



ผลของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING DISCOVERY LEARNING
WITH INTERACTIVE MULTIMEDIA ON GEOMETRIC THINKING

ธิดารัตน์ บุญชุม

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2566

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
ปีการศึกษา 2566
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING DISCOVERY LEARNING
WITH INTERACTIVE MULTIMEDIA ON GEOMETRIC THINKING
AND MATHEMATICAL ACHIEVEMENT OF GRADE FIVE STUDENTS



THIDARAT BOONCHUM

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of MASTER OF EDUCATION
(Educational Science & Learning Management)
Faculty of Education, Srinakharinwirot University

2023

Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

ผลของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ของ

ธิดารัตน์ บุญชุม

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษาและการจัดการเรียนรู้

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

..... ที่ปรึกษาหลัก ประธาน
(อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ) (รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์)

..... ที่ปรึกษาร่วม กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์รุ่งทิภา แยมรุ่ง)

ชื่อเรื่อง	ผลของการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5
ผู้วิจัย	ธิดารัตน์ บุญชุม
ปริญญา	การศึกษามหาบัณฑิต
ปีการศึกษา	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตนะ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี

การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน 4) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างคือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียน 45 คน จัดลดความสามารถ ใช้การวิจัยแบบกึ่งทดลอง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้วิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐานด้วย t-test for Dependent Samples และ t-test for One Sample ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 2) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์มีระดับการคิดทางเรขาคณิตสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 3) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 4) นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01

คำสำคัญ : การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบ, สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์, การคิดทางเรขาคณิต, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

Title	EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT USING DISCOVERY LEARNING WITH INTERACTIVE MULTIMEDIA ON GEOMETRIC THINKING AND MATHEMATICAL ACHIEVEMENT OF GRADE FIVE STUDENTS
Author	THIDARAT BOONCHUM
Degree	MASTER OF EDUCATION
Academic Year	2023
Thesis Advisor	Dr. Sunisa Sumirattana
Co Advisor	Associate Professor Dr. Chommanad Cheausuwantavee

The objectives of this research are as follows: (1) to compare the geometric thinking of Grade Five students learning by using the discovery method with interactive multimedia before and after learning; (2) to compare the level of geometric thinking of Grade Five students learning by using the discovery method with interactive multimedia at a criteria of 70%; (3) to compare the mathematical achievement of Grade Five students, learning by using the discovery method with interactive multimedia before and after learning; (4) to compare mathematical achievement of Grade Five students, that are learned by means of discovery, combined with interactive multimedia compared to the criteria of 70% The sample group was Grade Five students at St. Gabriel School, with a total of 45 students, arranged in a mixed ability format. It was quasi-experimental research and used discovery-based learning plans with interactive multimedia geometric thinking test and mathematical achievement test. The statistics used to analyze the data include percentage, mean, and standard deviation and testing the hypothesis with a t-test for dependent samples and t-test for one sample. The results of the research found the following: (1) students who received learning using the discovery method combined with interactive multimedia had a significant increase in geometric thinking after learning at a level of .01; (2) students who received learning using the discovery method, combined with interactive multimedia and a geometric thinking level that passed the criteria of 70%, with statistical significance at a level of .01; (3) students who received learning using the discovery method combined with interactive multimedia had a significant increase in mathematical achievement after learning at a level of .01; and (4) students who received learning using the discovery method combined with interactive multimedia had mathematical achievement after learning above the criteria of 70%, with a statistical significance at the level of .01.

Keyword : Discovery learning, Interactive multimedia, Geometric thinking, Mathematics achievement



กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยความช่วยเหลือและความกรุณาจากท่านอาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตนะ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และรองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ที่ได้กรุณาถ่ายทอดความรู้ แนวคิด วิธีการ คำปรึกษาในการวางแผนการทําวิจัยในครั้งนี้ จนทําให้งานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้วิจัยขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

กราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์นิภา ศรีไพโรจน์ ประธาน (ผู้ทรงคุณวุฒิภายนอก มหาวิทยาลัย) อาจารย์ ดร. สุณิสา สุมิรัตนะ กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก) รองศาสตราจารย์ ดร. ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม) และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. รุ่งทิวา แย้มรุ่ง กรรมการ (กรรมการบริหารหลักสูตร) ที่ให้ความกรุณาเป็นคณะกรรมการในการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์ และได้ให้ข้อเสนอแนะเพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนเซนต์คาเบรียล และคณะครูที่โรงเรียนทุกท่านที่ได้ให้คำปรึกษา ความอนุเคราะห์และความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในครั้งนี้

ขอขอบใจนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียลที่เป็นตัวแทนเข้าร่วมการวิจัยในครั้งนี้ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมวิจัย และเพื่อนร่วมงานที่คอยให้กำลังใจและคำแนะนำแก่ข้าพเจ้าในการทำวิจัยในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ธิดารัตน์ บุญชุม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ช
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูปภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ภูมิหลัง	1
ความมุ่งหมาย.....	5
ขอบเขตการวิจัย	6
เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย.....	6
ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย	6
นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
สมมติฐาน.....	9
กรอบแนวคิดในการวิจัย	10
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	12
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)	13
2. การคิดทางเรขาคณิต	15
3. วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Method)	27
4. สื่อมัลติมีเดีย	34
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	55

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	61
1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง	61
2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	61
3. การเก็บรวบรวมข้อมูล	83
4. การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล.....	84
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล	85
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล	85
ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตเรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน.....	86
ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70	86
ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างก่อน เรียนและหลังเรียน.....	87
ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษา ปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ กับเกณฑ์ ร้อยละ 70.....	87
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ	89
ผลการวิจัย	90
การอภิปรายงานวิจัย.....	90
ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย	92
บรรณานุกรม	94
ภาคผนวก.....	99
ประวัติผู้เขียน.....	158



สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ที่เน้นการคิดทางเรขาคณิต	62
ตาราง 2 สรุปแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เน้นลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามแบบแวนฮิลลี เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	67
ตาราง 3 แสดงรายละเอียดของชนิดของข้อคำถามระดับความคิดทางเรขาคณิต ในแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม	78
ตาราง 4 แสดงวิธีการจำแนกผู้สอบของ Usiskin ตามลำดับขั้นของแวน ฮิลลี และแปลระดับขั้นความคิดทางเรขาคณิตจากเต็มคะแนนรวมทั้งหมดตามลำดับขั้นของแวน ฮิลลี	78
ตาราง 5 การวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	81
ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย	83
ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	86
ตาราง 8 ผลการคิดระดับทางเรขาคณิตกับเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70	86
ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน	87
ตาราง 10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70	88

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย	11
ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝึกหัด....	40
ภาพประกอบ 3 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบช่วยสอน เนื้อหา	41
ภาพประกอบ 4 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเภท สถานการณ์จำลอง	42
ภาพประกอบ 5 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการ เรียนการสอน.....	43
ภาพประกอบ 6 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเภท แบบทดสอบ	44

บทที่ 1

บทนำ

ภูมิหลัง

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วนช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตรจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความก้าวหน้าทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทในการพัฒนาความคิดของมนุษย์ นอกจากนี้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) ยังมุ่งหวังให้ผู้เรียนสามารถใช้ความรู้ ทักษะ กระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาสถานการณ์ต่าง ๆ โดยใช้วิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม สามารถให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปได้อย่างเหมาะสมใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ อีกทั้งสามารถเชื่อมโยงความรู้ หลักการ และกระบวนการทางคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ ได้ (ทิศนา แคมมณี, 2548)

การจัดการการเรียนรู้การสอนโดยวิธีค้นพบจะช่วยให้พัฒนาทักษะพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ในการหาความรู้ โดยพัฒนาผู้เรียนด้วยกระบวนการคิด ผิฝนจนเกิดการเรียนรู้ค้นพบด้วยตนเองและนำไปใช้ในชีวิตรประจำวันได้อย่างเหมาะสม นอกจากนี้การใช้เทคโนโลยีสำหรับในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น ข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียง วิดีทัศน์ และระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) หรือสื่อมัลติมีเดียก็ได้รับการศึกษาวิจัยว่าสามารถสร้างเร้าความสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้นได้ (ณัฐภณ สุเมธธิตคม, 2564) อีกทั้งก็ยังเป็นการใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับ โปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิดโดยสื่อหลายชนิดนี้จะทำงานผสมผสานกัน เพื่อให้สื่อที่ออกมาเป็นสื่อที่มีการเรียนรู้ได้หลากหลาย สามารถสื่อความคิดไปสู่ผู้อื่น ได้อย่างมี

ประสิทธิภาพพร้อมทั้งมีการปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบกันได้เป็นการเชื่อมโยงทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน (ศิริอร มโนมัทยา, 2556) ซึ่งสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีความสอดคล้องกันมากกับการเรียนการสอนเกี่ยวกับความคิดทางเรขาคณิตที่ผู้เรียนจะมองเห็นภาพได้ชัดเจนและได้เรียนรู้อย่างเข้าใจมากขึ้นอีกทั้งนักเรียนได้องค์ความรู้จากการเรียนรู้ เรขาคณิตเป็นสาระการเรียนรู้ที่ศึกษารูปเรขาคณิตที่สำคัญสาระหนึ่งในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้กำหนดมาตรฐานการเรียนรู้ไว้ 2 มาตรฐาน คือ มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้ มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้ เมื่อจบชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ไว้ ดังนี้อธิบายลักษณะและสมบัติของรูปเรขาคณิตหาความยาวรอบรูปและพื้นที่ของรูปเรขาคณิต สร้างรูปสามเหลี่ยม รูปสี่เหลี่ยม และวงกลม หาปริมาตรและความจุของทรงสี่เหลี่ยมมุมฉากและนำไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ นอกจากนี้ความสำคัญทางด้านเนื้อหาของเรขาคณิตแล้วผู้เรียนต้องอาศัยทักษะกระบวนการต่าง ๆ รวมถึงการใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมายและการนำเสนอได้ อย่างถูกต้องและเหมาะสม เชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ในคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์ในสาขาอื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560) การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระเรขาคณิต เริ่มสอนจากการสอนที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยต้องชี้แนะให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง กล่าวไว้พอสรุปได้ดังนี้ “ครูจำเป็นต้องทราบ หลักการสอนคณิตศาสตร์และนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจมีความรู้และประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ซึ่งหลักการสอนคณิตศาสตร์มี ดังนี้ 1) สอนจากสิ่งที่เป็นรูปธรรมไปหานามธรรม 2) สอนจากสิ่งที่อยู่ใกล้ตัวนักเรียนก่อนสอนสิ่งที่อยู่ไกลตัวนักเรียน 3) สอนจากเรื่องที่ยากก่อนการสอนเรื่องที่ยาก 4) สอนตรงตามเนื้อหาที่ต้องการสอน 5) สอนให้คิดตามลำดับขั้นอย่างมีเหตุผล 6) สอนด้วยอารมณ์ขัน 7) สอนด้วยหลักจิตวิทยาสร้างแรงจูงใจ และ 8) สอนโดยนำไปสัมพันธ์กับวิชาอื่น ดังนั้นในการสอนเรขาคณิตครูต้องรู้จักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เริ่มจากง่ายไปสู่ยาก สอนตามลำดับขั้นการคิดโดยค่อย ๆ เพิ่มเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรม โดย ใ้เหตุผลและผลประกอบกันอย่างชัดเจนและนำไปสู่การพัฒนาการคิดในลำดับขั้นที่สูงขึ้นต่อไป (สิริพร ทิพย์คง, 2545); (อิทธิพัทธ์ สวทันพรกุล, 2560) ในปัจจุบันการสอนเรขาคณิตเป็นการสอนในลักษณะของการท่องจำโดยได้รับการถ่ายทอดด้วยการบอกความรู้จากครู จัดการเรียนรู้

