ตอบปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน ส่งเสริม ความรับผิดชอบของผู้เรียน

จากที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นสามารถเป็นตัวช่วยสำคัญ ในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ได้เป็นอย่างดี เป็นสื่อที่ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองตามศักยภาพ และสามารถพัฒนาสติปัญญาของผู้เรียนได้อย่างเต็มที่ โดยไม่จำกัดเวลา และสถานที่ อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาความแตกต่างระหว่างบุคคลได้อีกด้วย ซึ่งผู้เรียนสามารถศึกษา และเรียนรู้ผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจนเกิดองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง โดยมีครูผู้สอน เป็นผู้คอยชี้แนะและให้คำปรึกษาเกี่ยวกับเนื้อหาในบทเรียน

ดังนั้น ผู้วิจัยจึงมีความสนใจในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การวัด เพราะเนื้อหาในหน่วยการเรียนรู้ เรื่อง การวัดนั้น เป็นพื้นฐานในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาในหน่วยการเรียนรู้อื่น ๆ ต่อไป หากผู้เรียนไม่มีความสามารถในเรื่องของการวัด จะส่งผลต่อการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ และศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป โดยครูผู้สอนสามารถนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนี้ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่สอดคล้องกับหลักสูตร แล้วยังส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ต่อไป

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85
2. เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

สมมติฐานของการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85
2. ผู้เรียนมีผลคะแนนหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85
2. เป็นแนวทางในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาอื่น ๆ ต่อไป

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
 - 1.1 ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบ่อวิน จำนวน 90 คน
 2. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษา คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4/1 โรงเรียนบ้านบ่อวิน 1 ห้องเรียน จำนวน 45 คน โดยได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling)

3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

3.1 บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3.2 แบบทดสอบก่อน และหลังเรียน

4. ตัวแปรที่ศึกษา

4.1 ตัวแปรต้น คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

4.2 ตัวแปรตาม คือ ผลการเรียนรู้หลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

5. เนื้อหา คือ วิชาคณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การวัด

5.1 ความยาว

5.2 การชั่ง

5.3 การตวง

5.4 เวลา

5.5 เงิน

6. ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมการเรียนที่นำเสนอเนื้อหาในลักษณะโปรแกรมสำเร็จรูปที่เสนอเป็นข้อความ ภาพ เสียง ภาพเคลื่อนไหว แบบทดสอบ ทำกิจกรรมโต้ตอบกันได้ระหว่างผู้เรียนกับคอมพิวเตอร์ เรียนรู้ได้ตามความสนใจของผู้เรียน และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล ซึ่งตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ประกอบด้วยเนื้อเรื่อง การวัดดนตรีบรรเลง แบบฝึกหัด ภาพประกอบ และการแสดงผลย้อนกลับทันทีเมื่อผู้เรียนทำแบบฝึกหัดทำขบทเรียน

2. ประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง ผลการทดสอบประสิทธิภาพของกระบวนการและประสิทธิภาพของผลลัพธ์ โดยใช้สูตร E_1/E_2 ของ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยงค์ พรหมวงศ์

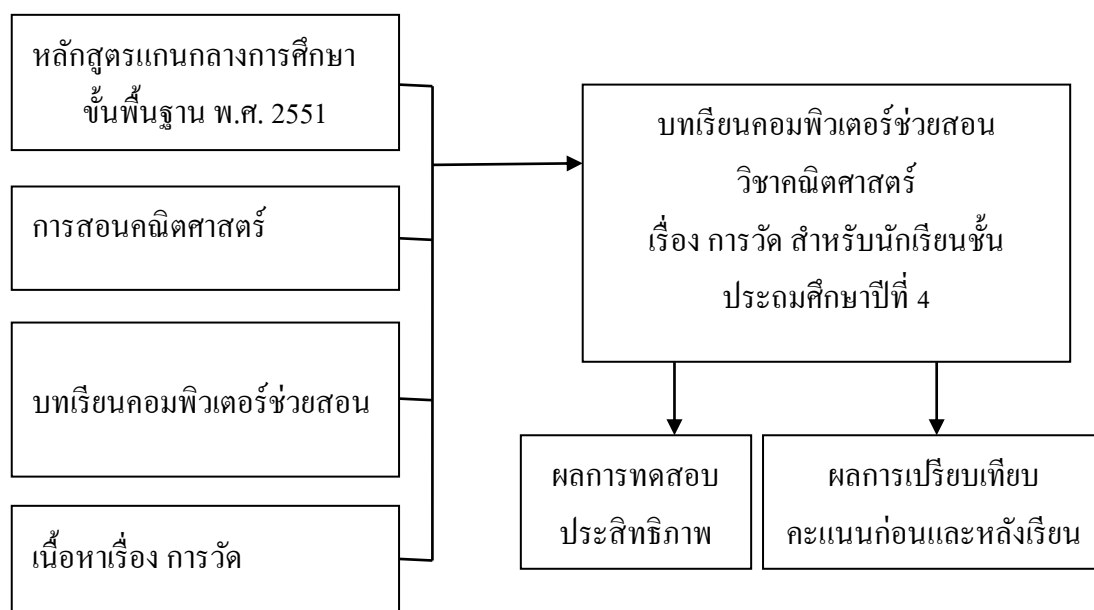
3. $E_1 = 85$ หมายถึง คะแนนของผู้เรียนที่เรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากการทำแบบฝึกหัด มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85

4. $E_2 = 85$ หมายถึง คะแนนของผู้เรียนจากการทำแบบทดสอบหลังจากเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85

5. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 หมายถึง นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของโรงเรียนบ้านบ่อวิน ตำบลบ่อวิน อำเภอสรีราชา จังหวัดชลบุรี

6. ผลคะแนน หมายถึง คะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง

กรอบแนวคิดในการวิจัย (Conceptual framework)



ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาหลักการ แนวคิด ทฤษฎี เอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ดังหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเนื้อหาเรื่อง การวัด
3. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์
4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติ ให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และเป็นพลโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติ ที่จำเป็นต่อการศึกษต่อการศึกษาประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้ และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมาย และมาตรฐานการเรียนรู้ เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ ทักษะ เจตคติ และคุณธรรม บนพื้นฐานของความเป็นไทยควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสดำเนินการศึกษาอย่างเสมอภาค และมีคุณภาพ

3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจ ให้สังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับสภาพ และความต้องการของท้องถิ่น

4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลา และการจัดการเรียนรู้

5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ

6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ นอกกระบบ และตามอัธยาศัย ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมาย สามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้ และประสบการณ์

จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียน เมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัย และปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต

3. มีสุขภาพกาย และสุขภาพจิตที่ดี มีสุนทรีย์ และรักการออกกำลังกาย

4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทย และพลโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข

5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์ และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์ และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งให้ผู้เรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสาร และประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้ง

การเจรจาต่อรองเพื่อขจัด และลดปัญหาความขัดแย้งต่าง ๆ การเลือกรับ หรือไม่รับข้อมูลข่าวสาร ด้วยหลักเหตุผล และความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเอง และสังคม

2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้ หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม

3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรม และข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์ และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่าง ๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้ มาใช้ในการป้องกัน และแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคม และสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่าง ๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหา และความขัดแย้งต่าง ๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคม และสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเอง และผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี เป็นความสามารถในการเลือก และใช้ เทคโนโลยี ด้านต่าง ๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเอง และสังคมในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

คุณลักษณะอันพึงประสงค์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน

7. รักความเป็นไทย

8. มีจิตสาธารณะ

นอกจากนี้ สถานศึกษาสามารถกำหนดคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพิ่มเติมให้สอดคล้องตามบริบท และจุดเน้นของตนเอง

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ และคุณภาพผู้เรียน

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เปิดโอกาสให้เยาวชนทุกคนได้เรียนรู้คณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องตามศักยภาพ โดยกำหนดสาระหลักที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคน ดังนี้

1. จำนวน และการดำเนินการ: ความคิดรวบยอดและความรู้ลึกเชิงจำนวน ระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง การดำเนินการของจำนวน อัตราส่วน ร้อยละ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

2. การวัด: ความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ การแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

3. เรขาคณิต: รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิตหนึ่งมิติ สองมิติ และสามมิติ การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation)

4. พีชคณิต: แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซตและการดำเนินการของเซต การให้เหตุผล นิพจน์ สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิต

5. การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น: การกำหนดประเด็น การเขียนข้อความ การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลาง

และการกระจายของข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลความข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติ และความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจในการดำเนินชีวิตประจำวัน

6. ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การแก้ปัญหาด้วยวิธีการที่หลากหลาย การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และการเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สาระที่ 1 จำนวน และการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน และการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจถึงผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวน และความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้การประมาณค่าในการคำนวณ และแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 1.4 เข้าใจระบบจำนวน และนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้

สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

มาตรฐาน ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 อธิบาย และวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

มาตรฐาน ค 3.2 ใช้การนิรนัย (Visualization) ใช้เหตุผลเกี่ยวกับปริภูมิ (Spatial reasoning) และใช้แบบจำลองทางเรขาคณิต (Geometric model) ในการแก้ปัญหา

สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 เข้าใจ และวิเคราะห์แบบรูป (Pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

มาตรฐาน ค 4.2 ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์ (Mathematical model) อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมาย และนำไปใช้แก้ปัญหา

สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูล และความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 เข้าใจ และใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจ และแก้ปัญหา

สาระที่ 6 ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน ค 6.1 มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

คุณภาพผู้เรียน

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 3

1. มีความรู้ความเข้าใจและความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับไม่เกินหนึ่งแสน และศูนย์ และการดำเนินการของจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหาร พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก ปริมาตร ความจุ เวลา และเงิน สามารถวัดได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหา ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม รูปวงรี ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกลม ทรงกระบอก รวมทั้ง จุด ส่วนของเส้นตรง รังสี เส้นตรง และมุม
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้
5. รวบรวมข้อมูล และจำแนกข้อมูลเกี่ยวกับตนเอง และสิ่งแวดล้อมใกล้ตัวที่พบเห็นในชีวิตประจำวัน และอภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ และแผนภูมิแท่งได้
6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผล ได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์ กับศาสตร์อื่น ๆ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

1. มีความรู้ความเข้าใจ และความรู้สึกเชิงจำนวนเกี่ยวกับจำนวนนับ และศูนย์ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง ร้อยละ การดำเนินการของจำนวน สมบัติเกี่ยวกับจำนวน สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับการบวก การลบ การคูณ และการหารจำนวนนับ เศษส่วน ทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่ง และร้อยละ พร้อมทั้งตระหนักถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบที่ได้ สามารถหาค่าประมาณของจำนวนนับ และทศนิยมไม่เกินสามตำแหน่งได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตร ความจุ เวลา เงิน ทิศ แผนที่ และขนาดของมุม สามารถวัดได้อย่างถูกต้อง และเหมาะสม และนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้แก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับลักษณะ และสมบัติของรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม รูปวงกลม ทรงสี่เหลี่ยมมุมฉาก ทรงกระบอก กรวย ปริซึม พีระมิด มุม และเส้นขนาน

4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแบบรูป และอธิบายความสัมพันธ์ได้ แก้ปัญหาเกี่ยวกับแบบรูป สามารถวิเคราะห์สถานการณ์ หรือปัญหาพร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปของสมการเชิงเส้น ที่มีตัวไม่ทราบค่าหนึ่งตัว และแก้สมการนั้นได้

5. รวบรวมข้อมูล อภิปรายประเด็นต่าง ๆ จากแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่ง เปรียบเทียบแผนภูมิรูปวงกลม กราฟเส้น และตาราง และนำเสนอข้อมูลในรูปของแผนภูมิรูปภาพ แผนภูมิแท่ง แผนภูมิแท่งเปรียบเทียบ และกราฟเส้น ใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นเบื้องต้น ในการคาดคะเนการเกิดขึ้นของเหตุการณ์ต่าง ๆ ได้

6. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับจำนวนจริง มีความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน ร้อยละ เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง สามารถดำเนินการเกี่ยวกับจำนวนเต็ม เศษส่วน ทศนิยม เลขยกกำลัง รากที่สองและรากที่สามของจำนวนจริง ใช้การประมาณค่าในการดำเนินการและแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนไปใช้ในชีวิตจริงได้

2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพื้นที่ผิวของปริซึม ทรงกระบอก และปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม เลือกใช้หน่วยการวัดในระบบต่าง ๆ เกี่ยวกับความยาว พื้นที่ และปริมาตรได้อย่างเหมาะสม พร้อมทั้งสามารถนำความรู้เกี่ยวกับการวัดไปใช้ในชีวิตจริงได้

3. สามารถสร้างและอธิบายขั้นตอนการสร้างรูปเรขาคณิตสองมิติโดยใช้วงเวียน และเส้นตรง อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตสามมิติ ซึ่งได้แก่ ปริซึม พีระมิด ทรงกระบอก กรวย และทรงกลม ได้

4. มีความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของความเท่ากันทุกประการ และความคล้ายของรูปสามเหลี่ยม เส้นขนาน ทฤษฎีบทพีทาโกรัส และบทกลับ และสามารถนำสมบัติเหล่านั้นไปใช้ในการให้เหตุผล และแก้ปัญหาได้ มีความเข้าใจเกี่ยวกับการแปลงทางเรขาคณิต (Geometric transformation) ในเรื่องการเลื่อนขนาน (Translation) การสะท้อน (Reflection) และการหมุน (Rotation) และนำไปใช้ได้

5. สามารถนิยามภาพ และอธิบายลักษณะของรูปเรขาคณิตสองมิติ และสามมิติ

6. สามารถวิเคราะห์ และอธิบายความสัมพันธ์ของแบบรูป สถานการณ์ หรือปัญหา และสามารถใช้สมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปร อสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และกราฟในการแก้ปัญหาได้

7. สามารถกำหนดประเด็น เขียนข้อคำถามเกี่ยวกับปัญหา หรือสถานการณ์ กำหนดวิธีการศึกษา เก็บรวบรวมข้อมูล และนำเสนอข้อมูลโดยใช้แผนภูมิรูปร่างกลม หรือรูปแบบอื่นที่เหมาะสมได้

8. เข้าใจค่ากลางของข้อมูลในเรื่องค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัชฐาน และฐานนิยมของข้อมูลที่ยังไม่ได้แจกแจงความถี่ และเลือกใช้ได้อย่างเหมาะสม รวมทั้งใช้ความรู้ในการพิจารณาข้อมูลข่าวสารทางสถิติ

9. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ และประกอบการตัดสินใจในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้

10. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6

1. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับระบบจำนวนจริง ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง จำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ หาค่าประมาณของจำนวนจริงที่อยู่ในรูปกรณฑ์ และจำนวนจริงที่อยู่ในรูปเลขยกกำลัง โดยใช้วิธีการคำนวณที่เหมาะสมและสามารถนำสมบัติของจำนวนจริงไปใช้ได้

2. นำความรู้เรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติไปใช้คาดคะเนระยะทาง ความสูง และแก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดได้

3. มีความคิดรวบยอดในเรื่องเซต การดำเนินการของเซต และใช้ความรู้เกี่ยวกับแผนภาพเวนน์-ออยเลอร์แสดงเซต ไปใช้แก้ปัญหา และตรวจสอบความสมเหตุสมผลของการให้เหตุผลเข้าใจ และสามารถใช้การให้เหตุผลแบบอุปนัย และนิรนัยได้
4. มีความคิดรวบยอดเกี่ยวกับความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน สามารถใช้ความสัมพันธ์ และฟังก์ชันแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
5. เข้าใจความหมายของลำดับเลขคณิต ลำดับเรขาคณิต และสามารถหาพจน์ทั่วไปได้ เข้าใจความหมายของผลบวกของ n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต อนุกรมเรขาคณิต และหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และอนุกรมเรขาคณิตโดยใช้สูตร และนำไปใช้ได้
6. รู้ และเข้าใจการแก้สมการ และอสมการตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสอง รวมทั้งใช้กราฟของสมการ อสมการ หรือฟังก์ชันในการแก้ปัญหา
7. เข้าใจวิธีการสำรวจความคิดเห็นอย่างง่าย เลือกใช้ค่ากลางได้เหมาะสมกับข้อมูล และวัตถุประสงค์ สามารถหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต มัธยฐาน ฐานนิยม ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และเปอร์เซ็นต์ไทล์ของข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และนำผลจากการวิเคราะห์ข้อมูลไปช่วยในการตัดสินใจ
8. เข้าใจเกี่ยวกับการทดลองสุ่ม เหตุการณ์ และความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ สามารถใช้ความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ ประกอบการตัดสินใจ และแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้
9. ใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา ใช้ความรู้ ทักษะ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจ และสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษา และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้อง และชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเนื้อหาเรื่อง การวัด

การวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเนื้อหาเรื่อง การวัด ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาใช้ในการวิจัย โดยเนื้อหาเรื่อง การวัดนี้จัดอยู่ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พ.ศ. 2551 ซึ่งมีมาตรฐาน ตัวชี้วัด และเนื้อหา ดังนี้

มาตรฐาน และตัวชี้วัด

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด

ค 2.1 ป.4/1 บอกความ สัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร หรือความจุ และเวลา

ค 2.1 ป.4/3 บอกเวลาบน หน้าปัดนาฬิกา อ่านและเขียนเวลาโดย ใช้จุด และ บอกระยะเวลา

ค 2.1 ป.4/4 คาดคะเนความยาว น้ำหนักปริมาตร หรือความจุ

ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

ค 2.2 ป.4/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง เงิน และเวลา

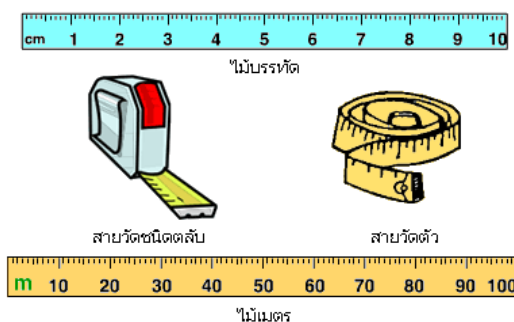
ค 2.2 ป.4/2 เขียนบันทึกการยรับ รายจ่าย

ค 2.2 ป.4/3 อ่าน และเขียนบันทึก กิจกรรม หรือเหตุการณ์ที่ระบุเวลา

เนื้อหาเรื่อง การวัด

1. ความยาว

1.1 ตัวอย่างเครื่องมือที่ใช้ในการวัดความยาว



มิลลิเมตร เซนติเมตร เมตร และกิโลเมตรเป็นหน่วยที่ใช้บอกความยาวในระบบเมตริก

มิลลิเมตร ใช้ตัวย่อ มม.

เซนติเมตร ใช้ตัวย่อ ซม.

เมตร ใช้ตัวย่อ ม.

กิโลเมตร ใช้ตัวย่อ กม.

ความยาว 1 เซนติเมตร เท่ากับ ความยาว 10 มิลลิเมตร

ความยาว 1 เมตร เท่ากับ ความยาว 100 เซนติเมตร

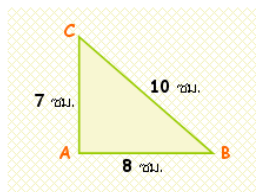
ความยาว 1 กิโลเมตร เท่ากับ ความยาว 1,000 เมตร

วา เป็นหน่วยที่ใช้บอกความยาวของไทย

วา ใช้ตัวย่อ ว.

ความยาว 1 วา เท่ากับ ความยาว 2 เมตร

1.2 ความยาวรอบรูป



รูปสามเหลี่ยมมีด้านยาว 7 ซม. 10 ซม. และ 8 ซม.
ความยาวรอบรูปสามเหลี่ยมเท่ากับ
 $7 + 10 + 8 = 25$ ซม.

1.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดความยาว

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดความยาวในระบบเมตริก

10 มิลลิเมตร เท่ากับ 1 เซนติเมตร

100 เซนติเมตร เท่ากับ 1 เมตร

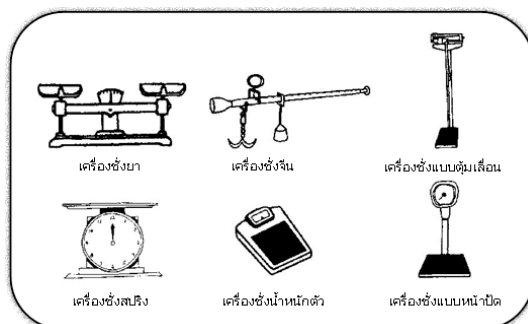
1,000 เมตร เท่ากับ 1 กิโลเมตร

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยวัดความยาว วา กับ เมตร

1 วา เท่ากับ 2 เมตร

2. การชั่ง

2.1 ตัวอย่างเครื่องชั่ง



2.2 หน่วยที่ใช้ในการชั่ง

กรัม กิโลกรัม เป็นหน่วยที่ใช้บอกน้ำหนัก

กรัม ใช้อักษรย่อ ก.

กิโลกรัม ใช้อักษรย่อ กก.

น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับน้ำหนัก 1,000 กรัม

น้ำหนัก 100 กรัม เท่ากับน้ำหนัก 1 ซีด

น้ำหนัก 1 กิโลกรัม เท่ากับน้ำหนัก 10 ซีด

หน่วยชั่งน้ำหนักเมตริกตัน

เมตริกตัน เป็นหน่วยที่ใช้บอกน้ำหนัก

น้ำหนัก 1 เมตริกตัน เท่ากับ น้ำหนัก 1,000 กิโลกรัม

เมตริกตัน อาจเรียกสั้นๆว่า ตัน

2.3 ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการชั่ง

ความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยการชั่งในระบบเมตริกตัน

1,000 กรัม เท่ากับ 1 กิโลกรัม

1,000 กิโลกรัม เท่ากับ 1 เมตริกตัน (ตัน)

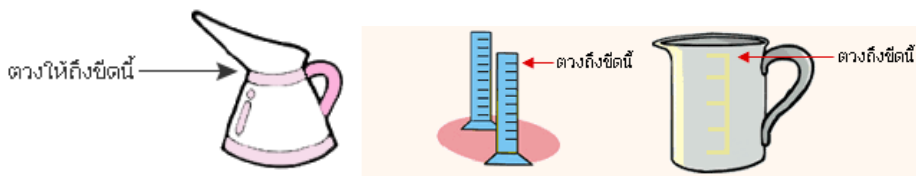
1 ชีด เท่ากับ 100 กรัม

3. การตวง

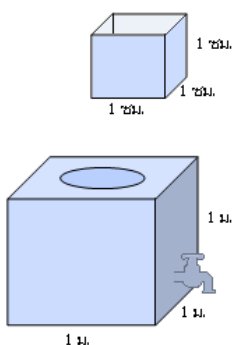
3.1 การตวง



เครื่องตวงของแห้ง เครื่องตวงของเหลว เครื่องตวงน้ำมัน การตวงสิ่งของให้มีปริมาตร 1 ลิตร



3.2 หน่วยการตวงเป็นลูกบาศก์เซนติเมตร ลูกบาศก์เมตร ถัง และกวี้น



กล่องใบนี้จุ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร
น้ำเต็มกล่องมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

กล่องใบนี้จุ 1 ลูกบาศก์เมตร
น้ำเต็มกล่องมีปริมาตร 1 ลูกบาศก์เมตร

3.3 หน่วยการตวง

ลูกบาศก์เซนติเมตร และ ลูกบาศก์เมตร เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาตรหรือความจุ

ลูกบาศก์เซนติเมตร ใช้ตัวย่อว่า ลบ.ซม. อาจเขียนแทนที่ ซี.ซี. หรือ ซม.³

ลูกบาศก์เมตร ใช้ตัวย่อว่า ลบ.ม. อาจเรียกในภาษาพูดว่า คิว

ลิตร (ล.) มิลลิลิตร (มล.) ลูกบาศก์เซนติเมตร (ลบ.ซม.) ลูกบาศก์เมตร (ลบ.ม.)

เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาตรหรือความจุในระบบเมตริก

1 มิลลิลิตร เท่ากับ 1 ลูกบาศก์เซนติเมตร

1,000 มิลลิลิตร เท่ากับ 1 ลิตร

1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร เท่ากับ 1 ลิตร

ถัง เกรียน เป็นหน่วยที่ใช้บอกปริมาตร หรือความจุของไทย

1 เกรียน เท่ากับ 100 ถัง

1 ถัง เท่ากับ 20 ลิตร

เกรียน เท่ากับ 2,000 ลิตร

4. เวลา

4.1 การบอกเวลา



กลางวัน

เวลา 8.35 น.

อ่านว่า 8 นาฬิกา 35 นาที



กลางคืน

เวลา 20.35 น.

อ่านว่า 20 นาฬิกา 35 นาที

4.2 การบอกระยะเวลา

นิตอาบนํ้าเวลา 6.05 น.

15 นาทีต่อมา นิตอาบนํ้า นั้นหมายถึง นิตอาบนํ้า เวลา 6.20 น.

อีกครั้งชั่วโมงต่อมา นิตรับประทานอาหารเช้า

นั้นหมายถึงนิตอาบนํ้าเวลา 6.50 น.