แบบเดิมที่เน้นการป้อน ความรู้จากครูผู้สอนเพียงอย่างเดียว ไม่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง (กมล โภธิเย็น, 2563) สอดคล้องกับ ทิศนา แชมณี กล่าวไว้ว่า “แนวคิดเรื่องการจัดการเรียนการสอนโดยยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางนั้นเริ่มมาตั้งแต่มีการใช้คำว่า “Instruction” หรือ “การเรียนการสอน ” แทนคำว่า “Teaching” หรือการสอนโดยมีแนวคิดว่าการสอนครูต้องคำนึงถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นสิ่งสำคัญและพยายามให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยการกระทำ (Learning by doing) แต่เนื่องจากการเรียนการสอนโดยยึดครูเป็นศูนย์กลางเป็นวิธีที่สะดวกและง่ายกว่ารวมทั้งครูมีความเคยชินกับการปฏิบัติตามเดิมประกอบกับไม่ได้รับการสนับสนุนส่งเสริมให้ปฏิบัติตามแนวคิดอย่างเพียงพอ การสอนโดยครูเป็นศูนย์กลางจึงยังยึดครองอำนาจอยู่อย่างเหนียวแน่นมาจนปัจจุบัน”

ทำให้นักเรียนไม่เกิดการคิดและความสามารถในการพัฒนาลำดับขั้นของการคิดทำให้นักเรียนไม่เข้าใจ และไม่สามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง (ทิศนา แชมณี, 2545) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาค้นคว้าและทำการวิจัยของ นพดล ทุมเชื้อ พบว่า ปัญหาที่เกิดขึ้นเกี่ยวกับการเรียนในการเรียนเรขาคณิต คือ นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหาวิชาของเรขาคณิตนักเรียนให้ความคิดเห็นว่าเป็นเรื่องยาก และไม่สามารถอธิบายคุณสมบัติของรูปเรขาคณิตได้พิจารณาถึงการพัฒนาลำดับขั้นการคิดอย่างเป็นขั้นตอนซึ่งทำให้ได้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิต (นพดล ทุมเชื้อ, 2553) อีกทั้ง พิศากษา บุญฤทธิ์ ซึ่งพบว่าปัญหาในการเรียนเรขาคณิตนำไปสู่การพัฒนาปรับปรุงหลักสูตรวิชาเรขาคณิต และลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตซึ่งได้รับความนิยมนับเป็นอย่างมากประกอบด้วย 5 ขั้น ได้แก่ ระดับ 0 การนึกภาพ (Visualization) ระดับ 1 การวิเคราะห์ (Analysis) ระดับ 2 การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน (Informal Deduction) ระดับ 3 การอนุมานอย่างมีแบบแผน (Deduction) และระดับ 4 การคิดสุดยอด (Rigor) ส่งผลให้ผู้เรียนมองเห็นภาพได้อย่างถูกต้องฝึกคิดวิเคราะห์และการแก้ปัญหาต่าง ๆ สามารถพิสูจน์ทฤษฎี นิยามต่าง ๆ สำรวจ ตั้งข้อคาดเดาและสืบค้นเพื่อยืนยันเหตุผล เกิดจินตนาการในการค้นคว้าหาเหตุผลเพิ่มเติมความรู้ทำให้การเรียนคณิตศาสตร์ง่ายขึ้นและสามารถนำมาใช้ในการประกอบการเรียนการสอนได้อย่างหลากหลายทางเรขาคณิต ซึ่งการคิดทางเรขาคณิตรูปแบบแวนเฮิลี (Van Heile Model) ประกอบด้วย 5 ลำดับขั้นการคิด ได้แก่ ขั้นพื้นฐานหรือ ขั้น 1 เป็นการมองเห็น (Visualization) ขั้นที่ 2 เป็นขั้นการวิเคราะห์ (Analysis) ขั้นที่ 3 เป็นการ พิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (InformalDeduction) ขั้นที่ 4 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างเป็นแบบแผน (Formal Deduction) และขั้นที่ 5 เป็นการคิดขั้นสุดยอด (Rigor) โดยการจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตต้องเน้นลำดับขั้นการคิดโดยเริ่มจากรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมไม่สอนข้ามขั้นตอน โดยต้องผ่านการคิดจากสิ่งที่มองเห็นและใช้การคิดเพื่อหาคำอธิบายที่ละขั้นจนได้คำอธิบายที่เป็นแบบแผน

สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาชั้นต้นต้องพัฒนาความสามารถลำดับการคิดให้อยู่ในระดับชั้นที่ 2 ของรูปแบบแวนฮีลี จึงจะสามารถทำให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาการเรียนเรขาคณิตให้มีลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นในระดับชั้นต่อไปได้โดยในแต่ละชั้นของการคิด ครูต้องทำการประเมินกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอ และมีวิธีการประเมินที่หลากหลายเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้และความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาวิชาตามลำดับชั้นของการคิด ดังนั้นในการสอนเรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพครูจำเป็นต้องหาสื่อการสอน และสามารถใช่วิธีการสอนที่เหมาะสมและมีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองโดยนักเรียนต้องสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ดังนั้นการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญครูเป็นเพียงผู้จัดเตรียมสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิดได้ค้นคว้าหาคำตอบ และเป็นผู้ที่คอยจัดหาสื่อการสอนเพื่อคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชา ผู้สอนต้องเป็นผู้หาวิธีการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของผู้เรียน และเหมาะสมกับเนื้อหาวิชาให้มากที่สุด (พิพากษา บุญฤทธิ์, 2561) ดังที่ จิวีวรรณ เศวตมาลย์ ได้กล่าวไว้ว่า “ครูทุกคนมี “คลังกลเม็ด” ของตนเองซึ่งอาจจะใช้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตามครูที่ตั้งใจและเอาใจใส่ทุกคนจะค้นคว้าหาความคิดและเทคนิคใหม่ ๆ อย่างต่อเนื่องเพื่อนำไปใช้ในชั้นเรียนของเขา” (จิวีวรรณ เศวตมาลย์, 2544); (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2560) จากปัญหาของครูผู้สอนในสาระเรขาคณิตที่สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวมาข้างต้นเป็นแรงบันดาลใจให้ผู้วิจัย สนใจที่จะศึกษาการคิดเชิงเรขาคณิต เรื่อง “รูปสี่เหลี่ยม” จากการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยดำเนินการสอนพบว่าเนื้อหาที่มีปัญหาในการเรียนการสอนเรื่องหนึ่ง คือเรื่องรูปสี่เหลี่ยม นักเรียนไม่สามารถอธิบายสมบัติต่าง ๆ ของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละประเภทได้ เนื้อหาที่เรียนต้องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดขึ้นมานักเรียนไม่สามารถแยกประเภทของรูปสี่เหลี่ยมได้ถูกต้อง สำหรับการแก้โจทย์ปัญหาเข้าใจในส่วนการหาพื้นที่เมื่อนำไปประยุกต์เกิดการไม่เข้าใจ ไม่สามารถนึกภาพออกมาได้เมื่อครูพูดถึงรูปเรขาคณิตแต่ละชนิด พิพากษา บุญฤทธิ์ และ ชนิศรรา ฉัตรแก้ว (พิพากษา บุญฤทธิ์, 2561); (ชนิศรรา ฉัตรแก้ว; 2549) ได้พบปัญหาเช่นเดียวกันมาตั้งอดีตจนถึงปัจจุบันคือ นักเรียนไม่เข้าใจในเนื้อหาวิชาเรขาคณิต นักเรียนให้ความคิดเห็นว่าเรขาคณิตเป็นเรื่องยาก ทำให้ Pierre และ Dina ได้พิจารณาถึงการพัฒนาลำดับชั้นการคิดอย่างเป็นขั้นตอน ซึ่งทำให้ได้ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องของกับลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตคือ รูปแบบแวนฮีลี (Van Hiele Model) ซึ่งเป็นรูปแบบที่รู้จักและยอมรับกันอย่างแพร่หลาย ทั้งนี้ นักเรียนต้องเรียนรู้แบบเป็นขั้นเป็นตอนเพื่อที่จะสามารถคิดและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตได้ต้องสร้างแรงดึงดูดในการเรียนต้องมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เข้ามาช่วยในการ

เรียน เพื่อลดการเรียนรู้แบบบรรยายให้น้อยลงจะทำให้เด็กไม่น่าเบื่อ เข้าใจในเนื้อหาและองค์ความรู้ในเรื่องที่เรียนมากขึ้น นักเรียนจะเข้าใจรูปธรรมมากกว่านามธรรมตามลำดับขั้น ผู้วิจัยได้เน้นลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลี โดยออกแบบการเรียนรู้ตามลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตโดยเริ่มจากขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 เป็นการมองเห็น (Visualization) ไปจนถึงขั้น 2 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) โดยผู้วิจัยเชื่อว่าจะทำให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ได้เป็นอย่างดี ดังนั้นจึงใช้วิธีการสอนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ที่เน้นลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล จังหวัดกรุงเทพมหานคร ซึ่งเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางโดยผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติกิจกรรมเพื่อค้นหาความรู้ด้วยตนเองในเรื่องที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรมเพื่อให้มีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตในขั้นที่ 2 ตามรูปแบบแวนฮีลี ซึ่งมีการวัดผลประเมินผลตามเกณฑ์ร้อยละ 70 ตามระเบียบของโรงเรียน และเพื่อนำผลการศึกษาที่ได้ในครั้งต่อไปเป็นแนวทางในการปรับปรุงการเรียนการสอนเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นต่อไป

ความมุ่งหมาย

1. เพื่อเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
2. เพื่อเปรียบเทียบระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน
4. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

ขอบเขตการวิจัย

ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 15101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 406 คน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบคละความสามารถ เก่ง กลาง อ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 15101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 45 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยในการสุ่ม (Sampling Unit)

ระยะที่เวลาใช้ในการทำวิจัย

ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 14 คาบ คาบละ 50 นาที ระยะเวลา 5 สัปดาห์ (รวมทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) โดยจำแนกเวลาที่ใช้ในการทำวิจัย ดังนี้

- ทดสอบก่อนเรียน 1 คาบ
- จัดการเรียนการสอน 12 คาบ
- ทดสอบหลังเรียน 1 คาบ

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 วิชาคณิตศาสตร์ (ค 15101) ซึ่งประกอบด้วย

- ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
- การสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม
- พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- โจทย์ปัญหารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

1. ตัวแปรจัดกระทำ ได้แก่

การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

2. ตัวแปรตาม ได้แก่

1. การคิดทางเรขาคณิต
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการแบบค้นพบ** หมายถึง การจัดการเรียนการสอนเพื่อนำเกิดการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง โดยครูเป็นผู้แนะแนวทางจากการตั้งคำถามหรือตั้งปัญหาให้นักเรียนได้คิดและแก้ปัญหาอย่างอิสระโดยใช้ประสบการณ์เดิม เป็นแนวทางในการค้นพบคำตอบ กฎเกณฑ์และหลักการต่าง ๆ ด้วยตนเอง วิธีสอนแบบค้นพบนอกจากจะทำให้ให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดและยังได้เรียนรู้วิธีแสวงหาความรู้อันเป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการศึกษาดลอดชีวิตโดยมีการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบมี 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ คือการนำเข้าสู่บทเรียน ครูสร้างสถานการณ์หรือคำถามให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยในเรื่องที่จะเรียน (สงสัย)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน คือ ฝึกให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัส ในการเรียนรู้ (สัมผัส) ฝึกให้ผู้เรียนมองหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง ความเกี่ยวข้องของเรื่องที่จะเรียน (สำรวจ) และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ หลักการ แนวคิด (สืบค้น)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ คือ ให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองสู่ความชำนาญโดยการนำแนวคิดมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย (สั่งสม)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป ให้นักเรียนรวบรวมแนวคิดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สรุปผล)

2. **สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ (interactive multimedia)** หมายถึง สื่อที่ผู้เรียนสามารถควบคุมให้นำเสนอตามความต้องการซึ่งกระทำได้โดยผ่านทางคีย์บอร์ด (Keyboard) เมาส์ (Mouse) หรือ ตัวชี้ (Pointer) ที่นำเสนอทั้งภาพ เสียงและการปฏิสัมพันธ์มาผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ สอดแทรกด้วยการสร้างสถานการณ์ที่เชื่อมโยงในชีวิตจริงโดยกำหนดข้อมูลและกติกาไว้ เพื่อช่วยส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาปฏิบัติและตัดสินใจจากสถานการณ์ที่ตนกำลังเผชิญอยู่ โดยผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้นและได้องค์ความรู้จากการใช้สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

3. **การจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์** หมายถึง การเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนค้นหาคำตอบหรือความรู้ด้วยตนเอง โดยผู้สอนเป็นผู้ให้คำปรึกษาแนะนำหรือกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้วิธีหรือกระบวนการตามขั้นตอนอย่างเหมาะสมร่วมกับการใช้สื่อมัลติมีเดียที่นำเสนอทั้งภาพ เสียงและการปฏิสัมพันธ์มาผสมผสานกันอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิดแก้ปัญหาที่ตนกำลังเผชิญอยู่ อีกทั้งช่วยให้ผู้เรียนสามารถเข้าใจเนื้อหาได้ชัดเจนมากขึ้น มีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ (สงสัย) การนำเข้าสู่บทเรียน ครูสร้างสถานการณ์หรือคำถามให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยในเรื่องที่จะเรียน ครูทบทวนความรู้ในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเรื่องที่จะเรียนรู้ใหม่ และครูเตรียมรูปภาพความคิดรูปสี่เหลี่ยมเพื่อให้ให้นักเรียนสำรวจโดยร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้อง รวมถึงแจ้งจุดประสงค์ในการเรียนรู้และนำสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์นำมาใช้กับการเรียนการสอน ส่งเสริมการแก้ปัญหาการเรียนรู้เพิ่มความเข้าใจมากขึ้น

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน (สัมผัส) ฝึกให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสในการเรียนรู้ (สำรวจ) ฝึกให้ผู้เรียนมองหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง ความเกี่ยวข้องของเรื่องที่จะเรียน และ(สืบค้น) ให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ หลักการ แนวคิด ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากเครื่องใช้ที่อยู่รอบตัวเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม และนำเสนอด้วยสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อเสริมสร้างการเข้าใจในเนื้อหา โดยร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจและเกิดองค์ความรู้ที่ถูกต้องในเรื่องที่จะเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ (สังสม) ให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองสู่ความชำนาญโดยการนำแนวคิดมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย นักเรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ในขั้นที่ 2 มาร่วมกันอภิปราย และแสดงความคิดเห็นเกี่ยวกับความสัมพันธ์ต่าง ๆ และนำความรู้ที่ได้มาประกอบการพิจารณา โดยครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ให้นักเรียนได้เรียนรู้เพื่อพัฒนาตนเองมากขึ้นก่อนให้เกิดการค้นพบกับองค์ความรู้เกี่ยวกับเรื่องรูปสี่เหลี่ยม

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป (สรุปผล) ให้ผู้เรียนรวบรวมแนวคิดจากการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มาสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองโดยใช้ภาษาทางคณิตศาสตร์เกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมที่ได้จากความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงที่ถูกต้อง

4. การคิดทางเรขาคณิต หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่เกิดขึ้นในตัวบุคคลเริ่มจากการรับรู้ และใช้เหตุผลในการคิดวิเคราะห์รูปลักษณะ หรือคุณสมบัติของเรขาคณิตเพื่อถ่ายทอดด้วยการบอกหรืออธิบายซึ่งได้มาจากการอภิปราย ในงานวิจัยนี้มุ่งเน้นศึกษาการคิดทางเรขาคณิต 2 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 เป็นขั้นพื้นฐานหรือการมองเห็น (Visualization) คือ ระดับก่อนการรับรู้ นักเรียนรับรู้รูปร่างเรขาคณิตได้ สามารถจำแนก ระบุชื่อของรูปสี่เหลี่ยมได้โดยอาศัยลักษณะภายนอกของรูปร่าง

ขั้นที่ 2 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) คือ เริ่มต้นการวิเคราะห์หมโนทัศน์ทางเรขาคณิตที่ได้จากการสังเกตและการทดลอง นักเรียนสามารถค้นพบคุณสมบัติ หรือกฎต่าง ๆ ของรูปสี่เหลี่ยม และสามารถแบ่งรูปออกเป็นกลุ่ม ๆ ได้ โดยดูจากองค์ประกอบหรือสมบัติต่าง ๆ ของรูป

วัดได้จากการทำแบบทดสอบการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่เน้นลำดับชั้น การคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลี ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีเนื้อหาครอบคลุมเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เพื่อทำการวัดผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน เป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น

ขั้นที่ 1 จำนวน 10 ข้อ คือ ขั้นพื้นฐานหรือการมองเห็น (Visualization)

ขั้นที่ 2 จำนวน 10 ข้อ คือ ขั้นการวิเคราะห์ (Analysis)

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญาด้าน ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ และการวิเคราะห์ โดยผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของบลูม Bloom's Revised Taxonomy มีการวัดผลประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้และมาตรฐานตัวชี้วัดของ การเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ โดยมีกระบวนการสร้างแบบทดสอบอย่างเป็นระบบ วัดได้จากแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ แบ่งเป็น

ขั้นที่ 1	ความจำ	จำนวน 3 ข้อ
ขั้นที่ 2	ความเข้าใจ	จำนวน 4 ข้อ
ขั้นที่ 3	การนำไปใช้	จำนวน 7 ข้อ
ขั้นที่ 4	การวิเคราะห์	จำนวน 6 ข้อ

สมมติฐาน

1. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์จะมีการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

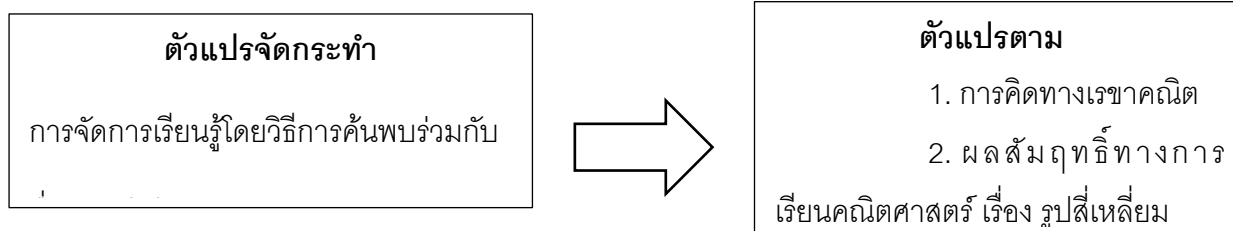
2. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์จะมีขั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

3. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

4. นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

กรอบแนวคิดในการวิจัย

การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในสาระเรขาคณิต เริ่มสอนจากการสอนที่เป็นรูปธรรม ไปสู่สิ่งที่เป็นนามธรรม โดยต้องชี้แนะให้นักเรียนได้พัฒนาตนเองอย่างเต็มศักยภาพ ซึ่งสอดคล้องกับ สิริพร ทิพย์คง (2545: น.110-111) กล่าวว่าไว้พอสรุปได้ดังนี้ “ครูจำเป็นที่จะต้องทราบ หลักการสอนคณิตศาสตร์และนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการสอนเพื่อช่วยให้นักเรียนเรียนวิชาคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจมีความรู้และประสบผลสำเร็จในการเรียนคณิตศาสตร์ ในการสอนเรขาคณิตครูต้องรู้จักการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เริ่มจากง่ายไปสู่ยาก สอนตามลำดับขั้นการคิดโดยค่อย ๆ เพิ่มเนื้อหาเพื่อให้นักเรียนสามารถอธิบายสิ่งที่เป็นนามธรรมโดยใช้เหตุและผลประกอบกันอย่างชัดเจนและนำไปสู่การพัฒนาการคิด โดยต้องผ่านการคิดจากสิ่งที่มองเห็นและใช้การคิดเพื่อหาคำอธิบายที่ละขั้นจนได้คำอธิบายที่เป็นแบบแผน สำหรับนักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษาชั้นต้นต้องพัฒนาความสามารถลำดับการคิดให้อยู่ในระดับขั้นที่ 2 ของรูปแบบแวนฮีลี จึงจะสามารถทำให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปพัฒนาการเรียนเรขาคณิตให้มีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตให้สูงขึ้นในระดับขั้นต่อไปได้โดยในแต่ละขั้นของการคิด ครูต้องทำการประเมินกับนักเรียนอย่างสม่ำเสมอและมีวิธีการประเมินที่หลากหลายเพื่อเป็นการตรวจสอบความรู้และความเข้าใจของนักเรียนที่มีต่อเนื้อหาวิชาตามลำดับขั้นของการคิด ดังนั้นในการสอนเรขาคณิตให้มีประสิทธิภาพครูจำเป็นต้องหาสื่อการสอน และสามารถใช้วิธีการสอนที่เหมาะสมและมีความหลากหลายเพื่อให้นักเรียนสามารถสรุปความรู้ได้ด้วยตนเองโดยนักเรียนต้องสามารถค้นพบความรู้ด้วยตนเองและสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเองได้ ดังนั้นการสอนต้องเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญครูเป็นเพียงผู้จัดเตรียมสถานการณ์ให้นักเรียนได้คิดได้ค้นคว้าหาคำตอบ และเป็นผู้ที่คอยจัดหาสื่อการสอนเพื่อคอยกระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจในเนื้อหาวิชาผู้สอนต้องเป็นผู้หากวิธีการสอนที่เหมาะสมและสอดคล้องกับสภาพของผู้เรียน



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดในการวิจัย



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องมีรายละเอียดดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

1.1 สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

1.2 มาตรฐานการเรียนรู้

1.3 ตัวชี้วัด

1.4 สาระการเรียนรู้

2. การคิดทางเรขาคณิต

2.1 ความหมายของการคิดทางเรขาคณิต

2.2 การจัดการเรียนการสอนเรขาคณิต

2.3 ความสำคัญของเรขาคณิต

2.4 พัฒนาการของความคิดทางเรขาคณิต

2.5 ระดับการคิดทางเรขาคณิต

2.6 ลักษณะสำคัญของระดับความคิดทางเรขาคณิต

2.7 ขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาความคิดทางเรขาคณิต

2.8 การวัดและการประเมินผล

2.9 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางเรขาคณิต

3. วิธีการค้นพบ

3.1 ความหมายของวิธีการค้นพบ

3.2 ลักษณะและรูปแบบของวิธีการค้นพบ

3.3 ขั้นตอนต่าง ๆ ในการสอนโดยวิธีการค้นพบ

3.4 หน้าที่ของครูในการสอนโดยวิธีการค้นพบ

3.5 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนโดยวิธีการค้นพบ

3.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับวิธีการค้นพบ

4. สื่อมัลติมีเดียและสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

4.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย

- 4.2 ลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย
- 4.3 องค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย
- 4.4 ขั้นตอนการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย
- 4.5 ประเภทสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์บนเว็บเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน
- 4.6 หลักการออกแบบสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
- 4.7 การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
- 4.8 ขั้นตอนการออกแบบสื่อมัลติมีเดีย แบบสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
- 4.9 ประโยชน์ของสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
- 4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับสื่อมัลติมีเดียและสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
 - 5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
 - 5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560)

ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ฉบับปรับปรุง 2560 (2560: น.8-9) ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วนร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุเงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่าง ๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิง

ปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ สาระที่ 2 การวัด ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

ตัวชี้วัด

1. แสดงวิธีหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

สาระเรียนรู้แกนกลาง

- ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม
- พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
- การแก้โจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยมและพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

1. จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป
2. สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุมหรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม

สาระเรียนรู้แกนกลาง

รูปเรขาคณิตสองมิติ

- ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
- การสร้างรูปสี่เหลี่ยม

เนื้อหาเรขาคณิตในระดับประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

1. ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
 - 1.1 รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 - 1.2 รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
 - 1.3 รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

- 1.4 รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- 1.5 รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
- 1.6 รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว
2. สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม
3. การสร้างรูปสี่เหลี่ยม
 - 3.1 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของด้านและมุมให้
 - 3.2 การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของเส้นทแยงมุมให้
4. การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม
 - 4.1 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของด้านให้
 - 4.2 การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของเส้นทแยงมุมให้