4.3 ความสัมพันธ์ของหน่วยเวลา

มาตราเวลา

60 วินาที	เป็น	1	นาที
60 นาที	เป็น	1	ชั่วโมง
24 ชั่วโมง	เป็น	1	วัน
7 วัน	เป็น	1	สัปดาห์
30 วัน	เป็น	1	เดือน
52 สัปดาห์	เป็น	1	ปี
12 เดือน	เป็น	1	ปี
365 วัน	เป็น	1	ปี

4.4 โจทย์ปัญหา

5. เงิน

5.1 การเขียนจำนวนเงินโดยใช้จุด และการอ่าน

จำนวนเงินเป็นบาทและสตางค์ เขียนได้โดยใช้จุดคั่น ตัวเลขที่อยู่หน้าจุดบอกจำนวนเงินเป็นบาท ตัวเลขที่อยู่หลังจุดบอกจำนวนเงินเป็นสตางค์

5.2 การเปรียบเทียบจำนวนเงิน

จ่ายเงินค่าเสื้อผ้าไป 78 บาท จ่ายเงินค่ากางเกงไป 92 บาท สรุปได้ว่า จ่ายเงินค่ากางเกงมากกว่าค่าเสื้อ

5.3 การแลกเงิน

มีธนบัตรห้าสิบบาท และธนบัตรยี่สิบบาท ขอแลกเหรียญสิบบาทจะได้ทั้งหมด

7 เหรียญ

5.4 โจทย์ปัญหา

5.5 วันที่กรายรับรายจ่าย

การเรียนรู้การสอนคณิตศาสตร์

การเตรียมการสอนคณิตศาสตร์

การเตรียมการสอนคณิตศาสตร์ หมายถึง การคาดการณ์หรือวางแผนการสอนแต่ละบทเรียนไว้ล่วงหน้าว่าจะให้ผู้เรียนเปลี่ยนพฤติกรรมในด้านต่าง ๆ ไปอย่างไร จะต้องใช้เทคนิคหรือวิธีการใดจึงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามที่ต้องการได้ เทคนิคและวิธีการเหล่านั้นจะต้องใช้วัสดุอุปกรณ์อะไรบ้าง มีวิธีการ และเครื่องมือใดบ้างที่จะตรวจสอบว่า

ผู้เรียนได้เปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปตามความต้องการมากน้อยเพียงใด ถ้าได้มีการเตรียมการสอนไว้อย่างดีพอก็จะทำให้การเรียนการสอนบรรลุตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้โดยง่าย การเตรียมการสอน วิธีสอน วิธีวัดผล เครื่องมือวัดและประเมินผล เพื่อให้ผู้เรียนบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ (มานิตย์ นิลกำเนิด, 2535) ดังนั้น ครูต้องไตร่ตรอง พิจารณาอย่างถี่ถ้วนและระมัดระวังในเรื่องการสอน ความมุ่งหมายของสิ่งที่สอน การกำหนดกิจกรรมเพื่อให้การดำเนินการสอนไม่สับสน ประหยัดเวลา ลดความผิดพลาด และเหมาะสมกับผู้เรียน ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดความคิดอย่างสร้างสรรค์ และมีระบบ ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ในการดำรงชีวิตประจำวันได้ ในการจัดการเรียนการสอนไม่ว่าวิชาใดต้องมีการเตรียมการสอน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดผลสัมฤทธิ์ตามที่ตั้งไว้ โดย วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2542) ได้กำหนดขั้นตอนต่าง ๆ ในการเตรียมการสอน ดังนี้

1. ศึกษาทำความเข้าใจหลักสูตร โดยครูจะต้องศึกษาทำความเข้าใจในเรื่องต่อไปนี้

1.1 หลักการของหลักสูตร หมายถึง เจตนารมณ์ของรัฐและแนวทางการดำเนินการที่จะทำให้งานมองเห็นแนวทางที่ชัดเจนในการกำหนดจุดหมาย โครงสร้าง และแนวทางการดำเนินการของหลักสูตร

1.2 จุดหมาย หมายถึง คุณลักษณะ หรือคุณสมบัติที่ต้องการปลูกฝัง หรือต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา

1.3 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ หมายถึง ลักษณะที่ครูผู้สอนต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษา

1.4 โครงสร้างของหลักสูตร หมายถึง ขอบข่ายหรือข้อกำหนดของมวลประสบการณ์ที่จัดให้ผู้เรียนได้รับ และเกิดคุณลักษณะตามที่ระบุไว้ในจุดหมาย

1.5 แนวทางการดำเนินงานของหลักสูตร หมายถึง การดำเนินงานให้เกิดผลตามหลักการจุดหมาย และคุณลักษณะที่พึงประสงค์ตามจุดหมายของหลักสูตรนั้น

2. การศึกษาจุดหมายของกลุ่มวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ เพื่อให้ครูผู้สอนศึกษาทำความเข้าใจให้ชัดเจนว่า กลุ่มวิชา หรือกลุ่มประสบการณ์นั้น มุ่งเน้นให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมด้านใดเพื่อจะนำไปประกอบการเขียนจุดประสงค์ของรายวิชาต่อไป

3. การวิเคราะห์ การอธิบายรายวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ เพื่อนำไปสู่การจัดทำแผนที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ เพื่อวางแผนหรือออกแบบการจัดการเรียนการสอน การวัดและการประเมินผล โดยการวิเคราะห์เนื้อหาสาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และกิจกรรมการเรียนรู้จากคำอธิบายรายวิชาที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

4. การจัดโครงสร้างรายวิชา โดยดำเนินการเมื่อจำแนกรายละเอียดของคำอธิบายรายวิชาได้แล้ว ให้นำส่วนที่เป็นเนื้อหาวิชาเพิ่มเติมรายละเอียดเป็นเนื้อหาย่อย ๆ ให้ครอบคลุมครบถ้วน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ แล้ววางโครงสร้างเพื่อเป็นภาพรวมของแผนการสอนที่จะต้องดำเนินการใน 1 รายวิชา

5. การจัดโครงสร้างแนวการสอน คือ วางแผนการสอนแบบกว้าง ๆ ที่นำจุดประสงค์การเรียนรู้ เนื้อหา วิธีการสอน และการวัดประเมินผลมาวางเป็นโครงสร้างที่แสดงความสัมพันธ์ให้เห็นขอบข่ายการจัดการเรียนการสอนในรายวิชานั้น ๆ

6. การจัดทำแผนการสอน เป็นการเขียนแผนการสอนที่จะนำไปใช้สอนอย่างละเอียด และสามารถปฏิบัติได้จริง โดยมีส่วนประกอบในแผนการสอนที่จะช่วยให้การดำเนินงานบรรลุเป้าหมายตามจุดประสงค์ ประกอบด้วยองค์ประกอบที่สำคัญ คือ เนื้อหา สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนการสอน การวัดและประเมินผล ซึ่งขั้นตอนการเขียนแผนการสอนมีรายละเอียด ดังนี้

6.1 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนมี หรือบรรลุ ซึ่งมีทั้งความรู้ ทักษะ และเจตคติ จุดประสงค์การเรียนรู้จะได้อาจมาจากจุดหมายของหลักสูตร จุดประสงค์ของวิชาหรือกลุ่มประสบการณ์ และจุดประสงค์ในคำอธิบายรายวิชา การเขียนจุดประสงค์ที่สมบูรณ์จะต้องเขียนเป็นจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ครอบคลุมพฤติกรรมทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านพุทธิพิสัยที่เน้นความสามารถทางสมอง หรือความรู้ในเนื้อหาวิชา ด้านทักษะพิสัย ที่เน้นการปฏิบัติที่ต้องลงมือทำ และด้านจิตพิสัย ที่เน้นคุณธรรม จริยธรรม หรือเจตคติ หรือความรู้สึกในใจ

6.2 เขียนสาระสำคัญที่เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหา หลักการ วิธีการ ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้รับหลังจากเรียนเรื่องนั้น ๆ แล้วทั้งด้านความรู้ ทักษะ และเจตคติ

6.3 เขียนเนื้อหา ที่เป็นรายละเอียดของเรื่องที่จะจัดการเรียนการสอนให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ ประกอบด้วยด้านทฤษฎี หลักการ วิธีการ และแนวปฏิบัติ

6.4 การเขียนกิจกรรมที่กำหนดขึ้นเพื่อนำผู้เรียน ไปสู่เป้าหมาย หรือจุดประสงค์การเรียนการสอนที่กำหนด การออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอนที่เหมาะสมต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหา มีการฝึกกระบวนการที่สำคัญให้กับผู้เรียนเหมาะสมกับธรรมชาติ และวัยของผู้เรียน เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมการเรียนรู้ต่าง ๆ ทั้งในโรงเรียน และในชีวิตจริง และสิ่งสำคัญต้องใช้กิจกรรมที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ดังนั้น การกำหนดกิจกรรมการเรียน จึงเป็นความสามารถของครุมีอาชีพในการจัดการเรียนการสอนให้มีประสิทธิภาพ

6.5 กำหนดสื่อการเรียนการสอนที่เป็นพาหนะหรือสิ่งที่จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถพัฒนาความรู้ ทักษะ และเจตคติให้บรรลุจุดประสงค์การเรียนการสอน และตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร ได้ดียิ่งขึ้น และเร็วยิ่งขึ้น

6.6 กำหนดวิธีวัด และประเมินผล ซึ่งเป็นกิจกรรมสำคัญที่สุดแทรกอยู่ในทุกขั้นตอน การจัดการเรียนการสอน เริ่มตั้งแต่ก่อนการเรียนการสอนเพื่อตรวจสอบความรู้พื้นฐานระหว่างเรียนเพื่อปรับปรุงการเรียนการสอน และสิ้นสุดการเรียนการสอนเพื่อตัดสินผลการเรียน และตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนที่กำหนดไว้หรือไม่

ครูผู้สอนในฐานะเป็นผู้จัดระบบการเรียนการสอน และควบคุมการดำเนินการสอน ให้เป็นไปตามระบบก็จะต้องเตรียมวางแผนการจัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของการเรียนการสอนวิชา คณิตศาสตร์ให้สัมพันธ์กันไป สุภรณ์ สภาพงษ์ (2541) ได้เสนอกระบวนการเตรียมการสอน ดังนี้

1. วินิจฉัยผู้เรียน เป็นการพิจารณาลักษณะต่าง ๆ ที่เป็นองค์ประกอบเกี่ยวกับผู้เรียน เพื่อให้ทราบข้อมูลของผู้เรียนที่เกี่ยวกับความสามารถทางสติปัญญา เจตคติ และค่านิยม ทักษะ ทางกาย อัตรากาเรียน ลักษณะการเรียน ประสบการณ์เดิม การเข้าร่วมกิจกรรม เป็นต้น การเตรียม การสอนคณิตศาสตร์ให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด ครูจะต้องทำความรู้จักกับผู้เรียนให้ถ่องแท้ เพื่อนำ ข้อมูลไปเตรียม และวางแผนให้สอดคล้องกับสภาพความสามารถ ความต้องการ ความสนใจ ของผู้เรียน และสอดคล้องกับแหล่งวิทยาการที่มีอยู่ด้วย

2. กำหนดวัตถุประสงค์ของการสอน เมื่อได้วิเคราะห์ความสามารถ ความต้องการ ความสนใจของผู้เรียน และประเมินแหล่งวิทยาการอย่างรอบคอบแล้ว ข้อมูลเหล่านี้สามารถนำมา เป็นพื้นฐานในการกำหนดวัตถุประสงค์ของการสอนในรูปของผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง จะให้นักเรียน เกิดพฤติกรรมอย่างไร การเขียนวัตถุประสงค์ของการสอนเขียนในรูปของพฤติกรรมที่สามารถวัด และสังเกตได้ และควรกำหนดให้วัตถุประสงค์ของการสอน เขียนในรูปของพฤติกรรมที่สามารถวัด และสังเกตได้ และควรกำหนดให้วัตถุประสงค์ ด้านความรู้ ความคิด ด้านอารมณ์ และความรู้สึ กด้านทักษะความชำนาญในเชิงปฏิบัติ สำหรับวัตถุประสงค์ของการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มีสาระ มุ่งให้ผู้เรียนรู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ โดยมุ่งให้เกิดความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการของคณิตศาสตร์ ฝึกให้คิดตามลำดับเหตุผล ก่อให้เกิดความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ฝึกฝนให้มีทักษะ สมาธิ ความสังเกต ความประณีตละเอียดถี่ถ้วน ตลอดจนปลูกฝังและส่งเสริมเจตคติในวิธีการทางวิทยาศาสตร์ และ การคิดคำนวณ

3. การจัดเตรียมเนื้อหาสาระที่จะสอน เนื้อหาวิชา หมายถึง สาระสำคัญที่ประมวลไว้ อย่างเป็นระเบียบระบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และฝึกฝนเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ ทักษะ ระบบความคิด วิธีแสวงหาความรู้ ฯลฯ ของวิชานั้น สำหรับเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์

กำหนดขึ้นจากการผสมผสานพื้นฐานทางจำนวน พีชคณิต การวัด เรขาคณิตและสถิติเข้าด้วยกัน แล้วจัดลำดับจากง่ายไปยาก และให้ความรู้เรื่องเดิมเป็นพื้นฐานการเรียนรู้สำหรับเรื่องต่อไป ในการจัดเตรียมเนื้อหาคณิตศาสตร์ จึงต้องจัดเตรียมให้สอดคล้องกับวัตถุประสงค์ เหมาะสมกับ ความสามารถของผู้เรียน เหมาะสมกับเวลา จัดเตรียมให้ครอบคลุมองค์ประกอบด้านข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หลักการ ทักษะ กระบวนการคิด วิธีแสวงหาความรู้ของวิชานั้น ๆ ด้วย

4. การจัดการเรียนการสอนหรือการดำเนินการสอน เมื่อกำหนดวัตถุประสงค์ของคณิตศาสตร์ และเนื้อหาสาระที่จะสอนไว้แล้ว ครูในฐานะผู้จัดระบบการเรียนการสอนและควบคุมดำเนินการสอน ก็จะต้องวางแผนและจัดเตรียมการจัดการสอนที่สามารถตอบสนอง และสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ ที่กำหนดไว้ด้วยการกำหนดวิธีสอนและกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำ ได้ใช้ ความคิด ได้ทดลองแก้ปัญหาและค้นพบคำตอบด้วยตนเอง ในการจัดการสอนหรือการดำเนินการสอน จะต้องกำหนดให้ชัดเจนว่าจะเริ่มต้นบทเรียนอย่างไร จะมีวิธีการใดที่จะทำให้ทราบว่าการดำเนินการ สอนบทเรียนนั้นบรรลุวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยคำนึงถึงคุณภาพการสอนเป็นสิ่งสำคัญ (สุนันทา ประไพตระกูล, 2534) สำหรับการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์นั้น ควรเริ่มด้วยการทบทวน ความรู้เดิมเพื่อเชื่อมโยงเรื่องที่เรียนมาแล้วให้สัมพันธ์กับความรู้ที่เรียนใหม่ แล้วจึงสอนเนื้อหาใหม่ ด้วยการจัดประสบการณ์จากของจริง ภาพ และสัญลักษณ์ตามลำดับ แล้วจึงให้ผู้เรียนสรุปวิธีคิด หลังจากนั้นจึงให้นักเรียนฝึกทักษะ และเพิ่มพูนความรู้ด้วยการทำแบบฝึกหัดจากแบบเรียน และ บัตรงานเพื่อให้เกิดความมั่นใจในทักษะ และหลักการทางคณิตศาสตร์ กระบวนการเตรียมการสอน หรือกระบวนการวางแผนการสอน เป็นกระบวนการต่อเนื่องทำครูต้องดำเนินการตั้งแต่ขั้นแรก ไปจนถึงขั้นสุดท้ายตามลำดับ การดำเนินการสอนบางครั้งไม่เป็นไปตามแผนที่วางไว้ ครูผู้สอน สามารถปรับการดำเนินการให้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ โดยคำนึงถึงความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียน ได้เจริญงอกงามทางร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา สามารถปรับตัวให้อยู่ในสังคม อย่างมีความสุข (มานิตย์ นิลกำเนิด, 2535)

จากแนวคิดการเตรียมการสอนคณิตศาสตร์ สรุปได้ว่า การเตรียมการสอนคณิตศาสตร์ ครูผู้สอนจะต้องเริ่มตั้งแต่การศึกษาหลักสูตร การวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา เพื่อนำมาจัดทำเป็น จุดประสงค์การเรียนรู้ รวมไปถึงจะต้องมีการเตรียมแผนการสอน เตรียมกิจกรรมและสื่อสำหรับใช้ ในการเรียนการสอน เพื่อสนองต่อความต้องการของผู้เรียน และเพื่อพัฒนาคุณภาพผู้เรียน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อให้บรรลุจุดประสงค์ของหลักสูตรนั้น ครูมีบทบาทสำคัญยิ่งในการจัดกระบวนการสอน ถึงแม้ว่านักเรียนจะเรียนครบเนื้อหาในหลักสูตร แต่ถ้ากระบวนการเรียนการสอนของครูไม่สนองต่อหลักสูตร นักเรียนก็จะได้รับความรู้แต่เนื้อหา

ซึ่งเป็นเพียงจุดประสงค์ของหลักสูตรเท่านั้น ดังนั้น สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2546) ได้กำหนดแนวทางในการเรียนการสอนไว้ว่า ครูต้องคำนึงถึงการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้ผู้เรียนมีความรู้คณิตศาสตร์พื้นฐาน โดยพยายามให้ผู้เรียนเข้าใจหลักการของคณิตศาสตร์ควบคู่ไปด้วย โดยกำหนดแนวทางการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจคณิตศาสตร์พื้นฐาน และมีทักษะการคิดคำนวณ ครูจะต้องจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง รูปภาพ และสัญลักษณ์ ตามลำดับ กล่าวคือ การจัดกิจกรรมต้องใช้ของจริงจะเป็นการจัดประสบการณ์ให้ผู้เรียนโดยการกระทำ หรือจัดประสบการณ์ในระดับรูปธรรม การจัดกิจกรรมโดยใช้รูปภาพจะเป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนเรียนรู้จากรูปภาพ หรือเรียกว่า การจัดประสบการณ์ที่รูปธรรมการจัดกิจกรรมโดยสัญลักษณ์เป็นการจัดประสบการณ์ให้นักเรียนให้ความสำคัญระหว่างประโยคสัญลักษณ์และสิ่งที่แสดงให้เห็นจริงจากการจัดกิจกรรมโดยใช้ของจริง และรูปภาพ เรียกว่า การจัดประสบการณ์ระดับนามธรรม

2. การคิดอย่างมีเหตุผล และแสดงออกอย่างมีระเบียบ ชัดเจนรัดกุม โดยใช้กิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดหาเหตุผล โดยการใช้คำถาม การให้อธิบายเหตุผล การยกตัวอย่างการให้นักเรียนสรุปกฎเกณฑ์ด้วยตนเอง

3. รู้คุณค่าของคณิตศาสตร์ และมีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมที่สามารถเชื่อมโยงการใช้ความรู้ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น การให้ปฏิบัติจริง หรือการนำเอาเหตุการณ์ในชีวิตประจำวันมาเป็นแนวทางในการจัดกิจกรรม ซึ่งจะส่งผลให้รู้คุณค่าทางคณิตศาสตร์

4. สามารถนำประสบการณ์ทางด้านความรู้ ความคิด และทักษะที่ได้จากการเรียนคณิตศาสตร์ไปใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ และใช้ในชีวิตประจำวัน

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ครูต้องมีความรู้ความเข้าใจในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนและแนวทางการสอน เพื่อจะเป็นสิ่งนำไปสู่จุดหมายในการสอน ยุพิน พิพิธกุล (2535) ได้เสนอแนวทางการสอนและหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. สอนให้นักเรียนคิดเองและค้นพบด้วยตนเอง ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้แนะนำไม่ใช่ผู้บอก

2. สอนโดยยึดโครงสร้างมีระบบระเบียบ สามารถยืดหยุ่นได้ตามเนื้อหา

3. การสอดแทรกจริยธรรม ฝึกความมีระเบียบความมีเหตุผลในระหว่างการเรียน

การสอน

นอกจากนี้ ยุพิน พิพิธกุล (2535) ได้เสนอหลักการสอนคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. สอนจากเรื่องง่ายไปหาเรื่องยาก

2. สอนเปลี่ยนรูปธรรมไปสู่นามธรรม

3. สอนให้สัมพันธ์กับความคิด
4. เปลี่ยนวิธีการสอนเพื่อไม่ให้ซ้ำซาก สอนให้สนุกสนานน่าสนใจ
5. ใช้ความสนใจของนักเรียนเป็นจุดเริ่มต้นของการเรียน
6. สอนให้ผ่านประสาทสัมผัส ให้ได้หยิบ จับต้อง และให้เห็นได้
7. คำนึงถึงประสบการณ์และทักษะเดิม กิจกรรมใหม่ควรจะต้องเนื่องกับทักษะเดิม
8. เรื่องที่น่าสัมพันธ์กันควรสอนพร้อมๆกัน
9. ให้ผู้เรียนมองเห็น โครงสร้าง ไม่ใช่เน้นแต่เนื้อหา
10. ไม่ควรสอนเรื่องยากเกินไป
11. สอนให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอด ให้สรุปได้ด้วยตนเอง
12. ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติในสิ่งที่นักเรียนทำได้
13. ผู้สอนควรมีความกระตือรือร้น และตื่นตัวอยู่เสมอ
14. ผู้สอนควรมีอารมณ์ขัน เพื่อช่วยให้บรรยากาศในห้องเรียนน่าเรียนยิ่งขึ้น
15. ผู้สอนควรหมั่นแสวงหาความรู้เพิ่มอยู่เสมอ

พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2542 หมวด 4 กล่าวถึง แนวทางการจัดการศึกษา ที่ถือว่าเป็นหัวใจของการปฏิรูปการศึกษา ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงแนวคิดและวิธีการในการจัดการเรียนรู้ของผู้เรียน เพื่อให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาอย่างเต็มศักยภาพของตนเอง และเกิดประโยชน์สูงสุดในการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งนี้ สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา (2544) ได้นำเสนอมาตรฐานการศึกษา ระดับการศึกษาพื้นฐานที่สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติกำหนด ในมาตรฐานด้านกระบวนการ ที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนในมาตรฐานที่ 18 การจัดการกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง โดยได้กำหนดตัวบ่งชี้ไว้ 9 ตัวบ่งชี้ คือ

ตัวบ่งชี้ที่ 1 มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนอย่างหลากหลาย เหมาะสมกับธรรมชาติของผู้เรียน

ตัวบ่งชี้ที่ 2 มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักคิดวิเคราะห์ คิดสังเคราะห์ และคิดสร้างสรรค์

ตัวบ่งชี้ที่ 3 มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่กระตุ้นให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาหาความรู้ แสวงหาคำตอบ และสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

ตัวบ่งชี้ที่ 4 มีการนำภูมิปัญญาท้องถิ่น เทคโนโลยี และสื่อที่เหมาะสมมาประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอน

ตัวบ่งชี้ที่ 5 มีการจัดกิจกรรมเพื่อฝึกและส่งเสริมคุณธรรม และจริยธรรมของผู้เรียน
ตัวบ่งชี้ที่ 6 มีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนให้ผู้เรียนได้รับการพัฒนาด้านสุนทรียภาพ
อย่างครบถ้วน ทั้งทางด้านดนตรี ศิลปะ และกีฬา

ตัวบ่งชี้ที่ 7 ส่งเสริมความเป็นประชาธิปไตย การทำงานร่วมกับผู้อื่น และความรับผิดชอบ
ต่อกลุ่มร่วมกัน

ตัวบ่งชี้ที่ 8 มีการประเมินพัฒนาการของผู้เรียนด้วยวิธีการที่หลากหลาย และต่อเนื่อง

ตัวบ่งชี้ที่ 9 ผู้เรียนรักสถานศึกษาของตน และมีความกระตือรือร้นในการเรียนในการทำ
การสอนแต่ละครั้งจะต้องปฏิบัติตามกิจกรรมการสอนที่กำหนดไว้ในแผนการสอน ดังนั้น ในการสอน
แต่ละครั้ง ครูผู้สอนจะต้องกำหนดองค์ประกอบในการทำการสอน สรุปได้ดังนี้ (กระทรวงศึกษาธิการ,
2546)

1. กระบวนการเรียนรู้ เทคนิควิธีการจัดการเรียนการสอนที่มีอยู่มากมายหลายวิธีที่จะ
ส่งเสริม และให้ความสำคัญกับผู้เรียนในฐานะเป็นศูนย์กลางการเรียนการสอน ซึ่งครูสามารถ
นำไปใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะของผู้เรียน จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาสาระการเรียนรู้ต่าง ๆ

2. การนำวิธีการสอนแบบต่าง ๆ มาใช้ เนื่องจากวิธีการสอนมีอยู่หลายวิธี ดังนั้น ครู
จะต้องเลือกใช้วิธีการสอนที่สอดคล้องและเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่ง รุ่งทิพา จักรกร
(2527) ได้เสนอว่า ไม่มีวิธีการสอนใดที่ดีที่สุด วิธีการสอนแต่ละวิธีจะเหมาะสมกับสภาพการณ์
แต่ละอย่าง กิจกรรมการเรียนการสอนที่ครูควรนำมาใช้ ควรเป็นกิจกรรมที่น่าสนใจ หมายถึง
เป็นกิจกรรมที่นำมาใช้แล้วชวนให้น่าสนใจ ไม่เบื่อหน่าย เหมาะสม หมายถึง เป็นกิจกรรมที่
นำมาใช้ ต้องทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์
หมายถึง การนำเอากิจกรรมใหม่ ๆ ที่ท้าทายมาสอดแทรกช่วยให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีขึ้น

3. การจัดกิจกรรมที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชา กล่าวคือ ครูต้องกำหนดบทบาทที่เหมาะสม
กับกิจกรรมการเรียนการสอน ในขณะที่ผู้เรียนปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ ได้แก่

3.1 การเป็นผู้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ ต้องเป็นผู้ที่คอยให้คำตอบเมื่อผู้เรียนต้องการ
ความช่วยเหลือ

3.2 การเป็นผู้สนับสนุนและเสริมแรง กระตุ้นผู้เรียนให้สนใจร่วมกิจกรรม หรือลงมือ
ปฏิบัติด้วยตนเอง

3.3 การเป็นผู้ร่วมทำกิจกรรม โดยการเข้าร่วมกิจกรรม ให้ความคิด และความเห็น
หรือช่วยเชื่อมโยงประสบการณ์ส่วนตัวของผู้เรียนขณะทำกิจกรรม

3.4 การเป็นผู้ติดตามตรวจสอบ โดยเป็นผู้คอยตรวจสอบผลการทำงานตามกิจกรรม การเรียนของผู้เรียน เพื่อให้ถูกต้อง ชัดเจน และสมบูรณ์ก่อนที่ผู้เรียนจะสรุปเป็นองค์ความรู้

3.5 การเป็นผู้เสริมสร้างบรรยากาศที่อบอุ่นเป็นมิตร โดยสนับสนุน เสริมแรง และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เข้าร่วมทำงานกลุ่ม ได้แสดงความคิดเห็น ยอมรับฟังความคิดเห็น ซึ่งกันและกัน อภิปรายโต้แย้ง แสดงความคิดเห็นด้วยท่วงทีที่นุ่มนวล ให้เกียรติ และเป็นมิตร

โดยสรุปแล้ว การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน มีจุดประสงค์ที่สำคัญ คือ ต้องการ ให้ผู้เรียนมีความรู้พื้นฐานตามที่กำหนดไว้ในหลักสูตร

1. ประเภทของกิจกรรม กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์แบ่งเป็น 4 ประเภท คือ

1.1 กิจกรรมเพื่อสำรวจความรู้พื้นฐาน ครูผู้สอนสามารถจัดกิจกรรมนี้ได้ หลายอย่าง และสอดคล้องกับเนื้อหาใหม่ เช่น

1.1.1 ทำแบบทดสอบ

1.1.2 ทำแบบฝึกหัดในหนังสือเรียน

1.1.3 ฝึกปฏิบัติกิจกรรมในบัตรเรียน

1.2 กิจกรรมสำหรับเนื้อหาใหม่ ครูผู้สอนจัดกิจกรรมนี้ขึ้นมาเพื่อจูงใจให้

1.2.1 นักเรียนสนใจในการเรียนเนื้อหาใหม่มากขึ้น

1.2.2 จัดกิจกรรม โดยใช้ของจริง ภาพ และสัญลักษณ์

1.2.3 เล่าเรื่องสนุกสนานเกี่ยวกับคณิตศาสตร์

1.2.4 ถามตอบปัญหาคณิตศาสตร์ ที่เร้าความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน

1.2.5 เกมคณิตศาสตร์

1.2.6 เพลงประกอบบทเรียน

1.2.7 เล่าประโยชน์ของเนื้อหาที่จะเรียน

1.3 อบรมฝึกทักษะ ทบทวนความรู้และนำความรู้ไปใช้ได้แก่

1.3.1 การแข่งขันตอบปัญหา

1.3.2 การอภิปราย

1.3.3 การจัดแสดงผลงานของนักเรียน หรือจัดนิทรรศการ

1.3.4 การทำแบบฝึกหัด

1.3.5 การทำแบบทดสอบ

1.4 กิจกรรมเพื่อประเมินผล

1.4.1 การทดสอบ

1.4.2 การแข่งขันตอบปัญหา

1.4.3 การแสดงผลงานนักเรียน

2. แนวทางการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
คณิตศาสตร์ มีแนวการจัดดังนี้

2.1 เหมาะสมกับวัย และระดับความสามารถของนักเรียน

2.2 นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมมากที่สุดให้แสดงความคิดเห็นความคิดสร้างสรรค์

2.3 นักเรียนได้ทำกิจกรรมทั้งรายบุคคลและเป็นกลุ่ม

2.4 ครูผู้สอนได้วางแผนในการจัดกิจกรรมมีจุดประสงค์ในการจัดกิจกรรม

2.5 ครูผู้สอนเสริมแรงแก่นักเรียน หากพบข้อบกพร่องของนักเรียนควรแก้ไข

2.6 นักเรียนควรทราบเป้าหมายของกิจกรรมด้วย

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน ผู้สอนควรปลูกฝังให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะ
ที่พึงประสงค์อันเป็นเป้าหมายของการใช้ทักษะกระบวนการ ดังต่อไปนี้

1. เป็นผู้ทำงานโดยคำนึงถึงความจำเป็นหรือประโยชน์ หรือคุณค่าของงานที่มีต่อส่วนรวม
ก่อนลงมือทำ

2. เป็นผู้มีใจเปิดกว้าง รับฟังความคิดเห็นและวิธีการที่หลากหลาย พร้อมจะรับพิจารณา
ข้อเสนอแนะจากผู้อื่นเสมอ แม้ว่าตนเองยังไม่เห็นด้วย และไม่ยึดมั่นกับวิธีเดิม หรือแนวความคิด
เดิมจนเปลี่ยนแปลงไม่ได้

3. เป็นผู้ที่ตัดสินใจเลือกปฏิบัติอย่างใดอย่างหนึ่ง หลังจากได้รับฟังแนวความคิดต่าง ๆ
โดยพิจารณาเลือกอย่างมีเหตุผล ไม่ลำเอียง

4. เป็นผู้ที่กำหนด หรือวางแผนการทำงานล่วงหน้าก่อนลงมือปฏิบัติจริงทุกครั้ง

5. เป็นผู้ที่คอยติดตามตรวจสอบผลการทำงานเป็นระยะ ๆ พร้อมทั้งปรับปรุงการทำงาน
ของตนเองให้ดีขึ้นกว่าเดิมอยู่เสมอ

6. เป็นผู้ที่มีความพอใจในการทำงาน และปฏิบัติงานตนทุกครั้งด้วยความเอาใจใส่
อย่างสม่ำเสมอ (กรมวิชาการ, 2534)

ดวงเดือน อ่อนน่วม (2533) ได้เสนอแนวคิด และวิธีการสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นการปรับปรุงการเรียนรู้ของนักเรียนที่บกพร่องทางการเรียนไว้ว่า

การสอนซ่อมเสริม หมายถึง การสอนเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของนักเรียน การสอนซ่อมเสริม ครูจะต้องดำเนินการ ไปพร้อมกับการวินิจฉัยข้อบกพร่องของนักเรียนรายบุคคล กล่าวคือ ครูจะต้องทราบข้อบกพร่องของนักเรียนแต่ละคนว่า นักเรียนคนใดไม่เข้าใจเรื่องใด ควรพัฒนาด้านใดแล้ว จึงดำเนินการเลือกหาเทคนิควิธีการ สื่อ และเครื่องมือที่เหมาะสมเฉพาะนักเรียนรายต่อบุคคลต่อไป

การสอนเสริม หมายถึง การสอนเสริมนักเรียนที่มีความสามารถสูง สามารถทำความเข้าใจบทเรียนได้อย่างรวดเร็ว และปฏิบัติตามกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายเสร็จแล้ว การสอนเสริมสามารถจัดกิจกรรมได้ทั้งในด้านแนวคิด คือ การจัดกิจกรรมที่มีระดับความรู้ที่สูงขึ้นไปอีก หรือแนวกว้าง คือ การจัดกิจกรรมตามระดับความรู้เดิมแต่เพิ่มเติมรายละเอียดของเนื้อหาขึ้นไปอีก

การสอนซ่อมเสริม ก็เหมือนการสอนในชั้นเรียนปกติจะต่างกันที่การสอนซ่อมเสริม มีจุดประสงค์เพื่อจัดข้อบกพร่องของนักเรียนให้หมดไป และการสอนเสริมมีจุดประสงค์เพื่อเสริมโอกาสการเรียนรู้ของผู้เรียนให้สูงขึ้น ซึ่งมีวิธีการที่หลากหลายวิธีที่ครูจะสามารถนำมาใช้ได้ โดยครูจะต้องพิจารณาเลือกเทคนิควิธีการ หรือกิจกรรมที่เหมาะสมกับวุฒิภาวะของนักเรียน และสอดคล้องกับเนื้อหา ข้อบกพร่องของนักเรียนเป็นรายบุคคล

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน เป็นหัวใจของการนำผู้เรียนไปสู่จุดหมายของหลักสูตร ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ได้ดีเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับกิจกรรมการเรียนการสอนของผู้สอน เป็นสำคัญในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนต้องจัดให้สอดคล้องกับหลักสูตร โดยเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ ใช้วิธีการสอนที่หลากหลาย และใช้เทคนิคกระบวนการสอนที่เหมาะสมกับสภาพผู้เรียน ซึ่งมีจุดหมายให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการคิดตัว สามารถนำไปใช้ใช้เป็นประโยชน์ในชีวิตได้ นอกจากนี้ในการจัดการกิจกรรมการเรียนการสอน ต้องจัดให้เหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน เหมาะสมกับสภาพแวดล้อม และลักษณะของเนื้อหาวิชาโดยเป็นกิจกรรมที่มุ่งพัฒนาผู้เรียนทั้งทางด้านร่างกาย อารมณ์ สังคม และสติปัญญา

การวัด และประเมินผล

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ เป็นกระบวนการตรวจสอบผลการเรียนรู้ และพัฒนาการต่าง ๆ ของผู้เรียนตามมาตรฐานการเรียนรู้ของหลักสูตร เพื่อนำไปปรับปรุงการเรียนการสอนให้ผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ และใช้เป็นข้อมูลสำหรับการตัดสินผลการเรียน ผู้สอนต้องรับผิดชอบการวัด และประเมินผลการเรียนรู้ให้เป็นไปอย่างเหมาะสมมีคุณภาพ และประสิทธิภาพ มีการจัดการอย่างเป็นระบบ และกระบวนการปฏิบัติงานที่มีคุณภาพ (กรมวิชาการ, 2545 หน้า 1)

ไพศาล หวังพานิช (2526) กล่าวถึง การประเมินผลการศึกษา จำเป็นต้องอาศัยองค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ คือ

1. มาตรฐาน หมายถึง เป้าหมายที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการพิจารณาสิ่งที่ประเมินว่าดี เหมาะสม ถูกต้อง หรือควรมีคุณสมบัติอย่างไร แค่นั้น โดยกำหนดคุณสมบัติขั้นต่ำไว้ เกณฑ์มาตรฐานของแต่ละวิชาย่อมแตกต่างกันตามความยากง่ายของเนื้อหา และลักษณะของการเรียน
2. การวัดผล หมายถึง การตรวจสอบหาปริมาณการเรียนรู้ ตลอดจนคุณสมบัติของผู้เรียนว่ามีพัฒนาการอยู่ในระดับใด
3. การประเมินผล หมายถึง กระบวนการพิจารณาสิ่งที่เปลี่ยนแปลงไป โดยเฉพาะพิจารณาถึงว่าจุดมุ่งหมายของการศึกษาได้ผลสัมฤทธิ์มากน้อยเพียงใด
4. การตัดสิน หมายถึง การนำผลการวัดไปเปรียบเทียบกับเกณฑ์เพื่อตัดสินว่าผู้เรียนเป็นอย่างไร

ทิสนา แจมมณี (2545) กล่าวถึง การวัดและประเมินผลไว้ว่า การวัดและประเมินผลควรเป็นกระบวนการประเมินผล 3P's คือ

1. กระบวนการ (P-Process) เป็นการประเมินผลกระบวนการที่นักเรียนใช้เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เช่น ประเมินทักษะการคิด กระบวนการคิด การทำงานกลุ่ม การทำงานแบบร่วมมือ การทำงานแบบรวมพลัง
2. พฤติกรรมที่แสดงออก (P-Performance) เป็นการประเมินผลสิ่งที่นักเรียนแสดงออกมา เช่น การพิมพ์ดีด การปฏิบัติการทดลอง การปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ การได้วาที่ การแสดงละคร การนำเสนอผลงาน เป็นต้น
3. ผลลัพธ์ (P-Products) เป็นประเมินผลลัพธ์ของการเรียน ซึ่งอาจจะเป็นความรู้ใหม่ สิ่งประดิษฐ์ หรือชิ้นงานหรือทั้งชิ้นงาน และความรู้ใหม่ที่ได้จากการทำชิ้นงานนั้น

ทองสุข วันแสน (2544) กล่าวว่า การวัดผลการเรียนทั่วไปมีหลัก ดังนี้

1. การวัด และประเมินผลให้ครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการศึกษา 3 ด้าน คือ
 - 1.1 ด้านสติปัญญา (Cognitive domain) หมายถึง การประเมินความสามารถทางสมองของนักเรียนในด้านต่าง ๆ 6 ด้าน
 - 1.1.1 ด้านความรู้ความจำ
 - 1.1.2 ด้านความเข้าใจ
 - 1.1.3 ด้านการนำไปใช้
 - 1.1.4 ด้านการวิเคราะห์

1.1.5 ด้านการสังเคราะห์

1.1.6 ด้านการประเมินค่า

1.2 ด้านจิตใจ (Affective domain) เป็นการวัดและประเมินผลลักษณะต่าง ๆ ที่มีอยู่ในตัวบุคคล เช่น ทศนคติ บุคลิกภาพ ความซื่อสัตย์ ความขยันหมั่นเพียร ฯลฯ ในตัวบุคคลว่าบุคคลเหล่านี้มีคุณลักษณะที่พึงประสงค์หรือไม่เพียงไร คุณลักษณะภายในตัวบุคคล ดังกล่าวนี้อาจเกิดมาตามลำดับ 5 ประการคือ

1.2.1 การรับรู้สิ่งเร้า

1.2.2 การตอบสนอง

1.2.3 การเห็นคุณค่า

1.2.4 การจัดระบบคุณค่า

1.2.5 การปฏิบัติเป็นนิสัย

1.3 ด้านการปฏิบัติ (Psychomotor domain) เป็นการวัดและประเมินความสามารถของผู้เรียนในส่วนที่ทำให้ปฏิบัติจริง เช่น การปฏิบัติการที่ได้รับมอบหมายว่าผู้เรียนปฏิบัติได้คล่องแคล่ว และได้ผลดีเพียงไร ซึ่งมีลำดับขั้นตอนดังนี้

1.3.1 รับรู้

1.3.2 เลียนแบบ

1.3.3 ลองฝึกลองถูก

1.3.4 ปฏิบัติได้ด้วยตนเอง

1.3.5 ปฏิบัติโดยอัตโนมัติ

2. การวางแผนการวัดและประเมินผลให้รัดกุม สะดวก ประหยัด และเป็นไปได้

3. เก็บรวบรวมข้อมูล โดยใช้เทคนิคหลายๆวิธี เพื่อให้ได้ข้อมูลครอบคลุมจุดมุ่งหมายของการประเมิน

4. เกณฑ์ที่ใช้ในการประเมินจะต้องกำหนดให้สัมพันธ์กับจุดมุ่งหมายของการประเมิน

5. เลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมกับการประเมิน

6. ควรคำนึงถึงข้อจำกัดของเทคนิคการประเมินแต่ละอย่าง

7. การวัดและการประเมินต้องไม่ลำเอียง จะต้องใช้ดุลยพินิจอย่างรอบคอบในการตัดสินใจ
แนวการประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (กรมวิชาการ, 2546) จะใช้การประเมินการปฏิบัติ (Performance assessment) ซึ่งประกอบด้วย การให้ผู้เรียนทำงาน โครงการหรือการสำรวจ ผู้สอน

จะต้องสังเกต และสัมภาษณ์ หรือตรวจสอบสิ่งที่ผู้เรียนทำขึ้น เพื่อประเมินว่าผู้เรียนทำอะไรได้บ้าง รู้อะไรบ้าง การประเมินการปฏิบัติ เป็นการประเมินทั้งกระบวนการและผลผลิตซึ่งเป็นการประเมินที่เหมาะสมกับชีวิตประจำวันของผู้เรียนและเพิ่มแรงจูงใจ โดยให้ผู้เรียนปฏิบัติจริง การประเมินการปฏิบัติให้สารสนเทศเกี่ยวกับความสามารถของผู้เรียน ดังต่อไปนี้

1. การใช้ทักษะ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. การให้เหตุผลที่ดี และการตั้งคำถาม
3. ความยืดหยุ่น รู้จักการปรับเปลี่ยนกลยุทธ์ในการทำงาน เพื่อให้งานประสบผลสำเร็จ
4. การทำงานเป็นกลุ่ม
5. มีความมุ่งมั่น จดจ่อ และทำงานได้อย่างอิสระ
6. สื่อสาร และใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์ในการอภิปราย เขียน และอธิบายแนวคิด และ

ตอบคำถามตนเอง

7. สังเกตได้อย่างระมัดระวัง และพัฒนาสมมติฐาน
8. ออกแบบ และทำการวิจัย และสืบเสาะหาความรู้

การประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เป็นกระบวนการที่ช่วยให้ได้ข้อมูลสารสนเทศซึ่งแสดงถึงพัฒนาการและความก้าวหน้าในการเรียนรู้ด้านต่าง ๆ (กรมวิชาการ, 2546) คือ

1. ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ จำนวนและการดำเนินการ การวัด เรขาคณิต พีชคณิต การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น รวมทั้งการนำความรู้ดังกล่าวไปประยุกต์
2. ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งประกอบด้วยความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และการคิดริเริ่มสร้างสรรค์

การประเมินกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ยึดหลักการสำคัญ (กรมวิชาการ, 2546)

ดังนี้

1. การประเมินผลต้องการกระทำอย่างต่อเนื่อง และควบคู่ไปกับกระบวนการเรียนการสอน ผู้สอนควรใช้งานหรือกิจกรรมคณิตศาสตร์เป็นสื่อให้ผู้เรียนเข้าไปมีส่วนร่วมในการเรียนรู้ และใช้การถามคำถาม
2. การประเมินผลต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเป้าหมายการเรียนรู้ จุดประสงค์ และเป้าหมายการเรียนรู้ในที่นี้เป็นจุดประสงค์ และเป้าหมายที่กำหนดไว้ในระดับชั้นเรียน ระดับสถานศึกษา และระดับชาติในลักษณะของสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่ประกาศไว้ในหลักสูตร

ผู้สอนต้องแจ้งจุดประสงค์ และเป้าหมายการเรียนรู้ในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบ เพื่อให้ผู้เรียนเตรียมพร้อม และปฏิบัติตนให้บรรลุจุดประสงค์ และเป้าหมายที่กำหนด

3. การประเมินผลทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญเท่าเทียมกับการวัดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหา ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ ได้แก่ การแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยง และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ งาน หรือกิจกรรมควรมีลักษณะต่อไปนี้ (กรมวิชาการ, 2546)

1. ทางเลือกในการดำเนินงาน หรือแก้ปัญหามีได้หลายวิธี

2. เจื่อนใจ หรือสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะเป็นปัญหาปลายเปิดที่ให้ผู้เรียนที่มีความสามารถแตกต่างกันมีโอกาสแสดงกระบวนการคิดตามความสามารถของตน

3. งาน หรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการสื่อสาร สื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และนำเสนอในรูปแบบการพูด การเขียน การวาดภาพ เป็นต้น

4. งาน หรือกิจกรรมที่ใกล้เคียงสภาพจริง หรือสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อให้ผู้เรียนตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

5. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องนำไปสู่ข้อมูลสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนรอบด้าน การประเมินผลการเรียนรู้มิใช่เป็นเพียงการให้นักเรียนทำแบบทดสอบในช่วงเวลาที่กำหนดเท่านั้น แต่ควรใช้เครื่องมือวัด และวิธีการที่หลากหลาย

6. การประเมินผลการเรียนรู้ต้องเป็นกระบวนการที่ช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความกระตือรือร้นในการปรับปรุงความสามารถด้านคณิตศาสตร์ของตน เป็นหน้าที่ของผู้สอนที่ต้องสร้างเครื่องมือวัด หรือวิธีการที่ทำทนายและส่งเสริมกำลังใจแก่ผู้เรียนในการขวนขวายเรียนรู้เพิ่มเติม

ขั้นตอนการประเมินผลการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ อาจดำเนินการ ดังนี้

1. วางแผนการประเมินผลการเรียนรู้ ผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้อง เช่น ผู้บริหาร ควรร่วมกันพิจารณากำหนดรูปแบบและช่วงเวลาการประเมินผลให้เหมาะสม และสอดคล้องกับจุดประสงค์ และเป้าหมายของการประเมิน

2. สร้างคำถาม หรืองาน และเกณฑ์การให้คะแนนให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้ และผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง ถ้าผลการเรียนรู้ที่คาดหวังเน้นความรู้ความเข้าใจ การประยุกต์ความรู้ ไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ วิธีการประเมินอาจกระทำได้ในรูปแบบการเขียนตอบ รูปแบบของคำถาม อาจเป็นคำถามให้ค้นหาคำตอบ ให้พิสูจน์ หรือแสดงเหตุผล ให้สร้างหรือตอบคำถามปลายเปิดที่เน้นการคิดแก้ปัญหา และเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่องเข้าด้วยกัน

3. จัดระบบข้อมูลการวัดและการประเมินผลการเรียนรู้ ถ้าข้อมูลเป็นผลจากการทำแบบทดสอบ หรือเขียนตอบ ก็ควรเก็บรวบรวมในรูปแบบคะแนน ถ้าข้อมูลอยู่ในรูปพฤติกรรมที่สังเกตได้ก็ควรมีระบบการบันทึก

4. นำข้อมูลจากการวัดผล และประเมินผลมาวิเคราะห์ และสังเคราะห์ เพื่อให้ได้ข้อสรุปเกี่ยวกับการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยอาจจำแนกเป็นรายบุคคล รายกลุ่ม รายประเภท (ความคิดรวบยอด กระบวนการ เจตคติ ฯลฯ) และรายมาตรฐานการเรียนรู้

จากแนวคิดทั้งหมดข้างต้น สามารถสรุปได้ว่า การวัด และประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียนนั้นจะต้องมีการวัดและประเมินผลให้ครบทั้ง 3 ด้าน คือ ด้านความรู้ ด้านจิตใจ และด้านทักษะของนักเรียน โดยในการวัด และประเมินผลนั้น ครูผู้สอนจะต้องมีการวางแผน และจะต้องสอดคล้องกับจุดประสงค์และมาตรฐานการเรียนรู้ที่หลักสูตรได้กำหนดไว้

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังนี้

ราชบัณฑิตยสถาน (2555) ได้บัญญัติคำว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอน (Computer-assisted instruction: CAI) หมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ฉลอง ทับศรี (2535) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง บทเรียนที่ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวนำเสนอเนื้อหา กิจกรรมการเรียนการสอน ส่วนใหญ่มุ่งที่จะให้ผู้เรียน เรียนด้วยตนเองเป็นหลัก แต่ก็สามารถพัฒนาบทเรียนสำหรับการเรียนเป็นกลุ่มได้เช่นกัน

บุญเกื้อ ควรหาเวช (2543) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง วิธีการสอนรายบุคคล โดยอาศัยความสามารถของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่จะจัดหาประสบการณ์ที่มีความสัมพันธ์กัน มีการแสดงเนื้อหาตามลำดับที่แตกต่างกันด้วยบทเรียน โปรแกรมที่เตรียมไว้เหมาะสม คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจึงเป็นเครื่องมือช่วยสอนอย่างหนึ่งที่ผู้เรียนเรียนด้วยตนเอง เป็นผู้ที่จะต้องปฏิบัติกิจกรรมต่าง ๆ ที่ส่งมาจากจอภาพ ผู้เรียนจะตอบคำถามทางเป็นพิมพ์ แสดงออกทางจอภาพ มีทั้งรูปภาพและตัวหนังสือ

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสมอัน ได้แก่ ภาพนิ่ง ข้อความ กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

ประพัฒน์พงษ์ เสนาฤทธิ์ (2546) ให้ความหมายของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อไปช่วยการสอน โดยที่กิจกรรมการเรียนการสอนนั้นได้ใช้สื่อ หรือวิธีการสอนอื่น ๆ เป็นหลักอยู่แล้ว เช่น มีครูผู้สอนในห้องเรียนเป็นหลักอยู่แล้ว ครูอาจนำสื่อนี้มาช่วยเสริมการเรียนรู้สำหรับผู้เรียนที่จำเป็น หรือต้องทบทวนเนื้อหาที่เรียนไปแล้ว ศึกษาเนื้อหาใหม่เพื่อเป็นการเตรียมตัวก่อนเข้าชั้นเรียน ทำแบบฝึกปฏิบัติเพื่อเพิ่มพูนทักษะ หรือเพื่อทดสอบความรู้ตนเอง

สุรเชษฐา เวชชพิทักษ์ และคณะ (2546) สื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถแสดงข้อความ เสียง และภาพ รวมทั้งภาพเคลื่อนไหวได้ แต่ในการใช้จำเป็นต้องมีอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ผู้ผลิตสามารถสร้างโปรแกรมที่มีปฏิสัมพันธ์ หรือโต้ตอบกับผู้เรียนได้ ทดสอบความก้าวหน้าของการเรียนรู้ บันทึกผลการเรียนรู้ กระทั่งจัดบทเรียนที่เหมาะสมให้แก่ผู้เรียนแต่ละคนที่มีความแตกต่างกันได้

พุลศรี เวศย์อุฬาร (2543) ให้ความหมายของ Computer assisted instruction (CAI) เป็นคำที่มีความหมายใกล้เคียงกับมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา ซึ่งหมายถึง การใช้สื่อผสมในรูปแบบโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งประกอบด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว เสียง ตัวอักษร และมีการปฏิสัมพันธ์ โดยบันทึกอยู่ในซีดี-รอม หรือเว็บไซต์ในอินเทอร์เน็ต เพื่อเสริมสร้างความรู้ พร้อมทั้งให้ความบันเทิงกับผู้เรียน

จากความหมายข้างต้นที่กล่าวมาแล้วนั้น สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่ง มีลักษณะเป็นสื่อประสม ที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการผลิต และนำเสนอบทเรียน ในบทเรียนประกอบไปด้วย ข้อความ ภาพ และเสียง ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียน เรียนรู้ได้ตามความสนใจของผู้เรียน และตอบสนองความแตกต่างระหว่างบุคคล

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ไพโรจน์ ตีรณชนากุล และไพบุลย์ เกียรติโกมล (2541) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนตามลักษณะเนื้อหา และกระบวนการเรียนการสอนได้ 8 ประเภท ดังนี้

1. Instruction แบบการสอน เพื่อใช้สอนความรู้ใหม่แทนครู ซึ่งจะเป็นการพัฒนาแบบ Self study package เป็นรูปแบบของการศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง จะเป็นชุดการสอนที่จะต้องใช้เวลาความระมัดระวัง และทักษะในการพัฒนาที่สูงมาก เพราะจะยากเป็นทวีคูณกว่าการพัฒนาชุดการสอนแบบโมดูล หรือแบบโปรแกรมที่เป็นตำรา ซึ่งคาดว่าจะมีบทบาทมากในอนาคตอันใกล้นี้ โดยเฉพาะ IMMCAI: Interaction multi media CAI บน Internet