2. การคิดทางเรขาคณิต

2.1 ความหมายของการคิดเชิงเรขาคณิต

มีนักการศึกษาและนักวิชาการได้ให้ความหมายของการคิดเชิงเรขาคณิตไว้ดังนี้
สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีได้ (2550:38) ได้ให้ความหมายของการคิดเชิงเรขาคณิตว่า เป็นการให้เหตุผลเกี่ยวกับเรขาคณิตที่ต้องอาศัยการวิเคราะห์ข้อมูลให้การสรุปเป็นข้อเท็จจริง

จำเริญ อนันตรธรรมรส (2553) กล่าวว่า การคิดเชิงเรขาคณิต คือ ลักษณะของความคิดที่เกี่ยวข้องกับเรขาคณิตจากระดับต่างระดับ สูงตามแนวคิดของ แวนฮิลลี 5 ระดับ คือ

ระดับ 0 : การมองเห็นภาพ (Visualization)

ระดับ 1 : การวิเคราะห์ (Analysis)

ระดับ 2 : การสรุปอย่างไม่เป็นทางการ(InformalDeduction)

ระดับ 3 : การสรุปอย่างเป็นทางการ(FormalDeduction)

ระดับ 4 : การคิดขั้นสูง(Rigor)

อรรถกร ใจเดช (2555) กล่าวว่า การคิดเชิงเรขาคณิต คือ ความสามารถของนักเรียนที่บอก หรืออธิบายเกี่ยวกับเรขาคณิตตามกรอบแนวคิดของกรูเธอร์สและเจมี ประกอบด้วย 4 ด้าน คือ ด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่าง ด้านการใช้นิยาม ด้านการจัดหมวดหมู่ และด้านการพิสูจน์

จากความหมายข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า การคิดเชิงเรขาคณิตคือลักษณะของการคิด การให้เหตุผลทางเรขาคณิตที่แสดงออกผ่านการบอกหรืออธิบายซึ่งสามารถวัดระดับได้

2.2 ความสำคัญของเรขาคณิต

นักการศึกษาได้กล่าวถึงความสำคัญของเรขาคณิตไว้ดังนี้

เรวิลลี (Ravielli, 1957: 10) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเรขาคณิตสรุปได้ว่าเรขาคณิตเป็นเครื่องมือที่จำเป็นอย่างมากสำหรับมนุษยชาติ เรขาคณิตเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์มีการนำเรขาคณิตไปใช้ประโยชน์มากมาย เช่น ในการก่อสร้าง ในด้านวิศวกรรม ในการสำรวจ ในด้านดาราศาสตร์ เป็นต้น

เสริมศักดิ์ (2520, น.4) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเรขาคณิตสรุปได้ว่าเรขาคณิตมีความสำคัญมากในสมัยอดีตความเจริญของอียิปต์และบาบิโลเนีย ล้วนแต่ต้องอาศัยเรขาคณิตที่จะเห็นจากพีระมิดของอียิปต์การใช้เรขาคณิตของชาวบาบิโลนในการเริ่มต้นการวัดพื้นที่

ปานทอง, เชอริ, และ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, น.3-5) ได้กล่าวถึงความสำคัญของเรขาคณิตสรุปได้ว่าเรขาคณิตเป็นพื้นฐานที่สำคัญต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในทุกๆระดับเรขาคณิตเป็นศาสตร์ที่มีความหมายมีคุณค่ามีประโยชน์และมีความผูกพันกับชีวิตมนุษย์มานับเป็นเวลานาน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าเรขาคณิตมีความสำคัญอย่างมากต่อมนุษย์ตั้งแต่อดีตกาลจนถึงปัจจุบัน เรขาคณิตสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันและเพื่อเป็นประโยชน์ได้อย่างมากมาย

2.3 พัฒนาการของการคิดทางเรขาคณิต

ความคิดทางเรขาคณิตตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบันมีการเปลี่ยนแปลงดังต่อไปนี้ (สมพร เรืองโชติวิทย์: เรืองโชติวิทย์, 2523, น.1-6)

2.3.1 เรขาคณิตสมัยแรกเริ่ม

เรขาคณิตแรกเริ่มนั้นได้มาจากการสังเกตและประสบการณ์เช่นสังเกตรูปร่างและขนาดของสิ่งต่าง ๆ ความเข้าใจในรูปทรงเรขาคณิตนั้นมาจากการสังเกตลักษณะธรรมชาติ เช่น วงกลมมาจากพระอาทิตย์ พระจันทร์ เส้นโค้งได้จากลักษณะของดอกไม้ ใบไม้ ต้นไม้ เส้นขนานเส้นตั้งฉากได้จากธรรมชาติและการก่อสร้างที่หักอาศัยจากการสังเกตความสัมพันธ์และการเปรียบเทียบสิ่งต่าง ๆ ทำให้มนุษย์เกิดความคิดในเรื่องมาตรฐานการวัดเช่นการวัดความยาวและระยะทางอาศัยการเปรียบเทียบความยาวของส่วนต่าง ๆ ของร่างกายเป็นนิ้ว เป็นฟุต เป็นต้นจากแผ่นจารึกที่ทำด้วยดินเหนียวเผาไฟของบาบิโลเนีย ทำให้ทราบว่าประมาณ 4,000 B.C. ชาวบาบิโลนสามารถวัดพื้นที่ต่าง ๆ ได้และมีวิธีหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากอย่างง่าย ๆ เช่นรูปสามเหลี่ยม รูป

สี่เหลี่ยม รวมทั้งวงกลมด้วย เขาสมมุติว่าสวรรค์หมุนรอบแผ่นดินในเวลา 360 วันหรือ 1 ปี ด้วยเหตุนี้ เขาจึงแบ่งวงกลมออกเป็น 360 ส่วน ซึ่งต่อมาได้กลายเป็นระบบของศาใน การวัดมุมในสมัยปัจจุบัน

ต่อมาประมาณ 2,900 B.C. เป็นสมัยของอียิปต์มีความเจริญทางเรขาคณิตจะเห็นได้จากการสร้างพีระมิดการรังวัดที่ดินตามลุ่มแม่น้ำไนล์ การหาพื้นที่ของรูปทรงต่าง ๆ อียิปต์มีความรู้ารูปสามเหลี่ยมที่มีความยาว 3, 4 และ 5 หน่วย เป็นรูปสามเหลี่ยมมุมฉากเขาได้ใช้เชือกผูกเป็นปม ๆ ความยาวระหว่างปมเท่า ๆ กัน การสร้างมุมฉากขึ้นจากหลักฐานต่าง ๆ ที่แสดงถึงความเจริญของบาบิโลเนียและอียิปต์ พอจะสรุปได้ว่าเรขาคณิตสมัยนั้นเป็นเรขาคณิตเชิงวิทยาศาสตร์ (empirical or scientific geometry) ยังไม่มีการพิสูจน์ใด ๆ

2.3.2 เรขาคณิตและกรีกสมัยแรก

นักปราชญ์และนักคณิตศาสตร์ชาวกรีกได้มาศึกษาวิชาการต่าง ๆ ที่อียิปต์ ประมาณ 600 B.C. ผู้ที่มีชื่อเสียงเด่นทางเรขาคณิต คือ ทาเลสแห่งมิลีตุส (Thales of Miletus, 640 – 550 B.C.) ได้แสดงความเป็นอัจฉริยะหลายอย่าง เช่น สามารถวัดความสูงของพีระมิดได้ โดยให้หลักรูปสามเหลี่ยมคล้ายซึ่งในสมัยนั้นยังไม่มีทาเลสได้นำวิชาเรขาคณิตกลับไปยังกรีกและได้ประยุกต์การให้เหตุผลตามหลักตรรกวิทยามาใช้พิสูจน์เรขาคณิตทำให้เรขาคณิตเปลี่ยนมาเป็นเรขาคณิตอย่างเป็นระบบ (systematic geometry)

นักเรขาคณิตที่สำคัญอีกท่านหนึ่งคือปีทาโกรัส (Pythagoras, 572 – 500 B.C.) ซึ่งเป็นลูกศิษย์ของทาเลส ปีทาโกรัสได้ตั้งโรงเรียนที่มีชื่อเสียงคือ โรงเรียนปีทาโกรเรียน ที่เมืองโครโตนา ทางใต้ของอิตาลี สอนวิชาคณิตศาสตร์ ปรัชญา และวิทยาศาสตร์ธรรมชาติในสมัยของปีทาโกรัสความรู้ใหม่ ๆ ในวิชาเรขาคณิตเกิดขึ้นหลายอย่างเช่น คุณสมบัติของเส้นขนานสัดส่วนของรูปเหลี่ยมคล้าย พื้นที่รูปต่าง ๆ และรูปทรงสามมิติรวมทั้งทฤษฎีที่มีชื่อเสียงคือทฤษฎีปีทาโกรเรียน (Pythagorean Theorem) ด้วย

ฮิปโปเครเตสแห่งเมืองชิออส (Hippocrates of Chios, 470 B.C.) ได้เขียนตำราเรขาคณิตเล่มแรกขึ้น

พลาโต (Plato, 429 -348 B.C.) ได้สนใจและคิดค้นหาหลักเกณฑ์การให้เหตุผลในเชิงตรรกะวิทยาสำหรับพิสูจน์เรขาคณิต

อริสโตเติล (Aristotle, 384 – 322 B.C.) ศิษย์ของพลาโต ได้เขียนหนังสือเกี่ยวกับเรขาคณิตและฟิสิกส์

ยูโดซุส (Eudoxus, 370 B.C.) ศิษย์ของพลาโต ได้ให้นิยามสัดส่วนและนำทฤษฎีของสัดส่วนมาใช้กับเรขาคณิตในระนาบ

หลังจากสมัยของอริสโตเติลแล้วความเจริญทางเรขาคณิตได้ย้อนกลับไปสู่อียิปต์อีกครั้งหนึ่งที่มหาวิทยาลัยอเล็กซานเดรีย

2.3.3 เรขาคณิตในสมัยของยูคลิดและอาคิมิดีส (Euclid and Archmedes)

ยูคลิดและอาคิมิดีสเป็นนักคณิตศาสตร์ผู้ยิ่งใหญ่ในสมัยทองของอเล็กซานเดรีย ยูคลิดได้เขียนตำราทางวิชาการหลายสาขาแต่ที่มีชื่อเสียงมากที่สุดคือ หนังสือเอลิเมนต์ (Elements) เกี่ยวกับเรขาคณิตและพีชคณิต

อาคิมิดีสเป็นนักวิทยาศาสตร์และนักประดิษฐ์ได้เขียนตำราต่าง ๆ ไว้มากทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์มีผลงานเด่น ๆ ถ้าทางเรขาคณิตหลายชิ้น เช่น การวัดวงกลมค่า เป็นผู้ริเริ่มคำนวณค่า π ว่าอยู่ประมาณ $\frac{223}{71}$ กับ $\frac{22}{7}$ ซึ่งวิธีการคำนวณค่า π ยังมีผู้ทำอยู่เสมอใน ค.ศ. 1961 มีผู้หาค่า π ได้ถึงทศนิยม 100,265 ตำแหน่ง นอกจากนี้อาคิมิดีสยังได้คิดสูตรพื้นที่รูปสามเหลี่ยม $\sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)}$ และได้คำนวณหาพื้นที่ปริมาตรของรูปทรงเรขาคณิตต่าง ๆ

2.3.4 เรขาคณิตในกรีก

นักคณิตศาสตร์ที่สำคัญหลังจากยูคลิดและอาคิมิดีส ได้แก่ อโบลินอุสแห่งเมืองเปอร์กาได้พัฒนาเรขาคณิตขั้นสูง ได้เขียน ตำราเกี่ยวกับเส้นโค้งและภาคตัดกรวย เขาได้นำชื่อเอลลิปส์ พาราโบลา และไฮเพอร์โบลามาใช้

เอราโตสเทเนส เป็นเพื่อนของอาคิมิดีสสามารถคำนวณหาเส้นรอบวงและเส้นผ่านศูนย์กลางของโลกได้คือได้เส้นรอบวง 24,662 ไมล์ ซึ่งผิดไปเพียง 2%