2. Tutorial แบบสอนซ่อมเสริม หรือทบทวน เป็นบทเรียนเพื่อทบทวนการเรียนรู้ จากห้องเรียน หรือจากผู้สอน โดยวิธีใด ๆ จากทางไกล หรือทางใกล้ก็ตาม การเรียนมักจะไม่ใช่ ความรู้ใหม่ หากแต่จะเป็นความรู้ที่เคยได้รับมาแล้วในรูปแบบอื่น ๆ แล้วใช้บทเรียนซ่อมเสริม เพื่อตอกย้ำความเข้าใจที่ถูกต้อง และสมบูรณ์ยิ่งขึ้น สามารถใช้ทั้งในห้องเรียน และนอกห้องเรียน

3. Drill and practice แบบฝึกหัด และฝึกปฏิบัติ เพื่อใช้เสริมการปฏิบัติ หรือเสริมทักษะ กระทำบางอย่างให้เข้าใจยิ่งขึ้น และเกิดทักษะที่ต้องการได้ เป็นการเสริมประสิทธิผลการเรียน ของผู้เรียน สามารถใช้ในห้องเรียน เสริมขณะที่สอนหรือนอกห้องเรียน ณ ที่ใด เวลาใดก็ได้ สามารถใช้ฝึกหัดทั้งทางด้านทักษะการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ รวมทั้ง ทางช่างอุตสาหกรรมด้วย

4. Simulation แบบสร้างสถานการณ์จำลอง เพื่อใช้สำหรับการเรียนรู้ หรือทดลอง จากสถานการณ์ที่จำลองจากสถานการณ์จริง ซึ่งอาจจะหาไม่ได้หรืออยู่ไกล ไม่สามารถนำเข้ามา ในห้องเรียนได้ หรือมีสภาพอันตราย หรืออาจสิ้นเปลืองมากที่ต้องใช้ของจริงซ้ำ ๆ สามารถใช้สาธิต ประกอบการสอน ใช้เสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ซ่อมเสริมภายหลังการเรียนนอกห้องเรียน ที่ใด เวลาใด ก็ได้

5. Game แบบสร้างเป็นเกม การเรียนรู้บางเรื่อง บางระดับ บางครั้ง การพัฒนาเป็นลักษณะเกม สามารถเสริมการเรียนรู้ได้ดีกว่า การใช้เกมเพื่อการเรียนรู้ สามารถใช้สำหรับการเรียนรู้ความรู้ใหม่ หรือเสริมการเรียนในห้องเรียนก็ได้ รวมทั้งสามารถสอนทดแทนครูในบางเรื่องได้ด้วยจะเป็น การเรียนรู้จากความเพลิดเพลิน เหมาะสำหรับผู้เรียนที่มีระยะเวลาความสนใจสั้น เช่น เด็ก หรือ ในภาวะสภาพแวดล้อมที่ไม่อำนวย เป็นต้น

6. Problem solving แบบการแก้ปัญหา เป็นการฝึกการคิด การตัดสินใจ สามารถใช้กับ วิชาการต่าง ๆ ที่ต้องการให้สามารถคิด แก้ปัญหา ใช้เพื่อเสริมการสอนในห้องเรียน หรือใช้ ในการฝึกทั่ว ๆ ไป นอกห้องเรียนก็ได้ เป็นสื่อสำหรับการฝึกผู้บริหารได้ดี

7. Test แบบทดสอบ เพื่อใช้สำหรับตรวจวัดความสามารถของผู้เรียน สามารถใช้ประกอบการ สอนในห้องเรียน หรือใช้ตามความต้องการของครู หรือของผู้เรียนเอง รวมทั้งสามารถใช้ นอกห้องเรียน เพื่อตรวจวัดความสามารถของตนเองได้ด้วย

8. Discovery แบบสร้างสถานการณ์เพื่อให้ค้นพบ เป็นการจัดทำเพื่อให้ผู้เรียนสามารถ เรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเอง โดยการลองผิดลองถูก หรือเป็นการจัดระบบนำร่องเพื่อชี้แนะ ผู้การเรียนรู้ สามารถใช้เรียนรู้ความรู้ใหม่ หรือเป็นการทบทวนความรู้เดิม และใช้ประกอบการสอน ในห้องเรียน หรือการเรียนนอกห้องเรียน สถานที่ใด เวลาใด ก็ได้

กิดานันท์ มลิทอง (2540) ได้แบ่งบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้หลายประเภท ดังนี้

1. การสอน (Tutorial instruction) บทเรียนในแบบการสอนจะเป็นโปรแกรมที่เสนอเนื้อหาความรู้เป็นเนื้อหาย่อย ๆ แก่ผู้เรียนในรูปแบบของข้อความ ภาพ เสียง หรือทุกรูปแบบรวมกัน แล้วให้ผู้เรียนตอบคำถาม แล้วคำตอบนั้นจะได้รับการวิเคราะห์เพื่อให้ข้อมูลป้อนกลับทันที แต่ถ้าผู้เรียนตอบคำถามนั้นซ้ำแล้วยังผิดอีก ก็จะมีการให้เนื้อหา เพื่อทบทวนใหม่ จนกว่าผู้เรียนจะตอบถูก แล้วจึงให้ตัดสินใจว่าจะยังคงเรียนเนื้อหาในบทนั้นอีก หรือจะเรียนในบทใหม่ต่อไป

2. การฝึกหัด (Drills and practice) บทเรียนในการฝึกหัดเป็น โปรแกรมที่ไม่มีการสอนเนื้อหาความรู้แก่ผู้เรียน แต่จะมีการให้คำถาม หรือปัญหาที่ได้คัดเลือกจากการสุ่ม หรือออกแบบมา โดยเฉพาะ โดยการนำเสนอคำถาม หรือปัญหานั้นซ้ำแล้วซ้ำเล่า เพื่อให้ผู้เรียนตอบแล้วมีการให้คำตอบที่ถูกต้อง เพื่อการตรวจสอบ ยืนยัน หรือแก้ไข และพร้อมกันให้คำถาม หรือปัญหาต่อไปอีก จนกว่าผู้เรียนจะสามารถตอบคำถาม หรือแก้ปัญหานั้นจนถึงระดับที่น่าพอใจ

3. การจำลอง (Simulation) การสร้างโปรแกรมบทเรียนที่เป็นการจำลองเพื่อใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งจำลองความจริงโดยตัดรายละเอียดต่าง ๆ หรือนำกิจกรรมที่ใกล้เคียงกับความเป็นจริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษานั้น เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พบเห็นภาพจำลองของเหตุการณ์ เพื่อการฝึกทักษะ และการเรียนรู้ได้โดยไม่ต้องเสี่ยงภัย หรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก

4. เกมเพื่อการสอน (Instruction games) การใช้เกมเพื่อการเรียนการสอนกำลังเป็นที่นิยมมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่สามารถกระตุ้นผู้เรียนให้เกิดความอยากเรียนรู้ได้โดยง่าย เราสามารถใช้เกมในการสอนและเป็นสื่อที่จะให้ความรู้แก่ผู้เรียนได้เช่นกัน ในเรื่องของกฎเกณฑ์ แบบแผนของระบบ กระบวนการ ทักษะคติ ตลอดจนทักษะต่าง ๆ

5. การค้นพบ (Discovery) การค้นพบเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนสามารถเรียนรู้จากประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด โดยการเสนอปัญหาให้ผู้เรียนแก้ไข ด้วยการลองผิดลองถูก หรือโดยวิธีการจัดระบบเข้ามาช่วย โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน เพื่อช่วยในการค้นพบนั้นจนกว่าจะได้ข้อสรุปที่ดีที่สุด

6. การแก้ปัญหา (Problem-solving) เป็นการให้ผู้เรียนฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมี การกำหนดเกณฑ์ให้แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์นั้น

7. การทดสอบ (Tests) การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อการทดสอบมิใช่เพียงเพื่อปรับปรุงคุณภาพของแบบทดสอบ เพื่อวัดความรู้ของผู้เรียนเท่านั้น แต่ยังช่วยให้ผู้สอนมีความรู้สึกที่เป็นอิสระจากการผูกมัดทางด้านกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดสอบได้อีกด้วย

ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ได้แบ่งประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ออกเป็น 5 ประเภท คือ

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์ คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งนำเสนอเนื้อหาแก่ผู้เรียน ไม่ว่าจะป็นเนื้อหาใหม่หรือการทบทวนเนื้อเดิมาก็ตาม ส่วนใหญ่คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทติวเตอร์จะมีแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัด เพื่อทดสอบความเข้าใจของผู้เรียนอยู่ด้วย อย่างไรก็ตาม ผู้เรียนมีอิสระพอที่จะเลือกตัดสินใจว่าจะทำแบบทดสอบหรือแบบฝึกหัดหรือไม่อย่างไร หรือจะเลือกเรียนเนื้อหาส่วนไหน เรียงลำดับรูปแบบใด เพราะการเรียนโดยคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นผู้เรียนจะสามารถควบคุมการเรียนของตนเองได้ตามความต้องการของตนเอง

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัด คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ซึ่งมุ่งเน้นให้ผู้ใช้งานแบบฝึกหัดจนสามารถเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้นๆ ได้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบฝึกหัดเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่ได้รับความนิยมมาก โดยเฉพาะในระดับอุดมศึกษา ทั้งนี้เนื่องจากการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนที่เรียนก่อน หรือเรียนไม่ทันคนอื่น ๆ ได้มีโอกาสทำความเข้าใจบทเรียนสำคัญ ๆ ได้โดยที่ครูผู้สอน ไม่ต้องเสียเวลาในชั้นเรียนอธิบายเนื้อหาเดิมซ้ำอีก

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่การนำเสนอบทเรียนในรูปของการจำลองแบบ (Simulation) โดยการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริงขึ้น และบังคับให้ผู้เรียนต้องตัดสินใจแก้ปัญหา (Problem-solving) ในตัวบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของผู้เรียนและแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจนั้น ๆ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลอง คือ การลดค่าใช้จ่าย และการลดอันตรายอันอาจเกิดขึ้น ได้จากการเรียนรู้ที่จะเกิดขึ้นในสถานการณ์จริง

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกม คือ บทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่ทำให้ผู้ใช้งานมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ เกมคอมพิวเตอร์ทางการศึกษาเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทที่สำคัญประเภทหนึ่ง เนื่องจากเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กระตุ้นให้เกิดความสนใจในการเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้นิยมใช้กับเด็กตั้งแต่ระดับประถมศึกษาไปจนถึงระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย นอกจากนี้ยังสามารถไปใช้กับผู้เรียนในระดับอุดมศึกษา เพื่อเป็นการปูทางให้ผู้เรียนเกิดความรู้สึกที่ดีกับการเรียนทางคอมพิวเตอร์ได้อีกด้วย

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ คือ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การจัดการการสอน การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบ ข้อดีของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบคือ การที่ผู้เรียนได้รับผลป้อนกลับโดยทันที

ซึ่งเป็นข้อจำกัดของการทดสอบที่ใช้กันอยู่ทั่ว ๆ ไป นอกจากนี้ การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการคำนวณผลสอบก็ยังมีความแม่นยำ และรวดเร็วอีก

การแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทต่าง ๆ 5 ประเภทนี้ เป็นการแบ่งตามลักษณะเฉพาะตัวที่โดดเด่นของแต่ละประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าคอมพิวเตอร์ช่วยสอนทุกโปรแกรมที่ได้รับการพัฒนาออกมานั้นจะต้องเป็นคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทใดประเภทหนึ่งเสมอไป คอมพิวเตอร์ช่วยสอนหลายโปรแกรมด้วยกันที่เริ่มด้วยลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทตัวต่อตัว และตามด้วยการนำลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทฝึกปฏิบัติเข้ามาใช้ นอกจากนี้ยังมีการนำลักษณะของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมมาผสมผสานเพื่อทำให้การฝึกปฏิบัตินั้นมีความสนุกสนานเพลิดเพลินอีกด้วย ดังนั้นการแบ่งประเภทของคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกเป็นประเภทต่าง ๆ 5 ประเภทนี้ จึงเป็นเสมือนแนวคิดพื้นฐานสำหรับผู้ที่ต้องการจะพัฒนาและออกแบบคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอย่างมีประสิทธิภาพ ได้ยึดถือเป็นเกณฑ์ในการแบ่งเท่านั้น ไม่ได้มุ่งหวังให้เป็นเกณฑ์ตายตัวแต่อย่างใด

สุริย์พร ชุมแสง (2552) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถนำมาใช้ในการเรียนการสอนได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของผู้ออกแบบบทเรียนที่จะนำเสนอเนื้อหาอย่างไร ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ในการเรียนการสอนแบ่งได้ 2 กรณี คือ คอมพิวเตอร์ช่วยจัดการสอน ซึ่งเป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างครูกับเครื่องคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์ช่วยการเรียนซึ่งเป็นการปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นการนำเสนอเนื้อหาให้กับผู้เรียนไม่ว่าจะเป็นเนื้อหาใหม่ หรือการทบทวนบทเรียนตามที่ผู้ออกแบบกำหนดไว้ ซึ่งแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทสอนเนื้อหารายละเอียด (Tutorial instruction) นับว่าเป็นบทเรียนขั้นพื้นฐานของการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่เสนอบทเรียนในรูปแบบบทเรียนที่สามารถใช้สอนได้ทุกสาขาวิชา มีการนำเสนอเนื้อหาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริงที่เหมาะสมเป็นโปรแกรมที่ทำการพัฒนาในลักษณะของบทเรียนซึ่งประกอบด้วย บทนำ คำอธิบาย ทฤษฎี กฎเกณฑ์ เมื่อผู้เรียนได้ศึกษาแล้วจะมีแบบทดสอบ หรือแบบฝึกหัด เพื่อใช้ในการตรวจสอบความเข้าใจของผู้เรียน มีการแสดงผลย้อนกลับ สามารถย้อนกลับบทเรียนเดิมหรือข้ามบทเรียนที่รู้แล้ว นอกจากนี้ยังสามารถบันทึกการเรียนของผู้เรียนเพื่อให้ผู้สอนมีข้อมูลในการเสริมความรู้ให้กับผู้เรียนบางคน

2. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการฝึกทักษะ (Drill and practice) เป็นโปรแกรมที่ครูผู้สอนใช้สอนเสริมเมื่อได้สอนบทเรียนบางอย่างไปแล้ว และให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดกับเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อวัดระดับ หรือให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดจนเข้าใจเนื้อหาในบทเรียนนั้น ๆ

ผู้เรียนที่เรียนอ่อนหรือเรียนไม่ทันเพื่อนในห้องเรียน สามารถทำความเข้าใจบทเรียนแต่ละบทได้ด้วยตนเอง บทเรียนประเภทนี้ประกอบด้วยคำถามคำตอบที่จะให้นักเรียนฝึกและปฏิบัติ อาจจะต้องใช้จิตวิทยาเพื่อทำให้ผู้เรียนอยากทำ และตื่นเต้นกับการทำแบบฝึกหัดนั้น ๆ เช่น คำพูดโต้ตอบรูปภาพเคลื่อนไหว เสียงต่างๆ

3. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการจำลองสถานการณ์ (Simulation) เป็นบทเรียนทางคอมพิวเตอร์ที่นำเสนอในรูปแบบของการจำลองสถานการณ์ที่เหมือนจริง โดยมีเหตุการณ์ต่างๆ อยู่ในโปรแกรมและผู้เรียนสามารถที่จะเปลี่ยนแปลง หรือจัดกระทำได้ มีการโต้ตอบ มีตัวแปร หรือทางเลือกหลาย ๆ ทาง ซึ่งผู้เรียนจะต้องตัดสินใจแก้ปัญหา โดยบทเรียนจะมีคำแนะนำเพื่อช่วยในการตัดสินใจของนักเรียน และแสดงผลลัพธ์ในการตัดสินใจเพื่อให้ผู้เรียนได้ศึกษาผลที่เกิดขึ้นจากทางเลือกเหล่านั้น

4. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการศึกษา (Education game) เป็นเกมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการเรียนการสอน เป็นสิ่งที่ดึงดูดใจผู้เรียนได้เป็นอย่างดี มุ่งให้ผู้เรียนมีความสนุกสนาน เพลิดเพลิน จนลืมไปว่ากำลังเรียนอยู่ ช่วยเพิ่มบรรยากาศในการเรียนรู้ให้ดียิ่งขึ้น โปรแกรมประเภทนี้เป็นแบบพิเศษของแบบสถานการณ์จำลอง โดยเหตุการณ์ที่มีการแข่งขันซึ่งสามารถที่จะเล่นได้ โดยนักเรียนคนเดียวกับหลายคน มีการให้คะแนน มีการแพ้ชนะ

5. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการแก้ปัญหา (Problem solving) เป็นโปรแกรมที่เน้นให้ฝึกคิด การตัดสินใจ โดยมีการกำหนดเกณฑ์ให้ แล้วให้ผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนน หรือนำหนักกับเกณฑ์แต่ละข้อ

6. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบทดสอบ (Testing) เป็นการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ในการสร้างแบบทดสอบ การตรวจให้คะแนน การคำนวณผลสอบทำให้ผู้เรียนได้ผลป้อนกลับทันที ซึ่งเป็นการวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยผู้ทำต้องคำนึงถึงหลักการต่างๆคือ การสร้างข้อสอบ การจัดการข้อสอบ การตรวจให้คะแนน การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดให้ผู้สอบสุ่มเลือกข้อสอบได้เอง

7. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทการสนทนา (Dialogue) เป็นการเรียนแบบการสอนในห้องเรียน คือ เน้นการพูดคุยระหว่างผู้สอน และผู้เรียน แต่แทนที่เสียงด้วยตัวอักษรบนจอภาพแล้วมีการสอนด้วยการตั้งคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาย่างหนึ่ง

8. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทไต่ถาม (Inquiry) เป็นการพัฒนาโปรแกรมที่สามารถใช้ในการค้นหาข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในแบบให้ข้อมูลข่าวสาร

เหล่านี้ ซึ่งมีแหล่งเก็บข้อมูลที่เป็นประโยชน์ สามารถแสดงผลได้ทันทีเมื่อผู้เรียนต้องการด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำแค่เพียงกดหมายเลขของผู้เรียน คอมพิวเตอร์ก็จะแสดงข้อมูลที่เป็นคำตอบที่ผู้เรียนต้องการ

9. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบค้นพบ (Discovery) ผู้เรียนทำการเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนเพียงแค่นำโปรแกรมการเรียนมาให้กับผู้เรียนได้ทำการศึกษา แล้วผู้เรียนจะเป็นผู้สั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานด้วยตนเอง ไม่มีคำตอบที่แน่นอนล่วงหน้า เช่น การสอนภาษาคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ให้กับผู้เรียนแล้วผู้เรียนเลือกใช้คำสั่งที่เรียนผ่านไปแล้วมาสั่งให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามความต้องการ

10. คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทแบบรวมวิธีการต่าง ๆ (Combination) รวบรวมวิธีการสอนหลายแบบเข้าด้วยกัน ซึ่งเป็นไปตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งความต้องการวิธีการสอนหลายแบบความต้องการนี้ ต้องมาจากการกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน ผู้เรียน และองค์ประกอบ หรือภารกิจต่าง ๆ โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอาจมีทั้งลักษณะที่เป็น การสอน เกมเพื่อการสอน การได้ถามให้ข้อมูล รวมทั้งประสบการณ์ทางการแก้ปัญหา

ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสรุปได้ว่า ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น ได้แบ่งตามลักษณะการใช้งานของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ซึ่งสามารถจัดเป็นกลุ่มของการใช้งาน ได้แก่ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภท แสดงเนื้อหา ประเภทแบบฝึกหัด ประเภทเกมการศึกษา และแบบสถานการณ์จำลอง เป็นต้น

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ต้องมีขั้นตอนการดำเนินการที่ชัดเจน และเป็นระบบ ซึ่งในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้น สามารถนำหลักการออกแบบการเรียนการสอนแบบ ADDIE Model ของ สตรีกลแลนด์ (มนต์ชัย เทียนทอง, 2545) มาใช้ในการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้ ซึ่งการออกแบบมี 5 ขั้นตอนดังนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis) การวิเคราะห์เป็นขั้นตอนแรก ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

1.1 การกำหนดหัวเรื่องและกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไป (Specify title and define general objective) การพิจารณาเลือกหัวข้อที่จะนำมาสร้างเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ ควรคำนึงถึงลักษณะของเนื้อหาวิชาให้เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนรายบุคคล เนื่องจากการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์เป็นการเรียนรู้รายบุคคล ดังนั้น หัวเรื่องที่เหมาะสมสำหรับการเรียนการสอนเป็นกลุ่มหรือเรียนด้วยวิธีอื่น ๆ หากนำมาสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์แล้วอาจไม่ได้ผลเท่าที่ควร โดยทั่วไป การกำหนดหัวเรื่องพิจารณาจากสิ่งต่าง ๆ ต่อไปนี้

1.1.1 ปัญหาต่าง ๆ ทางการเรียนการสอนที่เกิดขึ้น

1.1.2 ความต้องการที่จะต้องมีการเรียนการสอน

1.1.3 แผนการพัฒนาบุคลากร หรือผู้เรียน

เมื่อพิจารณาหัวข้อเรื่องได้แล้ว สิ่งที่ต้องปฏิบัติ ได้แก่ การกำหนดวัตถุประสงค์ทั่วไปของหัวข้อเรื่อง ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดเค้าโครง ขอบเขต และมโนคติของเนื้อหาที่จะนำเสนอเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์ วัตถุประสงค์ทั่วไปที่กำหนดขึ้นจะใช้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนในขั้นต่อไปว่าควรจะเน้นเนื้อหาทางด้านใด ผู้เรียนจึงจะบรรลุ

1.2 การวิเคราะห์ผู้เรียน (Audience analysis) สำหรับการเรียนการสอนปกติในชั้นเรียน ผู้สอนสามารถปรับเปลี่ยนกระบวนการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับผู้เรียน ได้โดยง่าย เนื่องจากเป็นการดำเนินการแบบเผชิญหน้า (Face to face) แต่การเรียนการสอนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ บทเรียนจะนำเสนอเนื้อหาค่อนข้างตายตัว ไม่สามารถปรับเปลี่ยนตามสถานการณ์ของผู้เรียนได้ ดังนั้น การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงมีความจำเป็นต้องวิเคราะห์ผู้เรียนเกี่ยวกับข้อมูลต่าง ๆ เช่น ระดับชั้น อายุ ความรู้พื้นฐาน ประสบการณ์เดิม ระดับความรู้ความสามารถและความสนใจต่อการเรียน เป็นต้น เพื่อนำข้อมูลเหล่านี้เป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียนให้สอดคล้องกับผู้เรียนอย่างแท้จริง

1.3 การวิเคราะห์เทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน (Technology analysis) เป็นการศึกษาและพิจารณาเทคโนโลยีที่ใช้ในบทเรียน ประกอบด้วยเทคโนโลยีต่าง ๆ ดังนี้

1.3.1 เทคโนโลยีติดต่อสื่อสารที่สนับสนุนการเรียนการสอน ได้แก่ การประชุมทางไกลด้วยโทรศัพท์ (Telephone conference) การใช้จดหมายอิเล็กทรอนิกส์ การสนทนาผ่านเครือข่าย (Internet chat) การใช้ Newsgroup และ List-serve เป็นต้น

1.3.2 เทคโนโลยีเพื่อใช้อ้างอิงหรือสนับสนุนการเรียนรู้ เป็นการพิจารณาบทเรียนหรือวัสดุการเรียนการสอนในรูปของไฟล์ HTML หรือไฟล์อื่น ๆ ที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการเรียนรู้ โดยไม่ต้องพัฒนาขึ้นมาใหม่

1.3.3 เทคโนโลยีเพื่อใช้สำหรับการประเมินผล เป็นการพิจารณาแบบทดสอบแบบฝึกหัด หรือแบบประเมินผล ในรูปของไฟล์ HTML หรือไฟล์อื่น ๆ ที่มีอยู่ เพื่อนำไปใช้สนับสนุนการวัด และประเมินผลในบทเรียน

1.3.4 เทคโนโลยีสำหรับการเผยแพร่บทเรียน เพื่อใช้ในการเผยแพร่บทเรียนไปยังผู้เรียนในลักษณะต่าง ๆ ได้แก่ ซีดีรอม ไสเปอร์มีเดีย หรือเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

1.3.5 เทคโนโลยีสำหรับการนำส่งบทเรียน เป็นการพิจารณาสื่อต่าง ๆ ที่ใช้ในการนำส่งบทเรียนไปยังผู้เรียน เช่น วิทยุทัศน์ การออกอากาศ และใช้คอมพิวเตอร์ เป็นต้น

1.4 การวิเคราะห์วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral analysis) วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เป็นสิ่งสำคัญสำหรับการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ เนื่องจากใช้เป็นแนวทางการจัดการของบทเรียนให้ดำเนินไปตามกระบวนการเรียนรู้อย่างเป็นระบบและสอดคล้องกับการวัด และประเมินผลการเรียน การติดตามผู้เรียน การบันทึกข้อมูลผู้เรียน และการจัดการบทเรียนในส่วนต่าง ๆ ซึ่งขึ้นอยู่กับวิธีการนำส่งบทเรียนไปยังผู้เรียน หากบทเรียนเผยแพร่โดยใช้เครือข่ายคอมพิวเตอร์ การออกแบบในส่วนนี้หมายถึง การวางแผนการใช้ซอฟต์แวร์จัดการทั้งในส่วนของเซิร์ฟเวอร์ และไคลเอนท์ หรือบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แต่ถ้าเป็นบทเรียนที่เผยแพร่โดยใช้ซีดีรอม การออกแบบในส่วนนี้จะเป็นการจัดการในส่วนบทเรียนที่กระทำบนคอมพิวเตอร์ ซึ่งการพัฒนาซอฟต์แวร์จัดการจะง่ายกว่า