ปโตเลมี แห่งอเล็กซานเดรียได้เขียนหนังสือที่มีชื่อเสียงคือ อัลมาเจสท์ เกี่ยวกับเรขาคณิตตรีโกณมิติ และดาราศาสตร์

บัพปูล ได้พัฒนาเรขาคณิตขั้นสูงและภาคตัดกรวยคือพัฒนาผลงานของอโบลินอุสในระยะเวลาห่างกัน 500 ปี เขาได้ค้นพบทฤษฎีที่ใกล้เคียงกับรากฐานของแคลคูลัส

โปรคลุส ได้เขียนประวัติของเรขาคณิต หลังจาก สมัยของโปรคลุสก็ถึงระยะสุดท้ายของมหาวิทยาลัยอเล็กซานเดรียซึ่งถูกทำลายโดยพวกอาหรับในคริสต์ศักราช 641

2.3.5 เรขาคณิตท่ามกลางพวกอาหรับและฮินดู

นักวิทยาศาสตร์และนักคณิตศาสตร์ได้ออกจากอเล็กซานเดรียไปยังอาราเบียเพื่อเป็นครูและทำงานอยู่กับพวกอาหรับในระหว่างนั้นเป็นสมัยเสื่อมของจักรวรรดิโรมัน (ศตวรรษที่ 5 – 11) และเป็นยุคมีด ของยุโรปศิลปะวิทยาการต่าง ๆ หยุดชะงักเพราะขัดกับแนวความคิดทางศาสนาในสมัยนั้น

พวกอาหรับได้เรียนรู้เรขาคณิตตรีโกณมิติ และดาราศาสตร์ จากพวกกรีกส่วน ความรู้ทางเลขคณิต และพีชคณิต ชาวอาหรับได้รับจากชาวฮินดู ซึ่งตัวเลขฮินดูอารบิกเริ่มโดย ชาวฮินดูหนังสือเอลิเมนต์ของยูคลิด และอัลมาเจสท์ของปโตเลมี ก็ได้แปลเป็นภาษาอาหรับนัก คณิตศาสตร์ชาวอินเดียชื่ออารยภต ได้เขียนตำราเกี่ยวกับเรขาคณิตที่นำไปประยุกต์กับวิชาดาราศาสตร์ ชาวอาหรับ และฮินดูได้แปลและคัดลอกตำราทางวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์เพื่อใช้ เรียนกันทั่วไปซึ่งนับว่าเป็นการดีอย่างยิ่งที่อาหรับได้ช่วยเก็บรักษาวิชาความรู้ต่าง ๆ ได้ตลอดยุค มีดของยุโรป

2.3.6 เรขาคณิตในสมัยกลาง

ในปลายศตวรรษที่ 11 ได้มีผู้นำวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ของกรีกมา เผยแพร่ในยุโรปในศตวรรษที่ 12 ได้มีการแปลหนังสือจากภาษาอาหรับเป็นภาษาละตินกว่า 90 ฉบับรวมทั้งเอลิเมนต์ของยูคลิดและอัลมาเจสท์ของปโตเลมีด้วย และในยุโรปได้เริ่มใช้ระบบ ตัวเลขคิติดูอารบิก ศตวรรษที่ 13 มีมหาวิทยาลัยต่าง ๆ เกิดขึ้น เช่น มหาวิทยาลัยปารีส Oxford Cambridge ปาดัว และเนเปิลส์ เป็นต้นมีการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ใน มหาวิทยาลัย

ศตวรรษที่ 15 เป็นสมัยฟื้นฟูศิลปวิทยาการของยุโรปความพินาศของ จักรวรรดิไบแซนเทียนและในการเสียเมืองคอนสแตนติโนเปิลให้พวกเติร์กใน ค.ศ. 1453 ทำให้มีผู้ ลี้ภัยมาอยู่อิตาลีมากมาย และได้นำเอาวัฒนธรรมและวิชาการของกรีกมาด้วย จึงได้มีการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ ทั้งเลขคณิตพีชคณิตและเรขาคณิตในโรงเรียนทั่วไปมีการแปลหนังสือตำราต่าง ๆ ของกรีกเป็นภาษาละติน

2.3.7 พัฒนาการแนวใหม่ของเรขาคณิต

นักคณิตศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อเจราด เดสาร์ก เป็นวิศวกรและสถาปนิกได้พัฒนา แนวคิดของยูคลิดเกี่ยวกับระบบตรรกะวิทยาของเรขาคณิตทำให้ค้นพบเรขาคณิตแบบใหม่ ที่ เรียกว่าเรขาคณิตโปรเจกตีฟ และมีนักคณิตศาสตร์รุ่นต่อมาได้ขยายความรู้ในวิชานี้ให้กว้างขวาง ขึ้น ได้แก่ แบลซ์ ปาสคาล และจอนวิกเตอร์ปองเซเล ต่อมากาสปาร์ด มงเย ได้พัฒนาวิชานี้ไปสู่ เรขาคณิตอีกแบบหนึ่งเรียกว่า เรขาคณิตเดสคริปตีฟ

เรอเน เดคาร์ท ได้นำเอาวิธีการทางพีชคณิตมาใช้กับเรขาคณิตเรียกว่าเรขาคณิต วิเคราะห์ต่อมามีนักคณิตศาสตร์นำเอาวิชาแคลคูลัสมาประยุกต์กับเลขาคณิต เรียกว่าเรขาคณิต ดิฟเฟอเรนเชียลและเลโอนาร์ต ออยเลอร์ ได้ริเริ่มคิดค้นวิชาเรขาคณิตแบบใหม่ขึ้น เรียกว่า โทโพยี

2.3.8 เรขาคณิต นอน - ยูคลิดเดียน

เป็นเวลากว่า 2000 ปีที่นักคณิตศาสตร์ได้พยายามพิสูจน์สัจพจน์ที่ 5 ของยูคลิดว่าเป็นทฤษฎีบทที่พิสูจน์ได้โดยอาศัยสัจพจน์ข้ออื่น ๆ ของยูคลิด แต่ก็ไม่มีใครได้พิสูจน์ได้สำเร็จ ในที่สุดมีนักคณิตศาสตร์สามคน คือ เกาส์ แห่งเยอรมัน โบไลโย แห่งอิตาลี และโลบาชเฟสกี แห่งรัสเซีย ได้คิดเรขาคณิตใหม่โดยใช้สัจพจน์ใหม่ที่เป็นข้อปฏิเสธหรือข้อความตรงกันข้ามของสัจพจน์ที่ 5 ของยูคลิดใช้แทนที่สัจพจน์ที่ 5 นั้น และเรียกชื่อคณิตศาสตร์ใหม่นี้ว่า เรขาคณิตนอน - ยูคลิดเดียน หรือเรขาคณิตไฮเพอร์โบลิก ต่อมากมีเรขาคณิตนอน - ยูคลิดเดียน อีกแบบหนึ่งเรียกว่า เรขาคณิตเอลลิปติก ซึ่งได้พัฒนาขึ้นโดยรีอาน และเฟลิกซ์ไคลน์ แห่งเยอรมัน

แนวคิดเกี่ยวกับเรขาคณิตตั้งแต่สมัยแรกเริ่มจนถึงปัจจุบันนี้ได้พัฒนาไปอย่างกว้างขวางการศึกษาเรขาคณิตก่อนศตวรรษที่ 17 เป็นการศึกษาคุณสมบัติเมตริก ซึ่งเป็นการศึกษาเกี่ยวกับระยะทางการวัดต่าง ๆ เช่น ความยาวของส่วนของเส้นตรง พื้นที่ และขนาดของมุม ปริมาตรของรูปทรงทั้งหลายเรขาคณิตของยูคลิดจัดเป็นพวกเรขาคณิตแบบเมตริกตั้งแต่ศตวรรษที่ 17 เป็นต้นมา นักคณิตศาสตร์ได้เพิ่มความสนใจในการศึกษาคุณสมบัติอนเมตริกของรูปทรงต่าง ๆ ทำให้เกิดเรขาคณิตแบบนอนเมตริกขึ้น ได้แก่ เรขาคณิตโปรเจกตีฟ เรขาคณิตแอฟไฟน์ และโทโพโลยี

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าความคิดทางเรขาคณิตมีการพัฒนาไปอย่างกว้างขวางและต่อเนื่องตั้งแต่สมัยแรกเริ่มจนถึงปัจจุบัน ทำให้เป็นปัจจุบันนี้มีเรขาคณิตอยู่หลายสาขา หลากหลายแขนง อีกทั้งยังมีเรขาคณิตอยู่รอบตัวที่สามารถศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมได้ตลอดเวลาเพื่อให้เกิดการเรียนรู้และพัฒนาเรขาคณิตให้ทันสมัยกับปัจจุบัน

2.4 ระดับการคิดทางเรขาคณิต

2.4.1 ลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีสลี

สิริพร ทิพย์คง (2537: 116-119) ได้กล่าวไว้ว่า การสอนตามแนวระดับการคิดของแวนฮีสลีโมเดลประกอบด้วยระดับชั้นกระบวนการการคิดจากง่ายไปยากหรือสลับซับซ้อนมากขึ้นดังต่อไปนี้

ขั้น 0 หรือขั้นพื้นฐาน : การมองเห็น (Visualization) นักเรียนสามารถบอกชื่อรูปภาพที่มองเห็น เช่น รูปสี่เหลี่ยมเพราะนักเรียนมองเห็นรูปภาพสองภาพคล้ายสี่เหลี่ยมจัตุรัส แต่ในขั้นนี้นักเรียนไม่สามารถบอกคุณลักษณะส่วนย่อยได้ เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่นักเรียนมองเห็นนั้นมีมุมฉาก 4 มุม และด้านที่เท่ากัน 4 ด้าน หรือรูปขนมเปียกปูน คือรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านทั้งสี่ด้านยาวเท่ากัน เป็นต้น ตัวอย่างคำถามสำหรับนักเรียนในขั้นพื้นฐานนี้ ได้แก่ คำถามที่ให้นักเรียนวัดขนาดของมุมทุกมุมในรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ขั้น 1 : การวิเคราะห์ (Analysis) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ รูปและทรงเรขาคณิต เช่น รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากันและมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก ตัวอย่างคำถามในขั้นนี้ ได้แก่ จงพิจารณาว่ารูปเรขาคณิตต่อไปนี้เป็นรูปใดเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน หรือ จงหาขนาดของมุมที่เท่ากันในรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ขั้น 2 : การพิสูจน์อย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) นักเรียนสามารถบอกรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปทรงต่าง ๆ ทางเรขาคณิตสามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องกันได้ เช่น ในรูปสี่เหลี่ยมใด ๆ ถ้าด้านตรงข้ามขนานกันและยาวเท่ากันแล้ว มุมตรงข้ามของรูปสี่เหลี่ยมนั้นจะต้องเท่ากัน รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส คือรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน เป็นต้น นอกจากนี้ นักเรียนสามารถบอกลักษณะที่แตกต่างกันของรูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้ได้ ถึงแม้ว่านักเรียนจะยังไม่สามารถพิสูจน์ได้ในขั้นนี้สามารถเข้าใจคำจำกัด ความต่าง ๆ มีการอธิบายให้เหตุผลอย่างไม่เป็นแบบแผน ในบางครั้งนักเรียนอาจจะตอบว่า “ผมเข้าใจแต่ผมอธิบายไม่ได้”

ขั้น 3 : การพิสูจน์อย่างมีแบบแผน (Formal Deduction) นักเรียนสามารถเข้าใจการพิสูจน์ที่มีกฎเกณฑ์คุ้นเคยกับการพิสูจน์ โดยทราบว่าอะไรคือ สิ่งที่กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่ต้องการพิสูจน์ นักเรียนรู้จัก ตั้งกฎเกณฑ์และข้อโต้แย้งในการคิดไปตามลำดับเหตุผลทราบว่า ทำไมสิ่งที่กำลังพิสูจน์อยู่เป็นจริงและเป็น ไปได้อย่างไรนักเรียนอาจจะพิสูจน์สิ่งที่ต้องการจะพิสูจน์นั้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี

ขั้น 4 : การคิดขั้นสุดยอด (Rigor) นักเรียนสามารถคิดอย่างนามธรรมสามารถเปรียบเทียบระบบต่าง ๆ เช่น การเปรียบเทียบสัจพจน์ (Axiom) ทฤษฎี (Theory) และเรขาคณิตนอกแบบยูคลิด (Non-Euclidean Geometry) นักเรียนสามารถจัดทฤษฎีต่าง ๆ เข้าเป็นระบบระเบียบและสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ ทางเรขาคณิตคำถามที่อาจจะใช้ถามนักเรียน ได้แก่ อะไรจะเกิดขึ้นในการเรียนวิชาเรขาคณิต ถ้าไม่มีทฤษฎีที่เกี่ยวกับเส้นขนานคู่หนึ่งและมีเส้นตรงอีกเส้นหนึ่งตัดขวาง

งานวิจัยของแวนฮิลลี กล่าวถึงขั้น 4 ซึ่งเป็นขั้นสุดท้ายได้ถูกกล่าวถึงเพียงเล็กน้อยและ จะเห็นได้ว่าหลักสูตรในการเรียนการสอนวิชาเรขาคณิตนั้นส่วนมากครอบคลุมถึงขั้น 3 คือ การพิสูจน์อย่างมีแบบแผนเท่านั้น แต่สำหรับการจัดกิจกรรมในระดับประถมศึกษาต้องพัฒนา ลำดับขั้นการคิดของนักเรียนให้อยู่ในลำดับขั้น 2 ของแวนฮิลลีให้ได้ ซึ่ง Fuys, Gedded, Lovett และ Tischler (1988 อ้างใน สิริพร ทิพย์คง, 2537) ได้อธิบายเพิ่มเติมถึงลำดับขั้นการคิดทาง

เรขาคณิต ตามรูปแบบแวนฮีลีและพฤติกรรมของนักเรียนที่ตอบสนองในแต่ละลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตไว้ ชั้นคือ ชั้น 0 และชั้น 1

2.4.1 รูปแบบแวนฮีลี

แวนฮีลีได้แบ่งลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลีไว้ 5 ชั้น ได้แก่ ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 0 เป็นการมองเห็น (Visualization) ชั้น 1 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) ชั้น 2 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) ชั้น 3 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างมีแบบแผน (Formal Deduction) และชั้น 4 เป็นการคิดขั้นสุดยอด (Rigor) ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละชั้นดังนี้ (สิริพร, 2536: 119-120 อ้างใน ชนิศรา ฉัตรแก้ว)

1. ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 0 เป็นการมองเห็น (Visualization) นักเรียนสามารถบอกชื่อรูปภาพที่มองเห็น เน้นเฉพาะลักษณะภายนอก โดยมองในภาพรวม แต่ในขั้นนี้ นักเรียนไม่สามารถบอกลักษณะส่วนย่อย เช่น ด้าน มุม สมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้

2. ชั้น 1 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) นักเรียนสามารถวิเคราะห์ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติได้อย่างชัดเจนมากขึ้นกว่าชั้นพื้นฐาน สามารถบอกสมบัติของรูปเรขาคณิตสองมิติ แต่นักเรียนไม่เข้าใจความสัมพันธ์และสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

3. ชั้น 2 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน (Informal Deduction) นักเรียนสามารถบอกรายละเอียดปลีกย่อยเกี่ยวกับสมบัติของรูปเรขาคณิตสามารถเปรียบเทียบและบอกความสัมพันธ์ที่เกี่ยวข้องได้ อีกทั้งสามารถบอกลักษณะความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมได้ถึงแม้ดำเนินการพิสูจน์ได้อย่างไม่เป็นทางการ

4. ชั้น 3 เป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างมีแบบแผน (Formal Deduction) นักเรียนสามารถเข้าใจการพิสูจน์ที่มีกฎเกณฑ์ ซึ่งการพิสูจน์โดยทราบว่าอะไรคือสิ่งที่กำหนดให้และอะไรคือสิ่งที่ต้องพิสูจน์ นักเรียนรู้จักตั้งกฎเกณฑ์และข้อโต้แย้งในการคิดไปตามลำดับเหตุผล ทั้งนี้ นักเรียนทราบว่าทำไมสิ่งที่กำลังพิสูจน์อยู่เป็นจริงและเป็นไปได้อย่างไรและอาจจะพิสูจน์สิ่งที่ต้องการพิสูจน์นั้นได้มากกว่าหนึ่งวิธี

5. ชั้น 4 เป็นการคิดขั้นสุดยอด (Rigor) นักเรียนสามารถคิดอย่างนามธรรม สามารถเปรียบเทียบระบบต่าง ๆ อีกทั้งสามารถจัดทฤษฎีต่าง ๆ เข้าเป็นระบบขั้นตอนและสร้างทฤษฎีใหม่ ๆ ทางเรขาคณิต นักเรียนที่ได้ลำดับชั้นนี้ส่วนมากเป็นศึกษาระดับมหาวิทยาลัยที่ศึกษาวิชาเรขาคณิตระดับสูง

จากที่กล่าวข้างต้นสรุปได้ว่าจากลำดับชั้นการคิดทางเรขาคณิตตามแบบแวนฮิลล์ชั้น 0 ถึงชั้น 1 เป็นชั้นที่สำคัญที่ครูจะพัฒนานักเรียนระดับประถมศึกษาให้มีลำดับการคิดทางเรขาคณิต ทั้งนี้ผู้วิจัยได้มีการเปลี่ยนแปลงชั้นการคิดทางเรขาคณิตชั้น 0 เรียกเป็นชั้น 1 ชั้นพื้นฐานหรือชั้นเป็นการมองเห็น (Visualization) และ ชั้น 1 เป็นชั้น 2 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis) ตามลำดับ

2.5 การเรียนการสอนเรขาคณิต

การจัดการเรียนการสอนเรขาคณิตนั้นผู้สอนต้องเข้าใจในเนื้อหาสาระของวิชาก่อนเป็นอันดับแรกแล้วทำการเลือกกลวิธีในการสอนเพื่อให้เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาตามลำดับชั้นการคิดเชิงเรขาคณิต ในการสอนเรขาคณิตนั้นมีวิธีสอนที่หลากหลาย ครูผู้สอนควรยึดหลักที่ว่า ผู้เรียนทุกคนมีความสามารถและพัฒนาตนเองได้ แวนฮิลล์ ได้เสนอแนวทางที่จะช่วยให้การเรียน การสอนเรขาคณิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น (สิริพร ทิพย์คง, 2537: 121-122)

1. การนำเข้าสู่บทเรียนโดยการใช้คำถาม (Inquiry Information) ครูกล่าวถึงประโยชน์และเหตุผลในการเรียนเนื้อหาวิชานั้น ๆ ตลอดจนแนะนำคำศัพท์ ในวิชาเรขาคณิต เช่น คำว่า “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” “รูปสามเหลี่ยม” โดยการใช้คำถามให้นักเรียนมีโอกาสได้อภิปราย เช่น ครูถามว่า “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคืออะไร” “รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ามีลักษณะสำคัญอะไรบ้าง” “รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสได้หรือไม่ เพราะเหตุใด” เป็นต้น

2. การแนะนำโดยตรงจากครู (Directed Orientation) นักเรียนปฏิบัติตามในสิ่งที่ครูบอกแต่ละขั้นตอน ครูแนะนำคำศัพท์ที่ใช้ในวิชาเรขาคณิตในเนื้อหาที่กำลังสอนครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนได้มีโอกาสสังเกต สำรวจ และศึกษา จนเข้าใจและเห็นแนวทางในการแก้ปัญหาโจทย์ ครูนำสัญลักษณ์ที่ใช้ในวิชาเรขาคณิตและ รูปทรงต่าง ๆ ทางเรขาคณิต เช่น รูปกรวย รูปทรงกระบอกตลอดจนสมบัติที่สำคัญ ๆ เช่น สมบัติของการเท่ากัน เป็นต้น

3. การอธิบายให้เห็นชัด (Expliciting) ครูส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายและอภิปรายในสิ่งที่นักเรียนพบจากการสังเกต การสำรวจ และการคิดบทบาทของครูจะลดลง ครูให้นักเรียนช่วยกันสรุป กฎเกณฑ์และสิ่งที่นักเรียนคิดว่าสำคัญซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในการเรียนวิชาเรขาคณิต

4. การศึกษาด้วยตนเอง (Free Orientation) ครูให้นักเรียนมีอิสระในการเรียนมากขึ้นนักเรียนมีโอกาสสำรวจความสามารถของตนเองมีประสบการณ์ในการเรียนรู้ด้วยตนเองมากขึ้น สามารถคิดและพิสูจน์เรขาคณิตได้ด้วยตนเอง การคิดหรือการพิสูจน์นั้นอาจจะมีได้หลายวิธี นอกจากนั้นนักเรียนยังมีโอกาสแก้ปัญหาโจทย์ที่สลับซับซ้อนและสามารถตอบคำถามเกี่ยวกับ

ความเป็นเหตุเป็นผลได้ เช่น นักเรียน สามารถอธิบายได้ว่า “ทำไมเนื้อที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนจึงเท่ากับครึ่งหนึ่งของผลคูณของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมนั้น” หรือการทำนายผลก่อนการปฏิบัติจริง ๆ เช่น จะเกิดภาพอะไรขึ้นเมื่อนักเรียนตัดมุมของกระดาษที่พับซ้อนกัน 2 ครั้งโดยการตัดเป็นมุม 30 องศา และ 40 องศา

5. การบูรณาการ (Integration) ครูช่วยนักเรียนสรุปเนื้อหาสาระสำคัญในเรื่องที่นักเรียนเรียนโดยครูถามให้นักเรียน ช่วยกันตอบและแสดงความคิดเห็นในสิ่งที่นักเรียนเรียนไปแล้ว เช่น สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน เป็นต้น

2.6 ลักษณะสำคัญของการคิดทางเรขาคณิต

ระดับการคิดทางเรขาคณิตตามแบบรูปแนวฮีลมีลักษณะสำคัญดังนี้ (van Hiele – Geldof, 1984a and van Hiele, 1984b cited in Crowley, 1987 : 4; Mason, 2009: 3)

1.การมีลำดับขั้น (Sequential)

เหมือนกับทฤษฎีทางการพัฒนาส่วนใหญ่ คือ ต้องดำเนินการโดยเรียงลำดับระดับการคิดทางเรขาคณิตทีละระดับ การที่จะมีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับสูงได้จะต้องมีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับต่ำมาก่อน

2.ความก้าวหน้า (Advancement)

ความก้าวหน้าจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งขึ้นอยู่กับเนื้อหาและวิธีการสอนที่ได้รับมากกว่าขึ้นอยู่กับอายุ ไม่มีวิธีการสอนใดที่จะทำให้นักเรียนกระโดดข้ามระดับได้

3.สิ่งที่ไม่ชัดเจนในระดับหนึ่งจะชัดเจนในระดับต่อไป (Intrinsic and Extrinsic)

ตัวอย่างเช่น นักเรียนที่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับ 0 จะรู้เพียงรูปร่างของรูป แต่ไม่เข้าใจสมบัติของรูป จนกระทั่งมีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับ 1 จึงสามารถเข้าใจองค์ประกอบและสมบัติรูป

4.การมีภาษาประจำในแต่ละระดับ (Linguistics)

ในแต่ละระดับมีภาษาประจำระดับ และมีระบบความสัมพันธ์ในการเชื่อมโยงภาษา ความคิดรวบยอดและภาษาในระดับต่ำกว่าจะเป็นพื้นฐานในระดับสูงกว่าต่อไป

5.ความไม่เหมาะสมกับระดับ (Mismatch)

ถ้านักเรียนมีระดับการคิดทางเรขาคณิตอยู่ในระดับหนึ่ง แต่ครูสอนในระดับที่แตกต่างกันนักเรียนอาจจะไม่เข้าใจเนื้อหา โดยปกตินักเรียนจะพยายามจำเนื้อหา แต่นักเรียนไม่เข้าใจเนื้อหานั้นโดยแท้จริง ซึ่งนักเรียนอาจจะลืมเนื้อหาอาจจะลืมเนื้อหาเหล่านั้นได้ง่าย ๆ หรือไม่สามารที่จะประยุกต์เนื้อหาเหล่านั้นได้โดยเฉพาะในสถานการณ์ที่ไม่คุ้นเคย