2. การออกแบบ (Design) ประกอบด้วยรายละเอียดแต่ละส่วน ดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียน (Courseware) ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่ วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม เนื้อหา แบบทดสอบก่อนบทเรียน สื่อ กิจกรรม วิธีการนำเสนอ และแบบทดสอบหลังเรียน

2.2 การออกแบบผังงาน (Flowchart)

2.3 การออกแบบหน้าจอภาพ (Screen design) หมายถึง การจัดพื้นที่ของจอภาพเพื่อใช้ในการนำเสนอเนื้อหา ภาพและส่วนประกอบอื่น ๆ สิ่งที่ต้องพิจารณามีดังนี้

2.3.1 การกำหนดความละเอียดภาพ

2.3.2 การจัดพื้นที่แต่ละหน้าจอภาพในการนำเสนอ

2.3.3 การเลือกรูปแบบและขนาดตัวอักษรทั้งภาษาไทย และภาษาอังกฤษ

2.3.4 การกำหนดสี เช่น สีของตัวอักษร สีของฉากหลัง และสีของส่วนอื่น ๆ

2.3.5 การกำหนดส่วนอื่นๆที่เป็นสิ่งอำนวยความสะดวกในการใช้บทเรียน

3. การพัฒนา (Development) ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1 การเตรียมการ (Preparation phase) เมื่อได้ตัวบทเรียนที่อยู่ในรูปของบทดำเนินเรื่อง และผังงาน พร้อมทั้งมีแนวทางในการจัดหน้าจอภาพเรียบร้อยแล้ว การพัฒนาเป็นบทเรียนคอมพิวเตอร์จะเป็นเรื่องที่ยากขึ้น ในขั้นตอนนี้จะต้องดำเนินการโดยนักคอมพิวเตอร์ที่มีความชำนาญด้านการใช้ซอฟต์แวร์ อย่างไรก็ตามผู้สอนที่มีประสบการณ์ด้านสอนหรือเชี่ยวชาญเฉพาะด้านก็ยังมีคามจำเป็นอยู่ที่จะต้องคอยให้คำปรึกษาแนะนำการพัฒนาบทเรียน ก่อนที่จะพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ต้องเตรียมวัสดุต่าง ๆ เช่น ภาพ ข้อความ และเสียง โดยจัดหาจากแหล่งต่าง ๆ หรือใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สร้างขึ้นมาแล้วเก็บบันทึกไว้ก่อนเพื่อนำไปใช้พัฒนาบทเรียนในขั้นต่อไป

3.2 การสร้างบทเรียน (Develop the lesson) หลังจากการเตรียมข้อความ ภาพ เสียง และเตรียมโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ประกอบบทเรียนแล้ว ขั้นตอนต่อไปก็คือการสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ตามบทดำเนินเรื่องทีละเฟรม ๆ จนครบทุกเฟรม โดยใช้ซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นจะเป็นการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาแต่ละเฟรมเข้าด้วยกันตามผังงานที่ออกแบบไว้ในขั้นตอนแรก จัดรูปแบบนำเสนอ เขียนโปรแกรมการจัดการบทเรียน และจัดหน้าจอภาพที่ออกแบบไว้

3.3 การทำเอกสารประกอบการเรียน (Documentation) เอกสารประกอบการเรียน ได้แก่ คู่มือการใช้งาน คำแนะนำ การติดตั้งและบำรุงรักษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อชี้แนะให้ผู้เรียนทราบถึงข้อแนะนำต่าง ๆ รวมถึงวิธีการติดตั้งบทเรียนเข้ากับคอมพิวเตอร์ นอกจากนี้ยังรวมถึงแผนการเรียนรู้ (Learning map) เพื่อแนะแนวทางการเรียน

4. การทดลองใช้ (Implementation)

เป็นการนำบทเรียนไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมาย โดยผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญก่อน เมื่อได้รับผลการประเมินผลแก้ไขปรับปรุงจนเป็นที่พอใจแล้วจึงนำไปใช้ วิธีที่ยืดหยุ่นเป็นแนวทางปฏิบัติโดยทั่วไป มีดังนี้

4.1 การทดลองใช้รายบุคคล (One-to-one implementation) เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับกลุ่มเป้าหมายรายบุคคล

4.2 การทดลองใช้กลุ่มย่อย (Small-group implementation) เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ประมาณ 6-10 คน

4.3 การทดลองใช้กับผู้เชี่ยวชาญ (SME) เป็นการทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เชี่ยวชาญด้านต่าง ๆ จำนวน 6-12 คน เพื่อนำผลการทดลองไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนต่อไป

5. การประเมินผล (Evaluation)

การประเมินผลการทดลองใช้ภาคสนาม (Field Test) เพื่อทดลองใช้บทเรียนที่พัฒนาขึ้นกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมาย ที่มีจำนวนไม่ต่ำกว่า 30 คน เพื่อทำการประเมินผลบทเรียน ซึ่งวิธีการประเมินผลบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่นิยมก็คือ การหาประสิทธิภาพ ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธี เช่น การเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนที่ทำได้จากแบบฝึกหัดระหว่างบทเรียน หรือคะแนนเฉลี่ยจากคำถามระหว่างบทเรียนกับคะแนนที่ผู้เรียนทำได้จากแบบทดสอบหลังบทเรียน

ส่วนวิธีการประเมินผลที่ได้รับความนิยมในการวิจัยอีกวิธีหนึ่งคือ การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์กับการเรียนการสอนวิธีปกติ ซึ่งจะแบ่งผู้เรียนออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่ กลุ่มทดลองและกลุ่มควบคุม โดยให้กลุ่มทดลองศึกษาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น ส่วนกลุ่มควบคุมให้เรียนโดยวิธีปกติ หลังจบบทเรียนแล้วให้ผู้เรียน

ทั้งสองกลุ่มทำแบบทดสอบชุดเดียวกันในเวลาเดียวกัน หลังจากนั้นจึงสรุปผลเพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนทั้งสองกลุ่มโดยใช้สถิติ นอกจากนี้ยังมีอีกหลายวิธีที่ใช้ประเมินคุณภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ได้

การประเมินผลอีกริธีหนึ่ง อาจจะทำภายหลังจากที่ได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ไปใช้ระยะหนึ่ง แล้วทำการประเมินว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้หรือไม่ บทเรียนง่ายหรือยากเกินไป นำผลที่ได้มาวิเคราะห์ดูถึงสภาพที่แท้จริงของบทเรียน เพื่อนำข้อมูลที่ได้ปรับปรุงบทเรียนให้มีคุณภาพดี เพื่อนำไปติดตั้งลงบนคอมพิวเตอร์หรือบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อใช้งานกับผู้เรียนกลุ่มเป้าหมายต่อไป

บัญชา พลิตวานนท์ (2537) ได้เสนอแนวทางในการออกแบบ และการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นบทเรียนด้วยการทบทวน ซึ่งผู้เรียนได้เรียนไปแล้วหรือประสบการณ์ที่ผ่านมา ซึ่งสัมพันธ์กับเนื้อหาที่กำลังจะสอนในบทเรียน ผู้เรียนจะเข้าสู่บทเรียนได้เร็วและเรียนบทเรียนนั้นได้ดี

2. เริ่มต้นบทเรียนด้วยการแนะนำ วัตถุประสงค์ของการเรียนบทเรียน และกิจกรรมในบทเรียนอย่างชัดเจนและรัดกุม การแนะนำเนื้อหาของบทเรียน รูปแบบเฉพาะ หรือลำดับของบทเรียน

3. เสนอบทเรียนด้วยความสั้นและใช้ภาษารัดกุม มีการจัดจังหวะน้อยที่สุด เพื่อไม่เป็นการลดความสนใจในบทเรียนของผู้เรียน การสอนบทเรียนอย่างต่อเนื่อง และรัดกุมมีส่วนสัมพันธ์กับการเรียนรู้ของผู้เรียน บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดี ข้อความที่เสนอควรสั้น ชัดเจน และใช้ภาษาอย่างรัดกุม

4. สังกศภาษาที่ใช้เป็นภาษาที่เข้าใจและเหมาะสมกับผู้เรียน ภาษาที่ใช้ นอกจากจะชัดเจนรัดกุมแล้ว ต้องเป็นที่เข้าใจ เหมาะสมและสัมพันธ์กับพฤติกรรมของผู้เรียน ใช้คำศัพท์ที่คุ้นเคยกับผู้เรียน หรือผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงเนื้อหากับประสบการณ์ของตนเองได้ บทเรียนที่ดีจะต้องให้ผู้เรียนได้สนองตอบก่อนจะถามคำถามต่อไป

5. ตัวอย่าง และการแสดงที่ใช้ถูกต้อง การให้ตัวอย่าง และการจำลองที่ถูกต้องกับทักษะของผู้เรียน จะทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพ

6. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนที่มีระดับการเรียนต่างกัน ได้บรรลุถึงจุดประสงค์การเรียนรู้ การเลือกบทเรียนคอมพิวเตอร์ควรเลือกบทเรียนซึ่งมีการออกแบบเพื่อให้ผู้เรียนที่มีระดับความสามารถในการเรียนรู้ต่างกันสามารถเรียนรู้ได้

7. การเสนอบทเรียน เสนอในช่วงเวลาที่เหมาะสม บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีควรเสนอ บทเรียนเร็ว ในตัวบทเรียนควรสามารถให้ผู้เรียนควบคุมเนื้อหาเองได้ ผู้พัฒนาควรหลีกเลี่ยงการใช้ ภาพ เสียง โดยไม่จำเป็น

8. การเสนอเนื้อหาและกิจกรรมในบทเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่อง อาจแบ่งเป็น 2 ประเภท คือ

8.1 แบบหลัก คือ ระหว่างบทเรียน

8.2 แบบรอง คือ ภายในบทเรียน

บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีประสิทธิภาพ การเสนอเนื้อหาระหว่างบทเรียน และภายใน บทเรียนเป็นไปอย่างต่อเนื่องและใช้เวลาน้อย ควรหลีกเลี่ยงการย้อนกลับไปหากิจกรรม หรือ เนื้อหาเดิม

9. คำถาม คำสั่ง คำชี้แจง คำแนะนำ เสนออย่างชัดเจนและรัดกุม บทเรียนคอมพิวเตอร์ ที่มีประสิทธิภาพเมื่อมีคำถาม คำชี้แจงรัดกุม มีข้อความชัดเจน บอกผู้เรียนว่าแบบฝึกหัดทำอะไร และคาดหวังผู้เรียนได้เรียนรู้อะไร เมื่อคำถามมีสองหรือมากกว่า คำชี้แจงควรแยก และเขียนข้อความ ให้ชัดเจน เพื่อช่วยให้ผู้เรียนจำคำถามที่ซับซ้อน ครูควรมีคำถาม ถามผู้เรียนว่าเข้าใจบทเรียนนั้น หรือไม่

10. มีบทสรุปในแต่ละบทเรียน ควรมีบทสรุปเนื้อหา หากไม่มีในแต่ละตอนก็ควรมีท้ายบท โดยบทเรียนที่ดีควรเป็น โปรแกรมที่ให้ผู้เรียน ได้มีโอกาสตอบจนกว่าจะแน่ใจว่าผู้เรียนเข้าใจ ถึงจุดสำคัญของเนื้อหาบทเรียน

11. มีมาตรฐานในกระบวนการสอน โดยมีส่วนที่แสดงให้เห็นว่าผู้เรียนเข้าใจเนื้อหา ที่เสนอแล้วจึงเสนอเนื้อหาต่อไป หรือเป็นบทเรียนที่มีเนื้อหาเหมาะสมกับเนื้อหาที่สอนในห้องเรียน

12. โปรแกรมมีการตรวจสอบการเรียนรู้ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีประสิทธิภาพ ควรมีส่วนของโปรแกรมตรวจสอบการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะ ๆ ว่าเข้าใจเนื้อหา หรือบทเรียน ที่เสนอไปหรือไม่ด้วยคำถามเป็นแบบทดสอบสั้น ๆ

13. ถามคำถามครั้งละคำถาม บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีควรให้โอกาสผู้เรียนแต่ละคน ตอบคำถามได้ถูกต้องก่อนถามคำถามต่อไป หรือก่อนที่จะเสนอบทเรียนต่อไป

14. มีการตอบสนองในบทเรียน เมื่อผู้เรียนตอบถูกครูควรมีการตอบสนองตอบงาน ของผู้เรียน โดยการให้ข้อความที่ชัดเจน และจริงใจ

15. การสนองตอบต่อคำตอบที่ถูก บทเรียนคอมพิวเตอร์ที่ดีควรมีการตอบสนองคำตอบ ที่ถูกต้องเหมาะสม หลีกเลี่ยงความซ้ำซาก และเสริมแต่งสิ่งที่ไม่มีความจำเป็นต่อผู้เรียน

16. เมื่อผู้เรียนตอบคำถามผิดควรใช้เวลา หรือคำชี้แนะ เมื่อผู้เรียนไม่ตอบ หรือตอบคำถามผิด ควรหาโอกาสให้ผู้เรียนตอบคำถามด้วยวิธีการต่าง ๆ เช่น ชี้แจงปัญหาเพิ่มเติม ให้คำชี้แนะคำถามอีกครั้ง ตั้งคำถามใหม่ หรือให้เวลาในการตอบคำถามมากขึ้น

Gagne, Briggs and Wager (1988 อ้างถึงใน นวลนุช สีทองดี, 2541) หลักการออกแบบ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน 9 ขั้นตอน สามารถนำมาเป็นแนวทางในการออกแบบบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ ดังนี้

1. ได้รับความสนใจ (Gain attention) การเรียนการสอนนั้นก่อนเริ่มเรียนน่าจะได้มีการกระตุ้นให้ผู้รู้สึกอยากเรียน บทเรียนจึงควรเริ่มด้วยการใช้ภาพสี อาจมีหรือไม่มีการเคลื่อนไหวก็ได้ นอกจากนั้นควรจะมีเสียงประกอบด้วย แต่สิ่งที่สร้างขึ้นมาต้องน่าสนใจ และเกี่ยวข้องกับเนื้อหา จึงจะมีผลต่อความสนใจของผู้เรียน และเป็นการเตรียมตัวให้พร้อมที่จะศึกษาบทเรียนต่อไป สำหรับการได้รับความสนใจของผู้เรียนนั้นควรคำนึงถึงหลักการ ดังนี้

- 1.1 ใช้กราฟิกที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่มีขนาดใหญ่พอ ง่าย และไม่ซับซ้อน
- 1.2 ใช้ภาพเคลื่อนไหวหรือเทคนิคอื่นเข้าช่วยเพื่อแสดงการเคลื่อนไหว แต่ต้องสั้น และกระชับ
- 1.3 ควรใช้สีเข้าช่วยโดยเฉพาะสีเขียว แดง และน้ำเงิน
- 1.4 พยายามใช้เสียงให้สอดคล้องกับกราฟิก
- 1.5 กราฟิกควรจะค้างอยู่หน้าจอ รอผู้เรียนกดคีย์
- 1.6 ในกราฟิกดังกล่าวบอกข้อบกพร่องที่ไว้ด้วย
- 1.7 ควรใช้เทคนิคกราฟิกที่แสดงบนจอได้เร็ว
- 1.8 ข้อสำคัญเนื้อหาที่แสดง โดยกราฟิกนั้นต้องเหมาะสมกับวัยของผู้เรียนด้วย

2. บอกวัตถุประสงค์ (Specify objective) การบอกวัตถุประสงค์ของการใช้บทเรียน คอมพิวเตอร์ นอกจากจะทำให้ผู้เรียนรู้ล่วงหน้าถึงประเด็นของเนื้อหาแล้วยังใช้เป็นตัวบอกถึงเค้าโครงเนื้อหาได้ด้วย การที่ผู้เรียนรู้ถึงเนื้อหากว้างๆจะทำให้ผู้เรียนสามารถผสมผสานแนวคิดของรายละเอียด หรือแม้แต่ส่วนย่อยของเนื้อหาให้สอดคล้องและสัมพันธ์กับเนื้อหาส่วนใหญ่ได้ ทำให้การเรียนรู้มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

การบอกวัตถุประสงค์นั้นทำได้หลายแบบ ตั้งแต่การบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ จนกระทั่ง บอกรายละเอียดถึงวัตถุประสงค์ทางพฤติกรรม หลักการสำคัญของการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนนั้นมีอยู่ข้อหนึ่งต้องจำให้ดี คือ ต้องสั้น ง่าย ได้ใจความ และ โน้มนำว่าให้อยากเรียนด้วย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับเจตนาของผู้สร้างบทเรียนและเนื้อหาของบทเรียนด้วย การบอกวัตถุประสงค์ ของบทเรียนนั้นควรคิดถึงสิ่งต่อไปนี้

- 2.1 ใช้คำสั้นที่เข้าใจได้ง่าย
- 2.2 ไม่ใช่คำที่ไม่รู้จัก หรือไม่เข้าใจ หรือคำแสลง
- 2.3 ไม่กำหนดวัตถุประสงค์เอาไว้หลาย ๆ ข้อเกินความจำเป็น
- 2.4 ให้ผู้เรียนทราบว่าหลังจากจบบทเรียนแล้วสามารถนำไปทำอะไรได้บ้าง
- 2.5 ถ้าบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อย ๆ หลายบทเรียน เมื่อบอกจุดประสงค์กว้าง ๆ แล้ว ควรจะตามด้วยเมนูแล้วจึงบอกวัตถุประสงค์ของบทเรียนย่อย

2.6 การกำหนดวัตถุประสงค์ที่ละเอียดขึ้นนั้นเหมาะสม แต่ต้องคำนึงถึงเวลาจะต้องเหมาะสมด้วย อาจให้ผู้เรียนกำหนดเวลาเองได้โดยให้กติกาย เพื่อวัตถุประสงค์ต่อไปที่ละเอียด

2.7 เพื่อให้การแสดงวัตถุประสงค์เป็นที่น่าสนใจ อาจใช้กราฟิกง่าย ๆ เพิ่มเติม เช่น กรอบรูปทรงเรขาคณิต หรือลูกศร ยังไม่จำเป็นต้องใช้ภาพเคลื่อนไหว

3. ทบทวนความรู้เดิม (Activated prior knowledge) เนื่องจากผู้เรียนมีพื้นฐานในบทเรียนน้อย หรือไม่มีพื้นฐานเลย ผู้สร้างบทเรียนจำเป็นต้องหาทางประเมินความรู้เดิมในส่วนที่จำเป็นจะรับความรู้ใหม่ ทั้งนี้นอกจากจะเป็นการเตรียมพื้นฐานสำหรับผู้ที่จะรับความรู้ใหม่แล้ว ยังเป็นการทบทวนความรู้เดิมสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานมาบ้าง เพื่อจะได้เพิ่มความรู้ใหม่ได้ดียิ่งขึ้น

สำหรับการทบทวนความรู้เดิมนั้นไม่จำเป็นจะต้องใช้การทดสอบเสมอไป เช่นในบทเรียนที่มีความต่อเนื่องเป็นชุด การทบทวนอาจเป็นการกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนนึกถึงความรู้ที่ได้รับมาก่อนหน้านี้ โดยแสดงด้วยเสียงพูด หรือข้อความ หรือภาพ หรือหลายๆอย่างผสมผสานกัน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของเนื้อหา ในขั้นนี้ผู้สร้างบทเรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

3.1 ไม่คิดเอาเองว่าผู้เรียนต้องมีพื้นฐานความรู้มาเท่าๆ กัน ก่อนที่จะเริ่มศึกษาถึงเนื้อหาใหม่ จึงควรมีการทดสอบหรือให้ความรู้อันเป็นการทบทวนผู้เรียนให้เตรียมพร้อมเพื่อที่จะได้รับเนื้อหาใหม่

3.2 การทบทวนหรือทดสอบควรให้กระชับ และตรงเป้าหมาย

3.3 ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนออกจากเนื้อหาใหม่ หรือออกจาก การทดสอบ เพื่อไปศึกษา หรือทบทวน ได้ตลอดเวลา

3.4 ในกรณีที่ไม่มี การทดสอบความรู้เดิม ผู้สร้างบทเรียนต้องหาทางกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนกลับไปคิดถึงสิ่งที่ได้ศึกษามาแล้ว หรือสิ่งที่เคยมีประสบการณ์มาแล้ว

3.5 การใช้ภาพประกอบคำพูดเป็นตัวกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด เป็นการทำให้บทเรียน น่าสนใจมากยิ่งขึ้น

สำหรับการสร้างภาพที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา โดยประกอบคำพูดที่สั้น ง่าย และ ได้ใจความนั้น เป็นสิ่งสำคัญของการเรียนการสอนด้วยคอมพิวเตอร์ การใช้ภาพประกอบจะทำให้ผู้เรียนเข้าใจ

ง่ายขึ้น และทำให้จำได้นานกว่าการใช้ข้อความเพียงอย่างเดียว แต่การใช้ภาพประกอบจะไม่ได้ผล หากภาพนั้น ๆ ให้รายละเอียดมากเกินไป ใช้เวลาในการแสดงภาพช้า กว่าที่จะเห็นภาพทั้งหมดใช้เวลา นานมาก ภาพไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา หรือไม่เหมาะสมกับเทคนิคการออกแบบ เช่น สีเลอะเทอะ ภาพไม่สมดุล เป็นต้น

4. การเสนอเนื้อหาใหม่ (Present new information) การนำเสนอเนื้อหา หากเป็นข้อความ หรือคำอธิบายในแต่ละกรอบไม่ควรมากเกินไป เพราะนอกจากอ่านยากแล้ว ผู้เรียนยังไม่มี การตอบสนอง ดังนั้นการนำเสนอเนื้อหาใหม่นั้นผู้สร้างบทเรียนควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้ด้วย

4.1 ใช้ภาพประกอบในการนำเสนอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเนื้อหาสำคัญ

4.2 มีแผนภูมิ แผนภาพ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบประกอบ

4.3 เมื่อมีการนำเสนอเนื้อหาที่ยากและซับซ้อน ใช้ตัวแนะ (Cue) ในส่วนที่เป็นข้อความ สำคัญ โดยการขีดเส้นใต้ การตีกรอบ การเปลี่ยนสีพื้น การกระพริบ หรือการโยงลูกศร การใช้สี หรือแม้แต่การชี้แนะด้วยข้อความ

4.4 ไม่ควรใช้กราฟิกที่ยาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่ไม่เกี่ยวกับเนื้อหา

4.5 การจัดข้อความให้นำอ่าน ถ้ามีข้อความยาวควรจัดกลุ่มคำให้อ่านได้ความ เป็นตอน ๆ ไป

4.6 ใช้ตัวอย่างที่เข้าใจง่าย

4.7 หากเครื่องแสดงกราฟิกได้ช้า ควรนำเสนอเฉพาะกราฟิกที่จำเป็นเท่านั้น

4.8 การใช้สีแต่ละเฟรมไม่ควรใช้มากกว่า 3 สี นอกจากนั้นไม่ควรสลับสีไปมา โดยเฉพาะสีของตัวอักษร

4.9 การใช้ข้อความ หรือถ้อยคำ ควรสื่อในระดับเดียวกับผู้เรียนเข้าใจได้ด้วยความคุ้นเคย และสื่อความหมายเดียวกัน

4.10 ควรเปลี่ยนวิธีการทำให้ผู้เรียนตอบสนองบ้าง

5. ชี้นำทางการเรียนรู้ (Guide learning) การเรียนการสอนให้ผู้เรียนจำได้คตินั้น จะต้องมีการนำเสนอเนื้อหาที่ดี พร้อมกับมีความสัมพันธ์กับความรู้เดิม ดังนั้น ผู้ออกแบบบทเรียน จึงต้องมีหน้าที่หาเทคนิคต่าง ๆ เพื่อใช้กระตุ้นผู้เรียนได้นำความรู้เดิมมาใช้ในการศึกษาความรู้ใหม่ รวมทั้งต้องหาทางทำให้การศึกษาความรู้ใหม่ของผู้เรียนกระจำชัดมากขึ้นเท่าที่จะทำได้สำหรับการเน้นเนื้อหานั้น ผู้ออกแบบบทเรียน อาจนำหลัก “Guided Discovery” คือ พยายามให้ผู้เรียนรู้จัก หาเหตุผล ค้นคว้า วิเคราะห์หาคำตอบด้วยตนเอง โดยผู้ออกแบบบทเรียนต้องค่อย ๆ ชี้นำจาก มุมกว้างแล้วรวบรัดให้แคบลง จนผู้เรียนสามารถหาคำตอบได้เอง รวมทั้งใช้ข้อความที่กระตุ้น ให้ผู้เรียนได้คิดสรุปแล้วในขั้นนี้ควรคำนึงถึง

- 5.1 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ แล้วช่วยชี้ให้เห็นว่าส่วนย่อยนั้นมีความสัมพันธ์กับส่วนใหญ่อะไร
- 5.2 แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่ผู้เรียนเคยได้รู้มาแล้ว
- 5.3 พยายามยกตัวอย่างที่แตกต่างออกไป เพื่อช่วยให้มีความเข้าใจในความรู้ใหม่ได้ดียิ่งขึ้น เช่น ในการอธิบายถึงแก้วที่ใช้สำหรับดื่มไวน์ ควรยกตัวอย่างหลาย ๆ ขนาด
- 5.4 มีตัวอย่างของที่แตกต่างออกไปซึ่งไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น ให้อุณหภูมิไอศกรีม ด้วยชุปซึ่งไม่ใช่ตัวอย่างของแก้วดื่มไวน์
- 5.5 ในการนำเสนอเรื่องที่ยาก ควรแสดงให้เห็นจากรูปธรรมไปสู่นามธรรม แต่กรณีกลับกัน หากเนื้อหานั้นไม่ยากนัก ให้เสนอนามธรรมไปสู่รูปธรรม
- 5.6 กระตุ้นให้ผู้เรียนนึกถึงความรู้เดิม
6. กระตุ้นการตอบสนอง (Elicit response) จากทฤษฎีการเรียนรู้หลายทฤษฎี พบว่าการเรียนรู้จะมีประสิทธิภาพมากขึ้นเพียงใดนั้นเกี่ยวข้องกับระดับขั้นตอนของการประมวลข้อมูล ในกรณีที่ผู้เรียนมีโอกาสได้ร่วมคิด หรือร่วมกิจกรรมในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา การถามการตอบจะทำให้จำได้มากกว่า ผู้ที่เรียนจากการอ่านหรือลอกข้อความเพียงอย่างเดียว ดังนั้นในการสร้างบทเรียนในขั้นตอนนี้จึงควรคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้
 - 6.1 พยายามให้ผู้เรียนมีการตอบสนองด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน
 - 6.2 ควรให้มีการพิมพ์คำตอบสั้น ๆ เป็นระยะ ๆ ตามความเหมาะสม เพื่อเรียกข้อความสนใจ
 - 6.3 ไม่ควรให้พิมพ์ยาวเกินไป
 - 6.4 มีคำถามเป็นช่วงๆตามความเหมาะสม
 - 6.5 กระตุ้นความคิด และจินตนาการตั้งคำถาม
 - 6.6 ไม่ควรถามครั้งเดียวหลาย ๆ คำถาม หรือคำถามเดียวมีหลาย ๆ คำตอบ หากจำเป็นควรมีตัวเลือกให้ตอบ
 - 6.7 ควรหลีกเลี่ยงการตอบสนองซ้ำซากเมื่อทำผิด เมื่อตอบผิดครั้งสองครั้งควรเฉลยเลยหรือเสนอแนะคำตอบ แล้วเปลี่ยนไปทำกิจกรรมอื่น
 - 6.8 ควรอนุโลมในการให้คำตอบตัวอักษรตัวเล็กตัวใหญ่ เลขไทย เลขอารบิก รวมทั้งการพิมพ์ขาด พิมพ์เกินเล็ก ๆ น้อย ๆ
 - 6.9 ควรแสดงการตอบสนองของผู้เรียนบนเฟรมเดียวกับคำถาม เช่นเดียวกับ การเฉลยควรอยู่บนเฟรมเดียวกันด้วย

7. การให้ข้อมูลย้อนกลับ (Provide feedback) บทเรียนคอมพิวเตอร์นั้นจะน่าสนใจมากขึ้น หากว่าบทเรียนนั้นบอกถึงจุดมุ่งหมายที่ชัดเจน และมีการให้ข้อมูลย้อนกลับว่า ขณะนี้ผู้เรียน อยู่ห่างไกลจากเป้าหมายเพียงใด การใช้ Feedback เป็นภาพจะเร้าความสนใจได้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งหากภาพนั้นเกี่ยวข้องกับเนื้อหาที่กำลังใช้เรียนอยู่ ข้อเสนอแนะในขั้นตอนของการให้ Feedback มีดังนี้

- 7.1 Feedback ทันทีที่ผู้เรียนตอบสนอง
- 7.2 แจ้งผู้เรียนว่าการตอบสนองนั้นถูก หรือผิด
- 7.3 ให้คำถาม คำตอบ และ Feedback อยู่บนเฟรมเดียวกัน
- 7.4 ใช้ภาพง่าย ๆ และเกี่ยวข้องกับเนื้อหา
- 7.5 พยายามหลีกเลี่ยงการใช้ Feedback ที่ตื่นเต้น น่าชม เมื่อผู้เรียนทำผิด
- 7.6 ในกรณีที่หาภาพ Feedback ที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาไม่ได้จริง ๆ สามารถใช้ ภาพอื่นแทนได้
- 7.7 ใช้เสียงไต่สูงขึ้นเมื่อตอบถูกต้อง และไล่เสียงต่ำลงเมื่อตอบผิด
- 7.8 เมื่อผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง ให้เฉลยคำตอบที่ถูกต้อง
- 7.9 ให้คะแนน หรือแสดงภาพให้เห็นว่าอยู่ใกล้ หรือ ไกลจากเป้าหมาย
- 7.10 สุ่ม Feedback เพื่อเร้าความสนใจ

8. การทดสอบความรู้ (Assess performance) การใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ ในการเรียนการสอนนั้น จัดเป็นการทดสอบความรู้ใหม่ที่อาจจัดให้มีการทดสอบระหว่างบทเรียน หรือทดสอบท้ายบทเรียน ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น การทดสอบดังกล่าวเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียน สามารถประเมินตัวเองได้ ข้อเสนอแนะในขั้นตอนนี้มีดังนี้

- 8.1 สิ่งที่ต้องวัดนั้นตรงกับวัตถุประสงค์ในบทเรียน
- 8.2 ข้อสอบ คำตอบ Feedback แสดงอยู่บนเฟรมเดียวกันอย่างรวดเร็ว และต่อเนื่อง
- 8.3 หลีกเลี่ยงการให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบที่ยาวเกินไป
- 8.4 ให้ผู้เรียนตอบคำถามครั้งเดียวในแต่ละคำถาม ยกเว้นในคำถามนั้นมีคำถามย่อย อยู่ด้วยให้แยกออกเป็นหลาย ๆ คำถาม
- 8.5 แจ้งให้ผู้เรียนทราบว่าจะต้องตอบคำถามด้วยวิธีใด
- 8.6 แจ้งให้ผู้เรียนทราบว่ายังมีตัวเลือกอื่น ๆ ให้อีกหรือไม่
- 8.7 ต้องคำนึงถึงความแม่นยำ และเชื่อถือได้ในข้อสอบ
- 8.8 ยังไม่ตัดสินใจว่าผิดเมื่อได้คำตอบที่ไม่แน่ชัด เช่น ผู้เรียนพิมพ์เป็นตัวอักษร แต่คำตอบ ต้องการเป็นตัวเลข ควรแจ้งให้ผู้เรียนตอบใหม่ ไม่ใช่ตอบผิด

8.9 ไม่ควรทดสอบด้วยการตั้งคำถามด้วยข้อเขียนเพียงอย่างเดียว ควรใช้ภาพประกอบที่เหมาะสม

8.10 ไม่ตัดสินคำตอบว่าผิด หากพิมพ์ผิดบ้าง หรือใช้ตัวพิมพ์ใหญ่แทนที่จะใช้ตัวเล็ก หรือในคำตอบมีการเว้นวรรค

9. การจำและการนำไปใช้ (Promote retention and transfer) มีข้อเสนอแนะสำหรับในชั้นเรียนปกติว่าในขั้นตอนสุดท้ายควรจะเป็นกิจกรรมสรุปประเด็นสำคัญ ๆ รวมทั้งมีข้อเสนอแนะต่าง ๆ เพื่อผู้เรียนจะได้มีโอกาสทบทวน หรือสอบถามปัญหา ก่อนจบบทเรียน ดังนั้น เมื่อนำมาดัดแปลงใช้กับบทเรียนคอมพิวเตอร์จึงมีข้อเสนอแนะ ดังนี้

9.1 แจ้งให้ผู้เรียนรู้ว่าความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมที่ผู้เรียนคุ้นเคยแล้วอย่างไร

9.2 สรุปแนวคิดที่สำคัญ

9.3 ยกตัวอย่างสถานการณ์ซึ่งความรู้ใหม่สามารถนำไปใช้ได้

9.4 แจ้งแหล่งข้อมูลกับผู้เรียน เพื่อจะได้อ้างอิงหรือค้นคว้าต่อ

จากการศึกษาการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนจากเอกสารดังกล่าว ผู้วิจัยได้นำรูปแบบหรือขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบ ADDIE Model ของ สตรีกลแลนด์ มาใช้ในการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การทดสอบประสิทธิภาพ หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนไปทดสอบด้วยกระบวนการสองขั้นตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น (Try out) และทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง (Trial run) เพื่อหาคุณภาพของสื่อตามขั้นตอนที่กำหนดใน 3 ประเด็น คือ การทำให้ผู้เรียนมีความรู้เพิ่มขึ้น การช่วยให้ผู้เรียนผ่านกระบวนการเรียนและทำแบบประเมินสุดท้ายได้ดี และการทำให้ผู้เรียนมีความพึงพอใจ นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข ก่อนที่จะผลิตออกมาเผยแพร่เป็นจำนวนมาก (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2556)

1. การทดสอบประสิทธิภาพใช้เบื้องต้น เป็นการนำสื่อหรือชุดการสอนที่ผลิตขึ้นเป็นต้นแบบ (Prototype) แล้วไปทดสอบประสิทธิภาพใช้ตามขั้นตอนที่กำหนดไว้ในแต่ละระบบ เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพของสื่อหรือชุดการสอนให้เท่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และปรับปรุงจนถึงเกณฑ์

2. การทดสอบประสิทธิภาพสอนจริง หมายถึง การนำสื่อหรือชุดการสอนที่ได้ทดสอบประสิทธิภาพใช้ และปรับปรุงจนได้คุณภาพถึงเกณฑ์แล้วของแต่ละหน่วย ทุกหน่วยในแต่ละวิชา ไปสอนจริงในชั้นเรียน หรือในสถานการณ์การเรียนที่แท้จริงในช่วงเวลาหนึ่ง อาทิ 1 ภาคการศึกษา

เป็นอย่างน้อย เพื่อตรวจสอบคุณภาพเป็นครั้งสุดท้ายก่อนนำไปเผยแพร่ และผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

3. การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ เกณฑ์เป็นขีดจำกัดที่จะยอมรับว่า สิ่งใดหรือพฤติกรรมใดมีคุณภาพ และปริมาณที่จะรับได้

การตั้งเกณฑ์ต้องตั้งไว้ครั้งแรกครั้งเดียว เพื่อจะปรับปรุงคุณภาพให้ถึงเกณฑ์ขั้นต่ำที่ตั้งไว้ จะตั้งเกณฑ์การทดสอบประสิทธิภาพไว้ต่างกันไม่ได้ เช่น เมื่อมีการทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว ตั้งเกณฑ์ไว้ 60/60 แบบกลุ่ม ตั้งไว้ 70/70 ส่วนแบบสนามตั้งไว้ 80/80 ถือว่า เป็นการตั้งเกณฑ์ที่ไม่ถูกต้อง

4. วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ

วิธีการคำนวณหาประสิทธิภาพ กระทำได้โดยคำนวณโดยใช้สูตร กระทำได้โดยใช้สูตรต่อไปนี้ (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2520)

$$\text{สูตรที่ 1} \quad E_1 = \frac{\sum X}{A} \times 100$$

เมื่อ	E_1	คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ
	$\sum X$	คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรม หรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์
	A	คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

$$\text{สูตรที่ 2} \quad E_2 = \frac{\sum F}{B} \times 100$$

เมื่อ	E_2	คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์
	$\sum F$	คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน
	B	คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วย ผลการสอบหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย
	N	คือ จำนวนผู้เรียน

5. ขั้นตอนการทดสอบประสิทธิภาพ เมื่อผลิตสื่อหรือชุดการสอนขึ้น เป็นต้นแบบแล้ว
ต้องนำสื่อหรือชุดการสอนไปหาประสิทธิภาพตาม ขั้นตอนต่อไปนี้

5.1 การทดสอบประสิทธิภาพแบบเดี่ยว (1:1) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน
1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 1-3 คน โดยใช้เด็กอ่อน ปานกลาง และ
เด็กเก่ง ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของ
ผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ
คือ กิจกรรม หรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนนมาคำนวณหา
ประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และแบบทดสอบ
หลังเรียนให้ดีขึ้น โดยปกติคะแนนที่ได้จากการทดสอบประสิทธิภาพแบบนี้จะได้คะแนน
ต่ำกว่าเกณฑ์มาก แต่ไม่ต้องวิตกเมื่อปรับปรุงแล้วจะสูงขึ้นมาก ก่อนนำไปทดสอบประสิทธิภาพ
แบบกลุ่ม ทั้งนี้ E_1/E_2 ที่ได้จะมีค่าประมาณ 60/60

5.2 การทดสอบประสิทธิภาพแบบกลุ่ม (1:10) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพที่ผู้สอน
1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียน 6-10 คน (ละผู้เรียนที่เก่ง ปานกลาง
กับอ่อน) ระหว่างทดสอบประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรม
ของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพ
ให้ประเมินการเรียนรู้จากกระบวนการ คือกิจกรรมหรือภารกิจและงานที่มอบให้ทำ และประเมิน
ผลลัพธ์คือ การทดสอบหลังเรียน และงานสุดท้ายที่มอบให้นักเรียนทำส่งก่อนสอบประจำหน่วย
ให้นำคะแนนมาคำนวณหาประสิทธิภาพหากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรม
ระหว่างเรียน และแบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น คำนวณหาประสิทธิภาพแล้วปรับปรุง ในคราวนี้
คะแนนของผู้เรียนจะเพิ่มขึ้นอีกเกือบเท่าเกณฑ์โดยเฉลี่ยจะห่างจากเกณฑ์ประมาณ 10 % นั่นคือ
ที่ E_1/E_2 ได้จะมีค่าประมาณ 70/70

5.3 การทดสอบประสิทธิภาพภาคสนาม (1:100) เป็นการทดสอบประสิทธิภาพ
ที่ผู้สอน 1 คน ทดสอบประสิทธิภาพสื่อหรือชุดการสอนกับผู้เรียนทั้งชั้น ระหว่างทดสอบ
ประสิทธิภาพให้จับเวลาในการประกอบกิจกรรม สังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนว่า หงุดหงิด ทำหน้าฉงน
หรือทำท่าทางไม่เข้าใจหรือไม่ หลังจากทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามแล้วให้ประเมินการเรียนรู้
จากกระบวนการ คือ กิจกรรม หรือภารกิจ และงานที่มอบให้ทำและทดสอบหลังเรียน นำคะแนน
มาคำนวณหาประสิทธิภาพ หากไม่ถึงเกณฑ์ต้องปรับปรุงเนื้อหาสาระ กิจกรรมระหว่างเรียน และ
แบบทดสอบหลังเรียนให้ดีขึ้น แล้วนำไปทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามซ้ำกับนักเรียนต่างกลุ่ม
อาจทดสอบประสิทธิภาพ 2-3 ครั้ง จนได้ค่าประสิทธิภาพถึงเกณฑ์ขั้นต่ำ ปกติไม่น่าจะทดสอบ
ประสิทธิภาพเกินสามครั้ง ด้วยเหตุนี้ ขั้นตอนทดสอบประสิทธิภาพภาคสนามจึงแทนด้วย 1:100

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ศุภวรรณ จับจัน (2548) ได้สร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่อง การแก้โจทย์ปัญหา การบวก ลบ ระคน สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา เพื่อสร้าง และหาประสิทธิภาพของชุดการสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 ผลการวิจัยพบว่า ชุดการสอนที่สร้างมีประสิทธิภาพ 89.58/86.67 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

อุทัยวรรณ อนันตชัย (2551) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเขียนภาษาไทย ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า ได้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเขียนภาษาไทย ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4 ผลการประเมินด้านเนื้อหา และด้านสื่อมีคุณภาพเหมาะสม ผลสัมฤทธิ์ของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01

สมศรี ดินคำเชิด อเนก ศิลปะนิลมาลัย และ ลดาวัลย์ วัฒนบุตร (2552) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง Present continuous tense กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 89.59/82.46 นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

เมริสสา พรหมาศ (2556) ได้วิจัยเรื่อง การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หลักกรรมมงคลชีวิต 38 ประการ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3 จำนวน 30 คน ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง หลักกรรมมงคลชีวิต 38 ประการ มีประสิทธิภาพ 82.37/84.92 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ และความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนอยู่ในระดับมาก ค่าเฉลี่ย 4.27

สมชาติ บุญมัติ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.53/84.73 นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อารีรัตน์ ใจผาวัง (2552) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 3 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่สร้างมีประสิทธิภาพ 83.89/91.67 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยเรื่องการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอเสนอรายละเอียดของวิธีการดำเนินการวิจัยตามลำดับ ดังนี้

1. การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล
4. การวิเคราะห์ข้อมูล
5. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์และสังเคราะห์เอกสาร หลักการ ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง โดยใช้การวิเคราะห์เนื้อหา (Content analysis) ครอบคลุมหัวข้อต่อไปนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. มาตรฐาน ตัวชี้วัด และเนื้อหาเรื่อง การวัด
 - 2.1 มาตรฐาน และตัวชี้วัด
 - ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด และคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด
 - ค 2.1 ป.4/1 บอกความสัมพันธ์ของหน่วยการวัดความยาว น้ำหนัก ปริมาตร หรือความจุ และเวลา
 - ค 2.1 ป.4/3 บอกเวลาบนหน้าปัดนาฬิกา อ่าน และเขียนเวลา โดยใช้จุด และบอกระยะเวลา
 - ค 2.1 ป.4/4 คาดคะเนความยาว น้ำหนักปริมาตร หรือความจุ
 - ค 2.2 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด
 - ค 2.2 ป.4/1 แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัดความยาว การชั่ง การตวง เงิน และเวลา
 - ค 2.2 ป.4/2 เขียนบันทึกรายรับ รายจ่าย
 - ค 2.2 ป.4/3 อ่าน และเขียนบันทึก กิจกรรม หรือเหตุการณ์ที่ระบุเวลา

- 2.2 ความยาว
- 2.3 การชี้
- 2.4 การวาง
- 2.5 เวลา
- 2.6 เงิน
- 3. การเรียนการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.1 การเตรียมการสอนคณิตศาสตร์
 - 3.2 การจัดกิจกรรมการเรียนการสอน
 - 3.3 การวัด และประเมินผล
- 4. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.1 ความหมายของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.2 ประเภทของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.3 การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
 - 4.4 การทดสอบประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้ดำเนินการตามขั้นตอนของหลักการออกแบบ ADDIE Model ซึ่งมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. การวิเคราะห์ (Analysis)

1.1 การกำหนดเรื่อง และวัตถุประสงค์ ทัวไป

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหา หรือสถานการณ์ ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ คณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิต ให้ดีขึ้น และสามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่น ได้อย่างมีความสุข ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดว่าควรสร้างนวัตกรรม ที่ทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น โดยนวัตกรรมที่ผู้วิจัยเลือกใช้ คือ บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในเรื่อง การวัด ซึ่ง ถนอมพร เลหาจรัสแสง (2541) ได้กล่าวถึง บทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนไว้ว่า คอมพิวเตอร์ช่วยสอน หมายถึง สื่อการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์

รูปแบบหนึ่งซึ่งใช้ความสามารถของคอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสื่อประสม อัน ได้แก่ ภาพนิ่ง ข้อความ กราฟิก แผนภูมิ กราฟ ภาพเคลื่อนไหว วิดิทัศน์ และเสียง เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาบทเรียน หรือองค์ความรู้ในลักษณะที่ใกล้เคียงกับการสอนจริงในห้องเรียนมากที่สุด

1.2 การวิเคราะห์ผู้เรียน

ผู้วิจัยได้ศึกษา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน และสอบถามเกี่ยวกับสภาพปัญหา การเรียนของนักเรียน โรงเรียนบ้านบ่อวิน ชลบุรี พบว่า การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ ครูผู้สอน ประสบปัญหาเรื่องสื่อประกอบการเรียนการสอนยังไม่น่าสนใจ นักเรียนแต่ละคนมีความสามารถในการรับรู้ไม่เท่ากัน แต่นักเรียนทุกคนผ่านการเรียนพื้นฐานในการใช้คอมพิวเตอร์มาแล้ว และมีทักษะการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับพื้นฐานได้

1.3 การวิเคราะห์เนื้อหา

ผู้วิจัยได้ศึกษา เนื้อหาเรื่อง การวัดในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ หลังจากนั้น ได้วิเคราะห์เนื้อหา เพื่อกำหนด จุดประสงค์ และรายละเอียดเนื้อหา กำหนดขอบเขตของเนื้อหา ดังนั้นการออกแบบเนื้อหาใน บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด จึงแบ่งได้ดังต่อไปนี้

1.3.1 บทที่ 1 ความยาว

1.3.2 บทที่ 2 การชั่ง

1.3.3 บทที่ 3 การตวง

1.3.4 บทที่ 4 เวลา

1.3.5 บทที่ 5 เงิน

1.4 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้

ผู้วิจัยมีจุดประสงค์เพื่อที่จะนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นไปใช้เป็นสื่อ การเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เรียน สามารถเรียนรู้ด้วยตนเองได้ โดยที่ผู้วิจัยได้กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเป็นไปตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ มีดังนี้

1.4.1 ผู้เรียนสามารถอธิบาย เรื่อง การวัด การชั่ง ปริมาตร เวลา และการเงิน

1.4.2 ผู้เรียนมีทักษะในการวัดความยาว การชั่ง การคำนวณหาปริมาตร การอ่าน เวลา และการเงิน

1.4.3 ผู้เรียนเห็นคุณค่าของการนำความสัมพันธ์ของหน่วยการวัด การชั่ง ปริมาตร เวลา และการเงิน ไปใช้ในชีวิตประจำวัน

2. การออกแบบ (Design)

การออกแบบบทเรียนผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างบทเรียนตามขั้นตอน ดังนี้

2.1 การออกแบบบทเรียน ซึ่งจะประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ได้แก่

2.1.1 นำเสนอส่วนนำ

2.1.2 บอกจุดประสงค์ของบทเรียน

2.1.3 คำชี้แจง

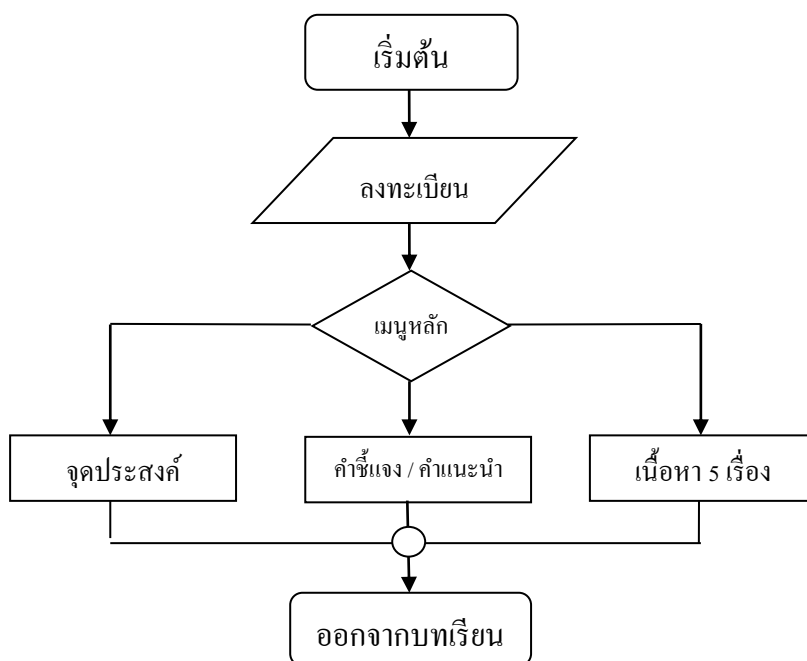
2.1.4 นำเสนอเนื้อหา

2.1.5 สรุป

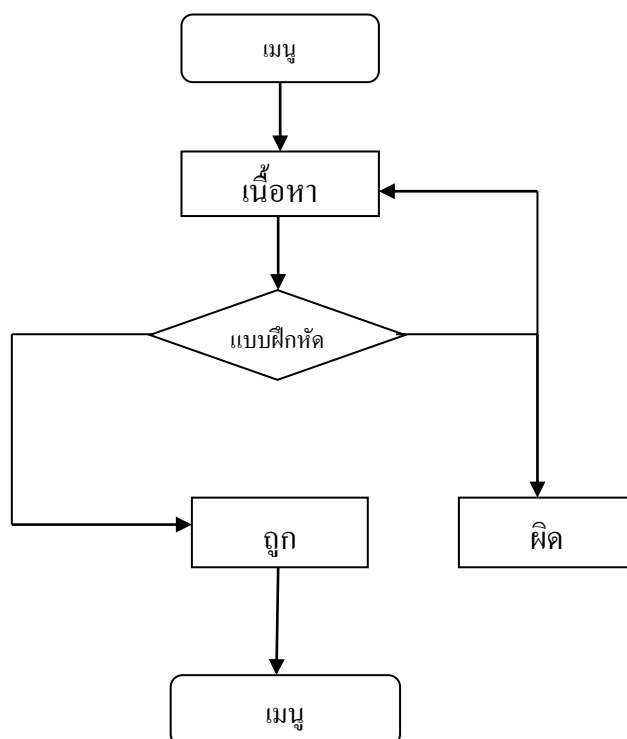
2.1.6 แบบฝึกหัดระหว่างเรียน

2.2 การเขียนแผนผัง และออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์

เรื่อง การวัด ให้มีความสัมพันธ์กันในลักษณะแตกกิ่ง เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเลือกเรียนได้ตามความสนใจ และในแต่ละหน่วยการเรียนรู้จะมีรายการให้เลือกเรียนที่สัมพันธ์กันในทุกเนื้อหา โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีโครงสร้างขั้นตอนการทำงานดังภาพต่อไปนี้



ภาพที่ 2 เมนูหลักของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4



ภาพที่ 3 โครงสร้างเนื้อหาของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3. การพัฒนา (Development)

3.1 การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1.1 ศึกษาเอกสารหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.1.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาสำหรับออกแบบบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1.3 ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

3.1.4 สร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

3.1.5 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปให้ประธาน และคณะกรรมการผู้ควบคุม
วิทยานิพนธ์ตรวจ จากนั้นนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญ 5 ท่าน ตรวจสอบ โดยใช้แบบประเมินความเหมาะสม
ของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีเกณฑ์แปลความหมายดังนี้ (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543)