2.7 ขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต

การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตจากระดับหนึ่งไปสู่อีกระดับหนึ่งสามารถทำได้โดยการสอนและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้การสอนที่เหมาะสม ซึ่งปีแอร์ แวนฮิลลี และไดน่า แวนฮิลลี ได้เสนอขั้นตอนการสอนเพื่อพัฒนาระดับการคิดทางเรขาคณิต 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การใช้คำถามเพื่อนำเข้าสู่บทเรียน (Inquiry or Information)

ครูและนักเรียนมีส่วนร่วมในการสนทนา และมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมเกี่ยวกับจุดมุ่งหมายของการเรียนโดยการสังเกต และใช้คำถาม เช่น ครูถามนักเรียนว่าสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนคืออะไร สี่เหลี่ยมจัตุรัสคืออะไร สี่เหลี่ยมด้านขนานคืออะไร และสี่เหลี่ยมพวกนี้มีความคล้ายกันอย่างไร แตกต่างกันอย่างไรรวมถึงตอบอย่างนั้น จุดมุ่งหมายของกิจกรรมนี้มี 2 ด้าน คือ

- 1) ครูได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นความรู้ดั้งเดิมของนักเรียนเกี่ยวกับหัวข้อนี้
- 2) นักเรียนได้เรียนรู้สิ่งที่เป็นแนวทางการศึกษาเพิ่มเติม

ขั้นที่ 2 การเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างมีทิศทาง (Directed Orientation)

นักเรียนสำรวจหัวข้อของการศึกษาผ่านสื่อที่ครูจัดให้เป็นลำดับขั้น กิจกรรมนี้ควรจะแสดงให้เห็นให้นักเรียนเห็นลักษณะโครงสร้างอย่างค่อยเป็นค่อยไป ดังนั้นสื่อจะเป็นงานสั้น ๆ ที่ออกแบบมาเพื่อตั้งคำถามเฉพาะ เช่น ครูอาจจะถามนักเรียนโดยใช้กระดาษตะปูล เพื่อสร้างสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและสร้างรูปที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรือเล็กลง

ขั้นที่ 3 การแลกเปลี่ยนความคิดเห็น (Explication)

สร้างจากประสบการณ์เดิมของนักเรียนโดยให้นักเรียนแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับสิ่งที่ได้จากการสังเกตซึ่งจะช่วยให้นักเรียนใช้ภาษาที่ถูกต้องและเหมาะสม บทบาทของครูลดลง นักเรียนได้อภิปรายซึ่งกันและกัน และกับครู

ขั้นที่ 4 การเรียนรู้สิ่งใหม่อย่างอิสระ (Free Orientation)

นักเรียนต้องเผชิญกับงานที่ยุ่ยากมากขึ้น เช่น งานที่มีหลายขั้นตอนงานที่สามารถทำให้สมบูรณ์ได้หลายวิธี และงานปลายเปิด พวกเขาได้ประสบการณ์ในการค้นพบวิธีการแก้ปัญหาด้วยตัวเองของพวกเขาเอง ทำให้นักเรียนมีความชัดเจนเกี่ยวกับสิ่งที่ศึกษามากขึ้น

ขั้นที่ 5 การสรุปรวม (Integration)

นักเรียนสรุปสิ่งที่ได้เรียนมาทั้งหมดโดยเป็นการทบทวนสิ่งที่ได้เรียนรู้ในการทำกิจกรรมตั้งแต่เริ่มต้นเช่น สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนทั้งหมด

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่าขั้นตอนการสอนของปีแอร์ แวนฮิลี และไดน่า แวนฮิลี แบ่งออกเป็น 5 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนการสอน ซึ่งทำให้นักเรียนได้พัฒนาความคิดทางเรขาคณิต

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการคิดทางเรขาคณิต

นพดล ทุมเชื้อ (2553) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “รูปสี่เหลี่ยม” โดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่เน้นลำดับขั้นการคิดตามรูปแบบ แวนฮิลี ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดลานนาบุญ จังหวัดนนทบุรี กลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดลานนาบุญ สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา ประถมศึกษานนทบุรี เขต 1 ปีการศึกษา 2553 จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 69 คน ได้จากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) จากจำนวนนักเรียนทั้งหมด 4 ห้องเรียน จำนวนนักเรียนทั้งหมด 134 คน นักเรียนแต่ละห้องได้รับการจัดแบบคะแนนความสามารถ ผลการวิจัย ปรากฏว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง “รูปสี่เหลี่ยม” โดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่เน้นลำดับขั้นการคิดตามรูปแบบแวนฮิลี ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษา ปีที่ 6 โรงเรียนวัดลานนาบุญ หลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนส่วนใหญ่เห็นด้วยอย่างยิ่งกับกิจกรรมการเรียนรู้ว่ามีความเหมาะสมและนักเรียนชอบเรียนเรขาคณิตโดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad

สมศักดิ์ ประเสริฐมานะกิจ (2556) ได้ทำการศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ Van Hiele จำนวน 41 คน ผลการวิจัยพบว่า หลังจากจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ร่วมกับการจัดการเรียนการสอนตามรูปแบบ Van Hiele นักเรียนมีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนส่วนใหญ่อยู่ในระดับดีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 นอกจากนี้ยังพบว่า ระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนมีระดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตส่วนใหญ่อยู่ในระดับที่ 2

พิพากษา บุญฤทธิ์ (2561) ได้ทำการศึกษาการผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง วงกลมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้โปรแกรม The Geometer's sketchpad (GSP) ร่วมกับ

แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน พบว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วงกลม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทั้งนี้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง วงกลม ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และส่วนใหญ่มีระดับการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงขึ้นจากก่อนเรียนโดยมากที่สุดอยู่ในระดับ 2 (การอนุมานอย่างไม่มีแบบแผน) และระดับ 3 (การอนุมานอย่างมีแบบแผน)

ชนิศวรา ฉัตรแก้ว (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่า นักเรียนที่เรียนหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตที่สร้างขึ้นมีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์เพิ่มขึ้นมากที่สุดในชั้น 2 ซึ่งเป็นการพิสูจน์แบบนิรนัยอย่างไม่เป็นแบบแผน นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเรขาคณิตโดยคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนและก่อนการเรียนแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .01 และส่วนใหญ่มีความคิดเห็นที่ดีต่อการจัดการเรียนรู้เรขาคณิตโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัตและการใช้โปรแกรม GSP มีความเหมาะสมในการเรียนหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิต

3. วิธีสอนแบบค้นพบ (Discovery Method)

วิธีการสอนแบบค้นพบเป็นวิธีการสอนที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของนักจิตวิทยาคนสำคัญในกลุ่มพุทธินิยม (Cognitivism) เช่น เปียเจท์ (Jean Piaget) บรูเนอร์ (Jerome S. Bruner) และ ออซูเบล (David Ausubel) นักจิตวิทยาคนกลุ่มนี้เชื่อว่า ความเป็นกระบวนการมิใช่ผลผลิต ดังนั้นจึงเน้นกระบวนการของการคิดซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในช่วงของการเรียนรู้ของนักเรียน ลักษณะการสอนของครูจึงไม่ได้มุ่งให้นักเรียนท่องจำ แต่จะเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการแสวงหาความรู้และนักเรียนได้คิดอย่างมีเหตุผล อาจกล่าวได้ว่าวิธีการสอนแบบนี้เน้นตัวนักเรียนเป็นสำคัญ (พรณี ช. เจนจิต, 2545: น. 404 – 406) วิธีการสอนแบบค้นพบเป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการเรียนรู้ ครูจัดสถานการณ์ให้นักเรียนเผชิญกับปัญหาที่ใช้กระบวนการแก้ปัญหาไปสู่การค้นพบ โดยการกำหนดปัญหา ตั้งสมมติฐาน รวบรวมข้อมูลหรือทดลองทดสอบสมมติฐาน และสรุปข้อค้นพบ การแนะแนวทางให้นักเรียนค้นพบหลักการทางคณิตศาสตร์โดยวิธีอุปนัย ยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างให้นักเรียนเห็นรูปแบบ ใช้คำถามไปสู่ความคิด การสังเกต เปรียบเทียบรูปแบบที่เหมือนกันหรือมีลักษณะร่วมกัน นำไปสู่ข้อสรุป (ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี, 2561: น.44) นักการศึกษาได้ให้ความหมายของคำว่าค้นพบและวิธีการสอนค้นพบดังนี้

พรณี ช. เจนจิต (2545: น. 386) ได้กล่าวว่าวิธีการสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่นักเรียนได้รับคำแนะนำจากครูอย่างมีขอบเขตจำกัด หรือแทบจะไม่มีเลย เป็นวิธีการหนึ่งที่จะช่วยให้นักเรียนแก้ปัญหา สอดคล้องกับ บุญชม ศรีสะอาด (2553: น. 65) ได้กล่าวว่าการสอนแบบค้นพบความรู้ คือ วิธีการสอนที่ผู้เรียนค้นพบคำตอบ หรือความรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนจะสร้างสถานการณ์ในรูปแบบที่ผู้เรียนจะเผชิญกับปัญหา ในการแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะใช้ข้อมูล และปฏิบัติในลักษณะตรงกับธรรมชาติของวิชาและปัญหานั้น จึงเป็นวิธีการสอนที่เน้นกระบวนการ และสอดคล้องกับ สุมิตร คุณานุกร (2523: น. 141) ได้ให้ความหมายว่า การสอนแบบค้นพบเป็นการสอนที่ผู้เรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง ภายใต้การดูแลและการแนะนำของครู วิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำได้โดยการถกเถียงปัญหาต่าง ๆ ในกลุ่มย่อย เพื่อหาแนวทางการแก้ปัญหาที่เป็นประเด็นอยู่ หรืออาจเป็นการศึกษาค้นคว้าส่วนบุคคล เพื่อทำรายงานเกี่ยวกับปัญหาใดปัญหาหนึ่ง หรืออาจวางโครงการในการปฏิบัติต่าง ๆ และ Paul R. Traften ได้ให้ความหมายของการสอนโดยวิธีการค้นพบว่า การสอนโดยวิธีค้นพบหมายถึงการแนะนำให้เด็กค้นพบหลักการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองโดยวิธีอุปมา การสอนตามวิธีนี้ ครูจะเป็นผู้ตั้งคำถามซักถามเด็กในด้านต่าง ๆ เพื่อนำเด็กสู่การแก้ปัญหาและค้นพบสิ่งที่ต้องการจะรู้ด้วยตนเอง (โสภณ บำรุงสงฆ์, 2540: น.25) อีกทั้งยุพิน พิพิธกุล (2554: น.1-12) ได้ให้ความหมายของวิธีการสอนแบบค้นพบไว้ 2 ประการ ดังนี้

2. เป็นวิธีการสอนที่ให้ผู้เรียนพบปัญหาหรือสถานการณ์ แล้วให้ผู้เรียนแสวงหาวิธีแก้ปัญหานั้น ผู้สอนให้ผู้เรียนพิจารณาผลที่เกิดขึ้น โดยผู้สอนไม่ได้คาดหวังว่าผู้เรียนจะได้ค้นพบดังที่ผู้สอนต้องการเสมอไป การค้นพบแบบนี้จึงเน้นที่กระบวนการค้นพบไม่ได้เน้นที่ผลของการค้นพบ

2. เป็นวิธีการที่เน้นไปที่ผู้เรียนว่าต้องการให้ค้นพบอะไร เช่น กฎ สูตร หรือ นิยาม ผู้เรียนจะสามารถสรุปมโนคติหรือความคิดรวบยอดได้ การค้นพบแบบนี้เกิดขึ้นโดยวิธีการสอนแบบอุปนัยและนิรนัย วิธีการใดก็ตามที่ผู้เรียนสามารถสรุปหรือกำหนดนัยทั่วไป (Generalization) ได้ก็เรียกว่าการค้นพบ