ให้คะแนน 4.51- 5.00 อยู่ในระดับที่เหมาะสมมากที่สุด

ให้คะแนน 3.51- 4.50 อยู่ในระดับที่เหมาะสมมาก

ให้คะแนน 2.51- 3.50 อยู่ในระดับที่เหมาะสมปานกลาง

ให้คะแนน 1.51- 2.50 อยู่ในระดับที่เหมาะสมน้อย

ให้คะแนน 0.00- 1.50 อยู่ในระดับที่เหมาะสมน้อยที่สุด

ผู้เชี่ยวชาญด้านเทคโนโลยีการศึกษามีคุณสมบัติ ดังนี้

1. จบการศึกษาระดับปริญญาโท ขึ้นไป
2. มีประสบการณ์ด้านคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี

ผู้เชี่ยวชาญ มีรายนามดังต่อไปนี้

1. ดร.วีระพันธ์ พานิชย์ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2. ดร.ชนวัฒน์ วรรณประภา อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมและเทคโนโลยีการศึกษา

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

3. นางสาวอรวรรณ โทณผลิน ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบ่อวิน

ผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์มีคุณสมบัติ ดังนี้

1. จบการศึกษา ตั้งแต่ระดับปริญญาตรีขึ้นไป
2. มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ไม่น้อยกว่า 5 ปี

ผู้เชี่ยวชาญ มีรายนามดังต่อไปนี้

1. นางสาวปิยานุช สายทอง ครูชำนาญการพิเศษ โรงเรียนบ้านบ่อวิน
2. นายองค์การ ประทุม อธิกุล ครู โรงเรียนบ้านบ่อวิน

จากนั้นนำคะแนนที่ได้รับจากการประเมินมาหาค่าเฉลี่ย และแปลผล จากการประเมินความเหมาะสมโดยผู้เชี่ยวชาญ พบว่า ความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน มีค่าเฉลี่ย

4.22 หมายถึง บทเรียนมีคุณภาพระดับดีมาก

3.2 การสร้างแบบทดสอบ

3.2.1 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้ครอบคลุมจุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด

3.2.2 วิเคราะห์จุดประสงค์การเรียนรู้ของเนื้อหาสาระแต่ละหัวเรื่องเพื่อนำไปกำหนดสัดส่วนในการออกข้อสอบให้ครอบคลุมตามวัตถุประสงค์

3.2.3 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ของการทดสอบ โดยพิจารณาจากจุดประสงค์ของการสอนแต่ละหัวเรื่อง แล้วกำหนดอัตราส่วนของแบบทดสอบให้ครอบคลุมเนื้อหา

3.2.4 สร้างแบบทดสอบที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแต่ละหัวเรื่อง เป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 20 ข้อ

3.2.5 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบเนื้อหา และการใช้ภาษา แล้วนำข้อเสนอแนะจากอาจารย์ที่ปรึกษามาปรับปรุงแก้ไขข้อคำถามให้ถูกต้อง ชัดเจน

3.2.6 นำแบบทดสอบที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 5 คน ตรวจสอบ ความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์ในการพิจารณาค่า IOC ดังนี้

3.2.6.1 ข้อคำถามที่มีค่า IOC ตั้งแต่ .60-1.00 คัดเลือกไว้ใช้ได้

3.2.6.2 ข้อคำถามที่มีค่า IOC ต่ำกว่า .60 ควรพิจารณาปรับปรุง หรือตัดทิ้ง

3.2.7 การตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับจุดประสงค์การเรียนรู้ หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) ใช้เกณฑ์ในการตรวจพิจารณาข้อคำถาม ดังนี้

กำหนดคะแนนเป็น +1 มีความเห็นว่า สอดคล้อง

กำหนดคะแนนเป็น 0 มีความเห็นว่า ไม่แน่ใจ

กำหนดคะแนนเป็น -1 มีความเห็นว่า ไม่สอดคล้อง

จากนั้นนำมาแทนค่าในสูตรหาดัชนีความสอดคล้อง

$$IOC = \sum R/N$$

เมื่อ IOC หมายถึงดัชนีมีความสอดคล้อง

$\sum R$ หมายถึงผลรวมคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N หมายถึงจำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ได้ผลการหาค่าความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับวัตถุประสงค์หรือเนื้อหา (Index of item objective congruence: IOC) อยู่ระหว่าง .87-1.00 แสดงว่ามีความสอดคล้อง ถือว่าอยู่ใน เกณฑ์ใช้ได้ไม่ต้องทำการปรับปรุง

3.2.8 นำแบบทดสอบไปทดสอบกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 30 คน

3.2.9 นำผลการทดสอบมาตรวจให้คะแนน แล้ววิเคราะห์หาความยากง่าย (p) และ ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบ (r) โดยใช้เทคนิคร้อยละ 33 กลุ่มสูงกลุ่มต่ำ โดยใช้สูตรของ จอห์นสัน และกิลฟอร์ด

- 3.2.10 เลือกข้อความที่มีความยากง่าย (p) ระหว่าง .20-.80 จำนวน 15 ข้อ ไว้ใช้ในการทดลอง และได้ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรวมเป็น $r = .86$
- 3.2.11 หาคความเชื่อมั่นของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยใช้สูตร KR20 ของ คูเดอร์ ริชาร์ดสัน
- 3.2.12 นำแบบทดสอบไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง
4. การทดลองใช้ (Implementation) ดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังนี้
- 4.1 การทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) ดังนี้
- 4.1.1 การทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบกลุ่มเดี่ยว (1:1)
- 4.1.1.1 สุ่มผู้เรียนที่มีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบ่อวิน (ลิจิตรราษฎร์บำรุง)
- 4.1.1.2 จำแนกกลุ่มตัวอย่างตามผลการสอบด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย จำนวน 20 ข้อ และเลือกตัวแทนนักเรียน จำนวน 3 คน (เก่ง กลาง อ่อน) ไปทดลองใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.1.1.3 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อดูปฏิบัติการผู้เรียน ชักถามปัญหา และค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนนี้ได้ $E_1/E_2 = 64.44/66.67$
- 4.1.1.4 นำผลสรุปทั้งหมดปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
- 4.1.2 การทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบกลุ่มย่อย (1:10) ดังนี้
- 4.1.2.1 นำข้อบกพร่องที่ได้รับ ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.1.2.2 สุ่มผู้เรียนมีลักษณะใกล้เคียงกับกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 10 คน และนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับผู้เรียน เพื่อค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไขผลการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนนี้ได้ $E_1/E_2 = 71.67/74.50$
- 4.1.2.3 นำผลสรุปทั้งหมดปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ
- 4.1.3 การทดลองใช้เบื้องต้น (Try out) แบบภาคสนาม (1:100) ดังนี้
- 4.1.3.1 นำข้อบกพร่องที่ได้รับ ไปปรับปรุงแก้ไขบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.1.3.2 นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นตัวแทนของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 30 คน เพื่อค้นหาข้อบกพร่องเพื่อนำมาปรับปรุงแก้ไข ผลการทดสอบประสิทธิภาพในขั้นตอนนี้ได้ $E_1/E_2 = 80.11/81.67$

4.1.3.3 นำผลสรุปทั้งหมดปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษา และสอบถามผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำการปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

4.2 การทดลองใช้จริง (Trial run)

4.2.1 ผู้วิจัยนำข้อบกพร่องที่ได้รับจากการทดลองข้างต้น มาปรับปรุง และพัฒนา บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้สมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

4.2.2 ผู้วิจัยนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ไปใช้กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนบ้านบ่อวิน จำนวน 45 คน และนำผลคะแนน จากแบบฝึกหัดในบทเรียน มาใช้ในการหาค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ในขั้นตอนนี้ได้ผลการทดสอบประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 86.15/87.11$

5. การประเมินผล (Evaluation)

5.1 การประเมินประสิทธิภาพ เป็นการประเมินโดยใช้เกณฑ์ประเมินประสิทธิภาพ E_1/E_2 ของ ศาสตราจารย์ ดร.ชัยงค์ พรหมวงศ์ ซึ่งเป็นกระบวนการ (E_1) และการประเมินผลลัพธ์ (E_2) ซึ่งการวิจัยครั้งนี้กำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85

$E_1 = 85$ คือ คะแนนรวมเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนจากการทำกิจกรรมระหว่างเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85

$E_2 = 85$ คือ คะแนนรวมเฉลี่ยของผู้เรียนทุกคนจากการทำแบบทดสอบหลังเรียน มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 85

5.2 การเปรียบเทียบคะแนนจากการทำแบบทดสอบก่อนเรียนกับหลังเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ผู้วิจัยเก็บรวบรวมข้อมูลจากการทดลองใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และทำแบบทดสอบก่อน และหลังเรียน

การดำเนินการทดลอง มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1. จัดเตรียมวัสดุอุปกรณ์ให้พร้อมสำหรับการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของ โรงเรียนบ้านบ่อวิน
2. ชี้แจงนักเรียนที่จะใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจ และใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้อย่างราบรื่น โดยการแนะนำการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน อธิบายบทบาทหน้าที่ของผู้สอนและนักเรียน แจงจุดประสงค์การเรียนรู้ และกฎเกณฑ์ต่าง ๆ
3. นักเรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

4. นักเรียนเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน พร้อมทั้งทำแบบฝึกหัดที่อยู่ในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วย เพื่อนำผลคะแนนที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

5. รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปวิเคราะห์ผลการทดลองต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. วิเคราะห์ผลประเมินความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในรูปแบบของมาตราประมาณค่า (Rating scale)

2. ทดสอบประสิทธิภาพ E_1/E_2 นำผลที่ได้จากการทดลองเทียบกับเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ($E_1/E_2 = 85/85$) โดยใช้สูตร E_1/E_2 ของ ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2520)

3. วิเคราะห์ผลคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ t -test Dependent (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546)

สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

1. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้สูตรตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85

1.1 การคำนวณหาประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1)

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

เมื่อ E_1 คือ ประสิทธิภาพของกระบวนการ

$\sum x$ คือ คะแนนรวมของแบบฝึกปฏิบัติกิจกรรมหรืองานที่ทำระหว่างเรียนทั้งที่เป็นกิจกรรมในห้องเรียน นอกห้องเรียน หรือออนไลน์

A คือ คะแนนเต็มของแบบฝึกปฏิบัติทุกชิ้นรวมกัน

N คือ จำนวนผู้เรียน

1.2 การคำนวณหาประสิทธิภาพของผลลัพธ์ (E_2)

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

เมื่อ E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์

$\sum F$ คือ คะแนนรวมของผลลัพธ์ของการประเมินหลังเรียน

B คือ คะแนนเต็มของการประเมินสุดท้ายของแต่ละหน่วย ประกอบด้วยผลการศึกษาหลังเรียนและคะแนนจากการประเมินงานสุดท้าย

N คือ จำนวนผู้เรียน

2. สถิติที่นำมาวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยหาค่าความแตกต่างของคะแนนเฉลี่ยกลุ่มเดียวกันระหว่างแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยสูตร t -test Dependent (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2546)

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

เมื่อ t แทน ค่าสถิติทดสอบ

$\sum D$ แทน ผลรวมของความแตกต่างระหว่างคะแนนการทดสอบหลังเรียนกับก่อนเรียนผ่านบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

$\sum D^2$ แทน ผลรวมกำลังสองของความแตกต่างระหว่างคะแนนหลังกับก่อนการใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

N แทน จำนวนนักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

D_f แทน องศาความเป็นอิสระ มีค่าเท่ากับ $N-1$

3. ค่าสถิติพื้นฐาน

3.1 การหาค่าเฉลี่ย

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

เมื่อ \bar{x} แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

N แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$$SD = \sqrt{\frac{n \sum x^2 - (\sum x)^2}{n(n-1)}}$$

เมื่อ	SD	แทน	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน
	X	แทน	คะแนน
	$\sum x$	แทน	ผลรวมของคะแนนทั้งหมด
	N	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

จากการวิจัยเพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำเสนอการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ตอนที่ 1 ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วย

1. การนำเสนอของบทเรียนอยู่ในรูปแบบมัลติมีเดีย คือ มีการนำภาพ ข้อความ และเสียง มาใช้ในการนำเสนอเนื้อหาของบทเรียน และมีเมนูปรากฏเป็นลำดับขั้นตอน

2. มีการแจ้งจุดประสงค์การเรียนรู้

3. มีการเข้าสู่เนื้อหาของบทเรียน เนื้อหามีการเรียงลำดับ

3.1 ความยาว

3.2 การซ้่ง

3.3 การตวง

3.4 เวลา

3.5 เงิน

4. ภายในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีแบบฝึกหัดให้ผู้เรียน ได้ทบทวนบทเรียน

5. นักเรียนสามารถเลือกย้อนกลับไปทบทวนเนื้อหาได้

**ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์เพื่อหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
ตามเกณฑ์มาตรฐาน E_1/E_2**

ตารางที่ 1 ผลประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด สำหรับ
นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ในการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง

(N=45)

ลักษณะของคะแนน	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	SD	ร้อยละ	ค่าระดับประสิทธิภาพ
คะแนนระหว่างเรียน	30	25.84	1.299	86.15	$E_1/E_2 = 86.15/87.11$
คะแนนหลังเรียน	20	17.42	1.043	87.11	

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
วิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ได้จำนวนร้อยละของคะแนน
เฉลี่ยของการทดสอบหลังเรียน เท่ากับ 86.15 และจำนวนร้อยละของผู้เรียนที่สามารถทำ
แบบทดสอบผ่านทุกวัตถุประสงค์เท่ากับ 87.11 สรุปได้ว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่
ผู้วิจัยพัฒนาขึ้น มีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้

**ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**

ตารางที่ 2 ผลการเปรียบเทียบคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วยบทเรียน
คอมพิวเตอร์ช่วยสอน

(N=45)

การทดสอบ	คะแนนเต็ม	คะแนนเฉลี่ย	SD	$\sum D$	$\sum D^2$	t	Sig.
ก่อนเรียน	20	12.67	1.51	214	45,796	20.15**	.000
หลังเรียน	20	17.42	1.06				

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตารางที่ 2 พบว่า จากการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนด้วย
บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

เมื่อวิเคราะห์ค่าทางสถิติ พบว่า คะแนนการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 จึงแสดงว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนดังกล่าวนี้ สามารถนำไปใช้ในการเรียนได้

บทที่ 5

สรุปผล อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนในการดำเนินการและสรุปผลการวิจัย ดังนี้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85
2. เพื่อเปรียบเทียบผลคะแนนก่อนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

วิธีดำเนินการวิจัย

1. การศึกษาเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
2. กำหนดคุณลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
3. การออกแบบและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูล

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
2. แบบทดสอบก่อน และหลังเรียน

การวิเคราะห์ข้อมูล

1. ทดสอบประสิทธิภาพประสิทธิภาพตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85 โดยใช้สูตรการทดสอบประสิทธิภาพ

2. วิเคราะห์ผลคะแนนก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มาวิเคราะห์ทางสถิติเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง โดยใช้ t -test แบบ dependent

สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการสร้างและพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 สามารถสรุปได้ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ E_1/E_2 เท่ากับ 86.15/87.11 เป็นไปตามเกณฑ์ E_1/E_2 เท่ากับ 85/85 ที่กำหนดไว้

2. ผลการทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่างที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น มีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

การอภิปรายผล

จากการสรุปผลการวิจัยครั้งนี้สามารถอภิปรายได้ ดังนี้

1. บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 86.15/87.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ $E_1/E_2 = 85/85$ เพราะผู้วิจัยได้ทำการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่มีลักษณะเชื่อมโยงเนื้อหาแบบฝึกหัด ซึ่งง่ายต่อการใช้งาน ใช้ตัวอักษรที่อ่านง่าย มีภาพประกอบ ทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว และมีแบบฝึกหัดที่สอดคล้องกับเนื้อหา ทำให้นักเรียนมีโอกาสที่จะเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถที่จะทบทวนบทเรียนซ้ำได้ตามความต้องการ มีการให้ผลย้อนกลับทันที สอดคล้องกับงานวิจัยของ อาริรัตน์ ใจผาวัง (2552) ได้สร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านคอนงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 3 เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 80/80 ผลการวิจัยพบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่สร้างมีประสิทธิภาพ 83.89/91.67 เป็นไปตามเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ อีกทั้งในตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนยังมีเสียงเพลงบรรเลงประกอบ ทำให้เป็นการเร้าความสนใจของผู้เรียนได้มากยิ่งขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีความสนใจในตัวบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมากยิ่งขึ้น และบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนนั้นได้มีการสร้างและพัฒนาอย่างมีขั้นตอน และเหมาะสมกับนักเรียน

พัฒนาขึ้นโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคลของผู้เรียน และสามารถเป็นสื่อการสอนที่มีประสิทธิภาพ สามารถศึกษาได้ด้วยตนเองตามความสามารถของตนเอง (ถนอมพร เลหาจรัสแสง, 2541) ผู้วิจัยได้นำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้ผู้เชี่ยวชาญได้ตรวจสอบความถูกต้องและผ่านการประเมินผลจากผู้เชี่ยวชาญทั้งด้านเนื้อหา และด้านสื่อได้รับการแก้ไขปรับปรุงข้อบกพร่องตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จึงทำให้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีประสิทธิภาพตามที่ตั้งไว้

2. ผลการศึกษาพบว่า คะแนนก่อนเรียน และหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยการทดสอบ *t*-test แบบ Dependent มีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียน ($\bar{X} = 17.42$) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X} = 12.67$) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้ ทั้งนี้เนื่องจากผู้วิจัยได้ออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล คือ ผู้เรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เลือกเรียนตามลำดับความสนใจของตนเอง รวมทั้งสามารถเรียนซ้ำในเนื้อหาที่ยังไม่เข้าใจได้อย่างอิสระด้วยตนเอง และเมื่อจบเนื้อหาของแต่ละบทเรียน ผู้เรียนจะได้รับการเสริมแรงทันที โดยตัวเสริมแรงในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ได้แก่ ความรู้ในเนื้อหาวิชา และเมื่อผ่านการทำแบบฝึกหัดในแต่ละบทเรียนได้ถูกต้องก็แสดงว่าผู้เรียนได้รับการเสริมแรงซึ่งมีผลให้ผู้เรียนพยายามที่จะเรียนรู้มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ สมชาติ บุญมัติ (2550) ได้ทำการศึกษาเรื่อง การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องบทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการศึกษาพบว่าบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนที่พัฒนาขึ้นมีประสิทธิภาพ 80.54/84.73 นักเรียนที่เรียน โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเพราะผู้เรียนที่ใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเกิดการเรียนรู้และมีพัฒนาการเรียนรู้ที่ดีขึ้น ส่งผลให้ค่าความก้าวหน้าทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น โดยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนได้สร้างและพัฒนาโดยคำนึงถึงผู้เรียนเป็นหลัก ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง สามารถศึกษาเนื้อหาของบทเรียนได้ตามความต้องการ และได้รับผลย้อนกลับทันทีหลังจากทำแบบฝึกหัดในบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

ข้อเสนอแนะ

จากการสร้าง และพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ตามที่เสนอไปแล้วข้างต้น ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะ ดังต่อไปนี้

ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1. จัดเตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ได้แก่ ห้องเรียนคอมพิวเตอร์ หูฟัง
2. ในการนำบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนไปใช้งาน ไม่ควรจำกัดเวลาในการเรียน แต่ควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ตามความสนใจและความสามารถของผู้เรียนแต่ละคน

ข้อเสนอแนะในการวิจัยครั้งต่อไป

1. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนในเนื้อหาสาระอื่น ที่ต้องการให้ผู้เรียนได้เกิดการเรียนรู้จากการศึกษาเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. ควรมีการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ที่มีลักษณะเฉพาะ เช่น บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนโดยใช้โครงงานเป็นฐาน หรือบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน โดยใช้ปัญหาเป็นฐาน

บรรณานุกรม

- กมลรัตน์ สกุลมณี. (2546). *การพัฒนาผลการเรียนรู้ เรื่องพีช ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ด้วยบทเรียน โปรแกรม. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต. สาขาหลักสูตรและการนิเทศ, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศิลปากร.*
- กรมวิชาการ. (2534). *เอกสารเพื่อการพัฒนาหนังสืออันดับ 1 การพัฒนาสื่อการเรียนการสอน. กรุงเทพฯ: ชวนชมการพิมพ์.*
- กรมวิชาการ. (2545). *แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลตามหลักสูตรมัธยมศึกษา ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2533. กรุงเทพฯ: ชวนชมการพิมพ์.*
- กรมวิชาการ. (2546). *กรอบความคิดและแนวทางประเมินผลด้วยทางเลือกใหม่ ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.*
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2546). *การประเมินผลการเรียนตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544. กรุงเทพฯ: ครูสภาลาดพร้าว.*
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). *หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551. กรุงเทพฯ: ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.*
- กิดานันท์ มลิทอง. (2540). *เทคโนโลยีการศึกษา. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- กิตติ กรุงไกรเพชร. (2555). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง เพศศึกษา ในนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้น. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ฉลอง ทับศรี. (2535). *กระบวนการสอน โดยคอมพิวเตอร์. ชลบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2520). *ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, หน้า 135-143.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์, สมเชาว์ เนตรประเสริฐ และสุดา สิ้นสกุล. (2542). *ระบบสื่อสารการสอน. กรุงเทพฯ: โอ เอส พรีนติ้ง เฮาส์.*
- ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2556). *วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.*
- ชัยยศ แบ่งลาภ. (2551). *การพัฒนาบทเรียนผ่านเว็บ วิชาภาษาไทย เรื่อง รามเกียรติ์ ตอน นารายณ์ปราบหนทก สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- ชูศรี วงศ์รัตน์. (2546). *เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย. กรุงเทพฯ: เทพนิมิตรการพิมพ์.*

- ณัฐกร สงคราม. (2553). *การออกแบบและพัฒนา 멀티มีเดียเพื่อการเรียนรู้ = Multimedia for learning: Design & development*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ดวงเดือน อ่อนน่วม. (2533). *การสอนซ่อมเสริมคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ถนอมพร (ต้นพิพัฒน์) เลหาจรัสแสง. (2541). *คอมพิวเตอร์ช่วยสอน (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: วงกลม โพรดักชัน.
- ทองสุข วันแสน. (2544). *สถิติเบื้องต้นสำหรับการวิจัยทางสังคมศาสตร์*. สุรินทร์: สถาบันราชภัฏสุรินทร์.
- ทิสนา แคมมณี. (2545). *แนวคิดเกี่ยวกับการเรียนการสอน*. กรุงเทพฯ: ป. สัมพันธ์พาณิชย์.
- นवलนุช ลีทองดี. (2541). *การสร้างแบบฝึกหัดเสริมทักษะทางภาษาเรื่องการเขียนสะกดคำ ตามมาตราตัวสะกดแม่กด เสริมทักษะวิชาภาษาไทย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีความบกพร่องทางการได้ยิน*. วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- นภาพรณัฏ ัญญา. (2552). *การพัฒนาบทเรียนอิเล็กทรอนิกส์ออนไลน์วิชาวิทยาศาสตร์ โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดไฮ/สโคป สำหรับนักเรียนช่วงชั้นที่ 3 โรงเรียนเบญจมราชูทิศในพระบรมราชูปถัมภ์*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- นัญญา พลิตวานนท์. (2537). *คอมพิวเตอร์ในการศึกษา*. ชลบุรี: ภาควิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญเกื้อ ควรหาเวช. (2543). *นวัตกรรมการศึกษา*. กรุงเทพฯ: เอส อาร์ พรินติ้ง.
- ปรัชญานันท์ นิลสุข. (2547). *นิยามเว็บช่วยสอน Definition Of Web-Based Instruction*. *วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษา*, 12(34), 53-56.
- ประพัฒน์พงษ์ เสนาฤทธิ์. (2546). *หลักสูตรในฝัน ทำโรงเรียนในฝันให้เป็นจริง*. *วารสารวิชาการ*, 6, 2-4.
- ปียรรัตน์ จาตุรันตบุตร. (2547). *หลักการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ด่านสุทธาการพิมพ์.
- พลิน ศรีช่วย. (2552). *ปัจจัยที่ส่งผลต่อความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ของ นักเรียนช่วงชั้นที่ 1 โรงเรียนฐานปัญญา เขตภาษีเจริญ กรุงเทพมหานคร*. สารนิพนธ์ ครุศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาจิตวิทยาการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2540). *วิธีการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.
- พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). *วิธีการวิจัยพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์ (พิมพ์ครั้งที่ 7)*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร.

- พัลลภ พิริยะสุวรรณศ์. (2543). เทคโนโลยีสารสนเทศกับการปฏิรูปการศึกษา. *พัฒนาเทคนิคศึกษา*, 13, 39-41.
- พิกุลทอง บุญคำ. (2557). *การสร้างบทเรียน โปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนเต็ม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- พูลศรี เวศย์อุพาร. (2543). *ผลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีทางการศึกษา, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ไพโรจน์ ตีรณชนากุล. (2528). *ไมโครคอมพิวเตอร์ประยุกต์ทางการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริม กรุงเทพฯ.
- ไพโรจน์ ตีรณชนากุล และ ไพบุลย์ เกียรติโกมล. (2539). Creating IMMCAI Package. *วารสารครุศาสตร์อุตสาหกรรม*, 1, 14-18.
- ไพศาล หวังพานิช. (2526). *การวัดผลการศึกษา*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- มนต์ชัย เทียนทอง. (2545). *การออกแบบและพัฒนาคอร์สแวร์สำหรับบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน*. กรุงเทพฯ: งานเอกสารและการพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- มานิตย์ นิลกำเนิด. (2535). *ปัญหาการสอนวิชาศิลปะศึกษา ชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนประถมศึกษา สำนักงานประถมศึกษา*, วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- เมริสตา พรหมาศ. (2556). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง หลักกรรมมงคลชีวิต 38 ประการ สำหรับนักเรียนมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- เย็น ภู่วรรณ. (2543). *การจัดการศึกษาวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์และเทคโนโลยีตามแผนปฏิบัติการรูปการศึกษา*. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(110), 32-36.
- ยุทธพงษ์ แจ่มจำรัส. (2551). *การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเรื่อง โฟโต้ขอบเบื้องต้น*. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2519). *การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษา*. กรุงเทพฯ: กรุงเทพฯการพิมพ์.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2535). *การสอนคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ยุพิน พิพิธกุล. (2543). *พระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ พ.ศ. 2552 กับการสอนคณิตศาสตร์*. *วารสารสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, 28(110), 24-31.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2555). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ ฉบับราชบัณฑิตยสถาน*. กรุงเทพฯ: อรุณการพิมพ์.

- รุ่งทิวา จักรกร. (2527). *วิธีสอนทั่วไป*. กรุงเทพฯ: พิกัดอักษร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2542). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์เลิฟเพรส.
- วัฒนาพร โสสมประยูร. (2541). *วิธีการสอนแบบวรรณิ*. กรุงเทพฯ: แชนท โฟร์ พรินติ้ง.
- วุฒิชัย ประสารสอย. (2543). *บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน: นวัตกรรมเพื่อการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 1)*. กรุงเทพฯ: วิ.เจ.พรินติ้ง.
- ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2*. กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยรามคำแหง.
- ศุภชัย สุชนะนรินทร์ และกรรณก วงศ์พานิช. (2545). *เปิดโลก อี-เลอนิ่ง (E-Learning) การเรียนการสอนบนอินเทอร์เน็ต*. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- ศุภวรรณ จับขึ้น. (2548). *การสร้างชุดการสอนคณิตศาสตร์ เรื่องการแก้โจทย์ปัญหาการบวก ลบ หาร สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนสาธิต “พิบูลบำเพ็ญ” มหาวิทยาลัยบูรพา. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.*
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2546). *การจัดสาระการเรียนรู้ กลุ่มคณิตศาสตร์ ช่วงชั้นที่ 3-4 หลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน*. กรุงเทพฯ: กราฟฟิค.
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2557). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐาน คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4*. กรุงเทพฯ: สำนักงานคณะกรรมการส่งเสริมสวัสดิการและสวัสดิภาพครูและบุคลากรทางการศึกษาลาดพร้าว.
- สมชาติ บุญมดี. (2550). *การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. อุดรดิตต์: มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตต์.
- สมศรี ถินคำเชิด อเนก ศิลปะนิลมาลัย และลดาวลัย วัฒนบุตร. (2552). *การพัฒนาบทเรียน คอมพิวเตอร์ช่วยสอนเรื่อง Present continuous tense กลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาต่างประเทศ (ภาษาอังกฤษ) สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาเทคโนโลยีการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา. (2544). *พระราชบัญญัติการศึกษา แห่งชาติ พ.ศ. 2542*. กรุงเทพฯ: สำนักงานรับรองมาตรฐานและประเมินคุณภาพการศึกษา.
- สุนันทา ประไพตระกูล. (2543). *การวิเคราะห์ความสัมพันธ์เชิงสาเหตุระหว่างตัวแปรคัดสรรกับ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. วิทยานิพนธ์ ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต, สาขาวิชาการศึกษาคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- สุบิน วงษ์ธี. (2554). การสร้างบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง คำศัพท์ภาษาอังกฤษสำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- สุภรณ์ สภาพงษ์. (2541). คู่มือพัฒนาการเรียนรู้ออนไลน์. กรุงเทพฯ: อรุณสภานิตยสาร.
- สุรเชษฐ์ เวชชพิทักษ์ และคณะ. (2546). การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์ช่วยสอนและเว็บไซต์เพื่อการเรียนรู้ที่มีคุณภาพ. กรุงเทพฯ: องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- สุรีย์พร ชุมแสง. (2552). คอมพิวเตอร์ช่วยสอน. วันที่ค้นข้อมูล 20 มกราคม 2557, เข้าถึงได้จาก <http://www.gotoknow.org/blogs/posts/37807>
- อรุณา มูลประสาร. (2556). การสร้างบทเรียนโปรแกรมวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ระบบจำนวนจริงสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา.
- อารีรัตน์ ใจผาวิง. (2552). การสร้างและหาประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน เรื่อง โจทย์ปัญหาหระคน กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนบ้านดอนงาม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาเชียงราย เขต 3. เชียงราย: มหาวิทยาลัยราชภัฏเชียงราย.
- อุทัยวรรณ อนันตชัย. (2551). การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนการเขียนภาษาไทยของนักเรียนช่วงชั้นที่ 4. งานนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการบริหารการศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยบูรพา.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ผลคะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

การทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 เพื่อพัฒนาและแก้ไขข้อบกพร่องของบทเรียน จากนั้น จึงนำไปทดลองใช้กับผู้เรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเพื่อหาประสิทธิภาพตามเกณฑ์มาตรฐาน 85/85 โดยมีรายละเอียด ดังนี้

ตารางที่ 3 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบเดี่ยว 3 คน

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
1	21	12
2	17	13
3	20	15
รวม	58	40
ค่าเฉลี่ย	19.33	13.33
ร้อยละ	64.44	66.67
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 64.44/66.67$		

ตารางที่ 4 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบกลุ่มย่อย 10 คน

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
1	21	14
2	20	16
3	24	16
4	24	15
5	17	13
6	23	14
7	18	16
8	24	16
9	25	15

ตารางที่ 4 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
10	19	14
รวม	215	149
ค่าเฉลี่ย	21.50	14.90
ร้อยละ	71.67	74.50
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 71.67/74.50$		

ตารางที่ 5 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยทดลองแบบสนาม 30 คน

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
1	22	15
2	22	16
3	28	14
4	24	16
5	22	17
6	21	15
7	21	17
8	23	18
9	25	15
10	23	17
11	26	16
12	27	18
13	25	16
14	24	16
15	25	15
16	23	17
17	24	15

ตารางที่ 5 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
18	21	16
19	23	16
20	24	16
21	27	18
22	25	18
23	24	18
24	26	17
25	24	17
26	24	16
27	25	16
28	25	15
29	24	16
30	24	18
รวม	721	490
ค่าเฉลี่ย	24.03	16.33
ร้อยละ	80.11	81.67
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 80.11/81.67$		

ตารางที่ 6 คะแนนการทดสอบประสิทธิภาพบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ของกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 45 คน

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
1	27	19
2	28	19
3	28	18
4	28	17
5	25	16

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
6	25	18
7	25	17
8	24	18
9	25	17
10	25	19
11	26	16
12	27	18
13	26	16
14	24	16
15	26	18
16	25	17
17	24	18
18	25	16
19	25	19
20	26	16
21	27	18
22	25	18
23	25	18
24	25	17
25	27	17
26	24	18
27	28	16
28	26	19
29	26	16
30	28	18
31	28	17
32	26	18

ตารางที่ 6 (ต่อ)

คนที่	คะแนนกิจกรรม (30 คะแนน)	คะแนนทดสอบหลังเรียน (20 คะแนน)
33	27	15
34	25	17
35	24	18
36	25	16
37	25	19
38	26	18
39	27	18
40	25	17
41	25	19
42	29	17
43	25	17
44	25	18
45	26	17
รวม	1163	784
ค่าเฉลี่ย	25.84	17.42
ร้อยละ	86.15	87.11
ประสิทธิภาพ $E_1/E_2 = 86.15/87.11$		

ภาคผนวก ข

- แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียน
ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

แบบประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์
เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

คำชี้แจง

โปรดเขียนเครื่องหมาย / ลงในช่อง ตามความคิดเห็นของท่าน

เกณฑ์การเลือก

ดีมาก หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพดีมาก

ดี หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพดี

ปานกลาง หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพปานกลาง

น้อย หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพน้อย

น้อยที่สุด หมายถึง บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีคุณภาพน้อยที่สุด

รายการ	ระดับความคิดเห็น				
	ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					

รายการ		ระดับความคิดเห็น				
		ดีมาก	ดี	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
17	ลำดับชั้นในการนำเสนอ					
18	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละจอภาพ					
19	การโต้ตอบของบทเรียน					
20	ความสะดวกในการใช้บทเรียน					

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ ผู้ประเมิน

(.....)

ตำแหน่ง

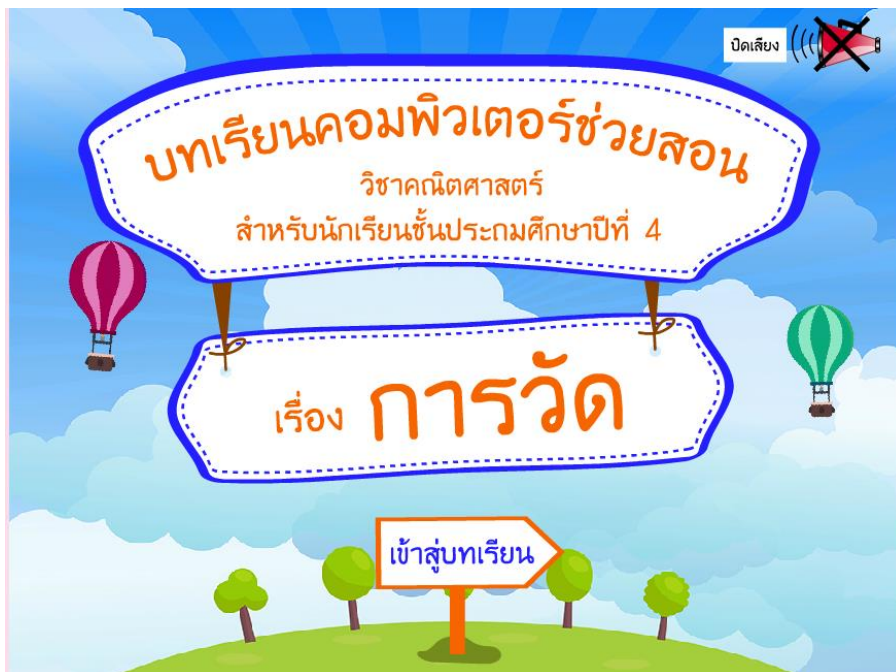
ตารางที่ 7 ผลการประเมินบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด
สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ

ข้อ	รายการประเมิน	ระดับความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ						
		1	2	3	4	5	ค่าเฉลี่ย	SD
1	เนื้อหาสอดคล้องกับจุดประสงค์	5	5	4	4	3	4.20	0.84
2	เนื้อหามีความถูกต้อง	5	5	3	5	3	4.20	1.10
3	ภาพประกอบสอดคล้องกับเนื้อหา	5	5	4	4	4	4.40	0.55
4	มีการดำเนินบทเรียนที่น่าสนใจ	4	4	4	3	4	3.80	0.45
5	เนื้อหามีความเหมาะสมกับระดับผู้เรียน	4	5	4	4	4	4.20	0.45
6	มีการลำดับเนื้อหาในบทเรียน	5	5	4	4	4	4.40	0.55
7	ปริมาณเนื้อหาเหมาะสม	4	5	4	4	4	4.20	0.45
8	ใช้ภาษาที่เข้าใจง่าย	5	5	4	4	4	4.40	0.55
9	กิจกรรมง่ายต่อการเรียนรู้	4	5	5	4	4	4.40	0.55
10	จำนวนแบบฝึกหัดมีความเหมาะสม	4	4	5	4	3	4.00	0.71
11	ความเหมาะสมของภาพและเสียง	4	5	4	4	3	4.00	0.71
12	เนื้อหาและภาพมีความสอดคล้อง	5	5	5	4	4	4.60	0.55
13	ขนาดตัวอักษรที่ใช้	4	5	4	4	4	4.20	0.45
14	รูปแบบตัวอักษรที่ใช้	4	5	4	4	4	4.20	0.45
15	ความเหมาะสมของสีตัวอักษร	5	4	5	3	3	4.00	1.00
16	การออกแบบหน้าจอ	4	5	5	4	4	4.40	0.55
17	ลำดับขั้นในการนำเสนอ	4	4	5	4	3	4.00	0.71
18	ปริมาณเนื้อหาในแต่ละจอภาพ	5	5	4	3	4	4.20	0.84
19	การโต้ตอบของบทเรียน	5	4	4	4	4	4.20	0.45
20	ความสะดวกในการใช้บทเรียน	5	4	5	4	4	4.40	0.55
	รวม	90	94	86	78	74	4.22	0.62

จากตารางที่ 7 พบว่าความเหมาะสมของบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนมีค่าเฉลี่ย 4.22
หมายถึง บทเรียนมีคุณภาพระดับดีมาก

ภาคผนวก ค

- บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
- แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน

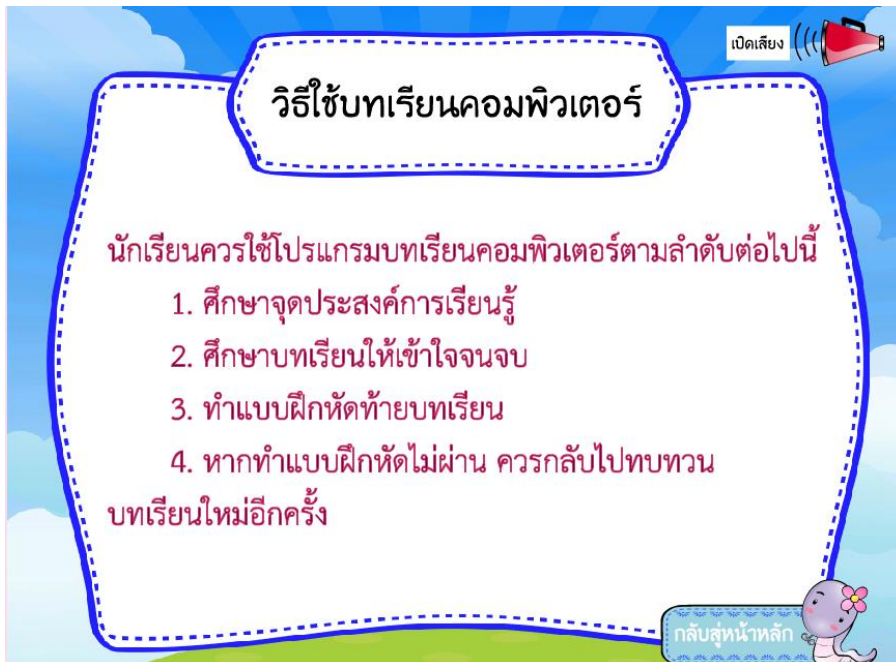


ภาพที่ 4 หน้า Title

ภาพที่ 5 หน้าลงทะเบียน



ภาพที่ 6 หน้าเมนูหลัก



ภาพที่ 7 หน้าวิธีใช้



ภาพที่ 8 หน้าเมนูเนื้อหา



ภาพที่ 9 หน้าเนื้อหา

แบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4
คำชี้แจง จงกากบาท X ทับตัวอักษรที่ตรงกับตัวเลือกที่ต้องการลงในกระดาษคำตอบ

1. ข้อใดมีความยาวมากที่สุด

- ก. 1 มิลลิเมตร ข. 1 เซนติเมตร ค. 1 เมตร ง. 1 กิโลเมตร

2. ข้อใดเป็นการวัดที่แตกต่างจากข้ออื่น

- ก. ข้าวสาร 1 ลิตร ข. เกลือหนัก 5 กิโลกรัม
 ค. ข้าวเปลือก 20 ถัง ง. น้ำ 7 ลูกบาศก์เมตร

3. ข้อใดมีหน่วยวัดเป็นกิโลเมตร

- ก. นักกีฬาขวักน้ำหนัก ข. ความยาวของผ้า
 ค. ระยะทางจากบ้านไปถึงชายทะเล ง. ความสูงของยูทูปงษ์

4. ใครใช้เครื่องมือในการวัดความยาวได้เหมาะสม

- ก. ก้อยใช้สายวัดชนิดตลับวัดรอบเอวของตนเอง
 ข. จอยใช้ไม้บรรทัดวัดรอบปากโอ่ง
 ค. มดใช้ไม้เมตรวัดความสูงของตู้เสื้อผ้า
 ง. แชมป์ใช้ไม้บรรทัดวัดความกว้างของห้องเรียน

5. (1) 6,000 กรัม เท่ากับ 3 กิโลกรัม

(2) 1 เมตริกตัน เท่ากับ 1,000 กิโลกรัม

(3) 5 ชีด เท่ากับ 50 กรัม

(4) 10 กิโลกรัม เท่ากับ 10,000 กรัม

ข้อใดถูกต้อง

- ก. ข้อ (1) และ (3)
 ข. ข้อ (2) และ (4)
 ค. ข้อ (1), (2) และ (3)
 ง. ข้อ (2), (3) และ (4)

6. ใครคาดคะเนน้ำหนักได้ใกล้เคียงกับความจริงมากที่สุด
- ก. นพคาดคะเนว่าเด็กทารกแรกเกิดหนักประมาณ 28 ชีด
- ข. มดคาดคะเนว่าช่างหนึ่งเชือกหนักประมาณ 125 กิโลกรัม
- ค. เจนคาดคะเนว่าคุณแม่หนักประมาณ 75 ชีด
- ง. แก้มคาดคะเนว่าแตงโม 1 ลูกหนักประมาณ 50 กิโลกรัม
7. แม่ซื้อผักคะน้า 3 กิโลกรัม 300 กรัม ซื้อมะเขือเทศ 1 กิโลกรัม 800 กรัม ซื้อผักกาดขาว 2 กิโลกรัม 500 กรัม แม่ซื้อผักทั้งหมดหนักเท่าไร
- ก. 7 กิโลกรัม 600 กรัม
- ข. 6 กิโลกรัม 1,600 กรัม
- ค. 7,600 กรัม
- ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
8. แม่ซื้อปลาหมึก 2 กิโลกรัม 7 ชีด ซื้อปู 2 กิโลกรัม 3 ชีด ซื้อกุ้ง 2 กิโลกรัม แม่ซื้อของหนักรวมกันเท่าไร ข้อใดมีคำตอบเท่ากับโจทย์ที่กำหนดให้
- ก. แม่ค้ามีน้ำตาลทรายอยู่ 200 กิโลกรัม บรรจุใส่ถุงได้ทั้งหมด 40 ถุง แม่ค้าบรรจุน้ำตาลทรายถุงละเท่าไร
- ข. สรุตซื้อผักกาดขาว 2 กิโลกรัม 2 ชีด ซื้อมะเขือยาว 9 ชีด ซื้อแตงกวา 4 กิโลกรัม 9 ชีด สรุตซื้อผักหนักรวมกันเท่าไร
- ค. แก้วหนัก 76 กิโลกรัม 6 ชีด กิ่งหนัก 82 กิโลกรัม 9 ชีด แก้วหนักน้อยกว่ากิ่งกี่กิโลกรัม
- ง. แม่ค้าบรรจุขนมใส่ถุง ถุงละ 200 กรัม บรรจุได้ 35 ถุง ขนมทั้งหมดพอดี ขนมทั้งหมดหนักกี่กิโลกรัม
9. ข้อใดไม่ถูกต้อง
- ก. 15 มิลลิลิตรมากกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร
- ข. 5 ลิตรมากกว่า 3,000 มิลลิลิตร
- ค. 8,000 มิลลิลิตรน้อยกว่า 10 ลิตร
- ง. 6 มิลลิลิตรน้อยกว่า 3 ลิตร

10. ข้อใดคาดคะเนปริมาตรหรือความจุได้คลาดเคลื่อนน้อยที่สุด

ก. แห้วมคาดคะเนนมในขวดว่ามีปริมาตรประมาณ 1 ลิตร ดวงจริงมีปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร

ข. เป้าคาดคะเนกะละมังที่มีน้ำอยู่เต็มว่ามีความจุประมาณ 1,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ดวงจริง มีความจุ 5 ลิตร

ค. จอยคาดคะเนน้ำส้มสายชูในถังว่า มีปริมาตรประมาณ 5,000 มิลลิลิตร ดวงจริงมีปริมาตร 4 ลิตร

ง. นพคาดคะเนถังที่มีน้ำมันอยู่เต็มว่า มีความจุประมาณ 7 ลิตร ดวงจริงมีความจุ 9,000 ลูกบาศก์

เซนติเมตร

11. ถังเก็บข้าวสารใบหนึ่งจุ 550 ลิตร อีกใบหนึ่งจุเป็น 3 เท่าของใบแรก มีข้าวสารเก็บทั้งสองใบ

นำข้าวสารไปแจกผู้ประสบภัยน้ำท่วม 50 ครอบครัว ครอบครัวละเท่า ๆ กัน แต่ละครอบครัว

จะได้ข้าวสารเท่าไร

ก. 47 ลิตร

ข. 46 ลิตร

ค. 45 ลิตร

ง. 44 ลิตร

12. ข้อใดมีปริมาตรเท่ากับ น้ำส้ม 6,000 ลูกบาศก์เซนติเมตร

ก. น้ำปลา 6 มิลลิลิตร

ข. น้ำส้มสายชู 600 ลิตร

ค. น้ำผึ้ง 6 ลิตร

ง. น้ำยาซักผ้า 600 มิลลิลิตร

13. ขณะนี้เวลา 13.45 น. อีก 45 นาที จะเป็นเวลาอะไร

ก. 14.15 น

ข. 14.30 น.

ค. 14.45 น.

ง. 15.00 น.

14. ขณะนี้เวลา 15.45 น. อีกกี่นาทีจะเป็นเวลา 16.30 น.

ก. 30 นาที

ข. 45 นาที

ค. 60 นาที

ง. 1 ชั่วโมง 20 นาที

15. ข้อใดถูกต้อง

ก. 104 สัปดาห์ เป็น 1 ปี 2 เดือน

ข. 42 เดือน เป็น 3 ปีครึ่ง

ค. 63 วัน เป็น 8 สัปดาห์ 2 วัน

ง. 144 ชั่วโมง เป็น 7 วัน

16. ข้อใดไม่ถูกต้อง

- ก. หน่วยเวลาที่เล็กที่สุด คือ หน่วยวินาที
- ข. มาตรฐานเวลาเป็นการแสดงความสัมพันธ์ระหว่างหน่วยเวลา
- ค. ส่วนสำคัญของการเขียนบันทึกกิจกรรมคือ รายละเอียดของวัน เวลา และกิจกรรมที่ได้ทำ
- ง. ปฏิทินเป็นเครื่องแสดงหน่วยเวลาครบทุกหน่วย

17. มีเงิน 55.75 บาท จะต้องหาเพิ่มอีกเท่าไรจึงจะมีเงินครบ 70 บาท

- ก. 13.25 บาท
- ข. 13.75 บาท
- ค. 14.25 บาท
- ง. 14.75 บาท

18. ข้อใดมีค่าต่างจากข้ออื่น

- ก. เหรียญสิบบาท 1 เหรียญ
- ข. ธนบัตรฉบับละยี่สิบบาท 1 ฉบับ
- ค. เหรียญห้าบาท 4 เหรียญ
- ง. เหรียญหนึ่งบาท 20 เหรียญ

19. ข้อใดมีค่าน้อยที่สุด

- ก. ธนบัตรฉบับละหนึ่งพันบาท 2 ฉบับ
- ข. ธนบัตรฉบับละห้าร้อยบาท 4 ฉบับ
- ค. ธนบัตรฉบับละหนึ่งร้อยบาท 20 ฉบับ
- ง. ธนบัตรฉบับละห้าสิบบาท 22 ฉบับ

20. เอกมีเหรียญ 10 บาท เหรียญ 5 บาทเหรียญบาท และเหรียญ 50 สตางค์ ชนิดละ 30 เหรียญ
เอกมีเงินทั้งหมดกี่บาท

- ก. 95 บาท
- ข. 85 บาท
- ค. 75 บาท
- ง. 65 บาท

เฉลยแบบทดสอบวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การวัด สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4

1. ง. 1 กิโลเมตร
2. ก. ข้าวสาร 1 ลิตร
3. ค. ระยะทางจากบ้านไปถึงชายทะเล
4. ค. มดใช้ไม้เมตรวัดความสูงของตู้เสื้อผ้า
5. ข. ข้อ (2) และ (4)
6. ก. นพภาคคะเนว่าเด็กทารกแรกเกิดหนักประมาณ 28 ชีด
7. ง. ถูกทั้ง 3 ข้อ
8. ง. แม่ค้าบรรจุขนมใส่ถุง ถุงละ 200 กรัม บรรจุได้ 35 ถุง ขนมจึงหมดพอดี ขนมทั้งหมดหนักกี่กิโลกรัม
9. ก. 15 มิลลิลิตร มากกว่า 15 ลูกบาศก์เมตร
10. ก. แหม่มคาดคะเนนมในขวดว่ามีปริมาตรประมาณ 1 ลิตร ดวงจริงมีปริมาตร 2,000 มิลลิลิตร
11. ง. 44 ลิตร
12. ค. น้ำผึ้ง 6 ลิตร
13. ข. 14.30 น.
14. ข. 45 นาที
15. ข. 42 เดือน เป็น 3 ปีครึ่ง
16. ง. ปฏิทินเป็นเครื่องแสดงหน่วยเวลาครบทุกหน่วย
17. ค. 14.25 บาท
18. ก. เหรียญสิบบาท 1 เหรียญ
19. ง. ธนบัตรฉบับละห้าสิบบาท 22 ฉบับ
20. ก. 95 บาท

ประวัติย่อของผู้วิจัย

ชื่อ-สกุล	นางสาวนารี พามั่น
วัน เดือน ปีเกิด	22 ตุลาคม พ.ศ. 2530
สถานที่เกิด	จังหวัดปราจีนบุรี
สถานที่อยู่ปัจจุบัน	51 หมู่ 11 ตำบลกบินทร์ อำเภอกบินทร์บุรี จังหวัดปราจีนบุรี
ตำแหน่งและประวัติการทำงาน	
พ.ศ. 2554-ปัจจุบัน	ครู โรงเรียนบ้านบ่อวิน (ลิขิตราษฎร์บำรุง)
ประวัติการศึกษา	
พ.ศ. 2552	การศึกษาระดับบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา
พ.ศ. 2560	การศึกษามหาบัณฑิต (เทคโนโลยีการศึกษา) มหาวิทยาลัยบูรพา