3.1 ลักษณะการสอนโดยวิธีการค้นพบ

วิธีสอนแบบค้นพบเป็นวิธีการสอนที่ต้องการให้นักเรียนค้นพบกฎเกณฑ์ ข้อสรุปนัยทั่วไปได้ด้วยตนเองวิธีสอนแบบค้นพบแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ คือ

1. การค้นพบด้วยตนเองของนักเรียนเป็นรายบุคคลโดยครูยกตัวอย่างหลาย ๆ ตัวอย่างแล้วให้นักเรียนสังเกตจากตัวอย่างเหล่านั้นจนกระทั่งนักเรียนมองเห็น แบบรูป (pattern) และสามารถสรุปนัยทั่วไป (generalization) ได้ด้วยตนเอง

2. การค้นพบโดยการแนะนำ (guideddiscovery) ของครูซึ่งการสอนด้วยวิธีนี้มีมาตั้งแต่สมัยของ พลาโต (Plato) โดยเรียกวิธีสอนแบบนี้ว่า วิธีสอนแบบโซเครติค (The Socratic Method) ซึ่งเป็นวิธีสอนที่ใช้การตอบโต้ซักถามระหว่างครูกับนักเรียนและการแนะแนวทางของครูผู้สอนจนนักเรียนสามารถสรุปกฎเกณฑ์ได้

3. การค้นพบโดยกลุ่มหรือคณะหรือทีม (TeamLearning) โดยนักเรียนร่วมมือกันปรึกษาหารือกันค้นพบคำตอบที่ต้องการซึ่งอาจจะใช้การลงมือปฏิบัติทดลอง ถ้าครูได้เตรียมการสอนอย่างดีเยี่ยมสำหรับการสอนแบบค้นพบก็จะเป็น การเสริมสร้างความเป็นนักคิดให้กับนักเรียน Davidson (1971) ได้กล่าวว่า “นักเรียนเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยการทำคณิตศาสตร์” และกลุ่มของนักเรียนจะเป็นแรงผลักดันให้สมาชิกในกลุ่มช่วยกันคิดนักเรียนก็จะเกิดความภาคภูมิใจในสิ่งที่ตนคิดขึ้นได้ ดังนั้น ครูจึงควรจัดกิจกรรมการสอนแบบค้นพบอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้นักเรียนเกิดความเคยชินในการใช้ความคิด Bruner(1960) ได้ศึกษาพบว่าการสอนแบบค้นพบช่วยเสริมสร้างสติปัญญา และแรงจูงใจให้เกิดขึ้นกับนักเรียน ทำให้นักเรียนมีกำลังใจในการเรียนเพราะรางวัลที่ได้ก็คือสิ่งที่นักเรียนค้นพบด้วยตนเองลักษณะการสอนโดยวิธีการค้นพบ โดยมีลักษณะการสอนที่หลากหลาย (โสมถน บำรุงสงฆ์, 2540: น.25-26) ได้ดังนี้

- 1.นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง
- 2.นักเรียนได้ใช้ความพยายามคิดหาคำตอบได้หลาย ๆ วิธี โดยอาศัยความรู้ความเข้าใจ และความคิดรวบยอดในทางคณิตศาสตร์ที่มีอยู่เดิม
- 3.นักเรียนได้มีโอกาสใช้ความคิด สังเกตความสัมพันธ์และทดลองหลาย ๆ อย่างจนพบคำตอบ
- 4.นักเรียนจะเกิดความอยากรู้อยากเห็น อยากรลงมือกระทำเพราะปัญหาช่วยและทำทำาย
- 5.นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้พบกฎเกณฑ์และกระบวนการของคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง และจะมี ความเข้าใจคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนอย่างลึกซึ้ง
- 6.เมื่อนักเรียนได้พบหลักเกณฑ์และกระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง ก็ย่อมสามารถนำเอาความรู้ความเข้าใจไปใช้ในการเรียนเรื่องอื่น ๆ ได้ดี
- 7.การสอนโดยการค้นพบส่งเสริมให้เด็กลงมือกระทำจริง ๆ เป็นการสร้างความเข้าใจให้แก่ นักเรียน
- 8.ผู้เรียนได้รับการส่งเสริมให้ค้นพบความคิดใหม่ ๆ ด้วยตนเอง จึงทำให้เกิดความพอใจ ความมั่นใจในการเรียน มีความอยากรู้อยากเรียนต่อไปอีก

9. การสอนโดยวิธีการค้นพบส่งเสริมความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ให้แก่นักเรียน

10. ครูทำหน้าที่เพียงเป็นผู้แนะให้แก่ นักเรียนตามความจำเป็น และยอมให้เด็กคิดตามวิธีของนักเรียนเองจนกระทั่งพบคำตอบ

3.2 ขั้นตอนต่าง ๆ ในการสอนโดยวิธีการค้นพบ

การสอนโดยวิธีการค้นพบนี้ จะเห็นได้ว่านักเรียนได้รับการส่งเสริมให้เป็นผู้กระทำมากกว่าการสอนโดยวิธีเดิม ซึ่งนักเรียนจะเป็นผู้รับ (Passive) มากกว่า ดังนั้นการสอนโดยวิธีการค้นพบจึงเป็นวิธีการสอนที่เปิดโอกาสให้เด็กคิดลงมือกระทำ (โสภณ บำรุงสงฆ์, 2540: น.26)

1. พิจารณาและสำรวจปัญหาเพื่อทำความเข้าใจปัญหา
2. ตั้งสมมติฐาน (Hypothesis) ที่จะใช้แก้ปัญหา
3. ทดลองและรวบรวมข้อมูลที่ใช้แก้ปัญหา
4. เลือกวิธีการแก้ปัญหาที่ได้ทดลองแล้ว
5. ตัดวิธีแก้ปัญหาที่อาจจะไม่พิสูจน์ให้เห็นจริงได้ออกไป

3.3 หน้าที่ของครูในการสอนโดยวิธีการค้นพบ

ซึ่งเป็นหน้าที่ที่สำคัญของการสอนโดยวิธีการค้นพบ (โสภณ บำรุงสงฆ์, 2540: น.25)
โดยหน้าที่ดังนี้

1. เตรียมคำถาม ปัญหาไว้มาก ๆ สำหรับป้อนให้กับนักเรียนเพื่อที่จะนำผู้เรียนไปสู่การค้นพบ
2. หาวิธีกระตุ้นและยั่วยุให้ผู้เรียนคิดหาเหตุผล
3. ส่งเสริมให้โอกาสผู้เรียนค้นหาคำตอบและให้อธิบายถึงวิธีการหาคำตอบ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนช่วยกันวิพากษ์วิจารณ์คำตอบของกันและกัน เพื่อจะเป็นทางไปสู่คำตอบที่ต้องการ
5. ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างเสรี และให้โอกาสผู้เรียนทดลองวิธีการคิดให้แก่เพื่อน ๆ ฟัง
6. ครูทำหน้าที่เป็นผู้แนะนำให้ผู้เรียนคิดและช่วยระดมความคิดกับความรู้เดิมของผู้เรียนเข้าด้วยกัน
7. ช่วยผู้เรียนขัดเกลาข้อสรุปและกฎเกณฑ์ให้รัดกุมยิ่งขึ้น
8. ทำหน้าที่คอยดูแล และคอยเร่งเร้าให้ผู้เรียนไปสู่แนวทางเดิม

3.4 ข้อดีและข้อจำกัดของการสอนโดยวิธีการค้นพบ

ไม่ว่าจะเป็นการสอนวิธีการใด ๆ ก็ตามย่อมจะมีทั้งข้อดีและข้อเสีย เว้นแต่วิธีใดวิธีใดจะมีข้อดีมากกว่ากัน การสอนโดยวิธีการค้นพบ (Discovery Method) นี้ ถึงแม้ว่าจะเป็นที่ยอมรับ

ว่าเป็นวิธีที่ดีที่สุดสำหรับการสอนคณิตศาสตร์ในปัจจุบันก็ยังมีทั้งข้อดีและข้อเสียอยู่บ้าง ซึ่งแยกเป็นข้อดีและข้อเสียได้ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2553: น.66)

ข้อดี ช่วยให้นักเรียนสามารถจดจำบทเรียนกฎเกณฑ์และสูตรต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ เพราะนักเรียนสามารถค้นพบได้ด้วยตนเอง จึงทำให้สามารถจดจำได้นาน ช่วยให้นักเรียนเป็นนักแก้ปัญหาที่ดีเพราะการค้นพบช่วยฝึกนักเรียนให้เป็น คนช่างคิดช่างสังเกตรวบรวมข้อมูลเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาได้ดีขึ้นนักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนคณิตศาสตร์มีความสุขสนุกสนานกับการเรียน เพราะได้มีโอกาสค้นคว้าทดลองด้วยตนเอง และนักเรียนสามารถนำความรู้ที่ได้จากการค้นพบไปใช้ในการแก้ปัญหาอื่น ๆ ได้

ข้อจำกัด เสียเวลาในการเตรียมการสอนมากเป็นวิธีที่เหมาะสมกับนักเรียนที่มีความสามารถในระดับสูงและมีความรู้พื้นฐานใกล้เคียงกัน เพราะถ้านักเรียนมีระดับสติปัญญาแตกต่างกันมาก นักเรียนบางคนอาจชอบคิด และนักเรียนบางคนอาจไม่ชอบคิด จึงไม่เหมาะกับนักเรียนที่เรียนได้ช้าเพราะนักเรียนจะเกิดความสับสนวุ่นวายอึดอัด เนื่องจากไม่สามารถคิดได้

นอกจากวิธีการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหาวิชาตามที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นในการจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญหรือเน้นให้ผู้เรียนเป็นศูนย์กลางจึงควรคำนึงถึงความสำคัญในเรื่องต่อไปนี้

1. การเรียนรู้อย่างมีความสุข เป็นการจัดการเรียนการสอนในบรรยากาศที่เป็นอิสระ แต่มีระเบียบวินัยในตนเองยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคล ผู้เรียนมีวิธีการเรียนรู้ที่หลากหลายหลายส่งเสริมให้ผู้เรียนประสบความสำเร็จในการเรียนเกิดความภาคภูมิใจในผลงานอันเกิดจากความสำเร็จในการเรียนรู้ของตน และผู้เรียนได้พัฒนาตนเองตามศักยภาพ แนวทางการจัดการเรียนการสอนคือ บทเรียนที่มีความหมายและเป็นประโยชน์ต่อผู้เรียน กิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลายผู้เรียนสามารถปฏิบัติกิจกรรมได้ด้วยตนเองมีสื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับความสามารถและน่าสนใจการประเมินผลมุ่งเน้นศักยภาพของผู้เรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มผู้สอนกับผู้เรียน และผู้เรียนกับผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกัน

2. การเรียนรู้แบบองค์รวมเป็นการเรียนรู้จากการบูรณาการสาระการเรียนรู้และกระบวนการเรียนรู้เข้าด้วยกันสาระการเรียนรู้จากเรื่องใกล้ตัวที่อยู่อาศัยท้องถิ่นของตนสังคมประเทศชาติสิ่งแวดล้อมเรื่องของสังคมโลกการเรียนรู้แบบองค์รวมเป็นการบูรณาการความรู้ ความเข้าใจเรื่องที่เรียนให้ลึกซึ้งครอบคลุมปัญหาและมีความหมายต่อการนำไปใช้ในการดำรงชีวิตและการแก้ปัญหาของสังคม

3. การเรียนรู้จะต้องปรับตัวพัฒนาธรรมชาติการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะต้องมีลีลาการเรียนรู้ (Learning Style) ของตนมีอิทธิพลในการเรียนรู้ มีความรับผิดชอบสูงมีวินัยในตนเอง หากการเรียนรู้โดยยึดผู้เรียนเป็นสำคัญผู้เรียนขาดระเบียบวินัยขาดความเข้มแข็งด้านจริยธรรม ขาดความรับผิดชอบต่อตนเองขาดความอดทนขาดความมุ่งมั่นต่อความสำเร็จและขาดวินัยในการปฏิบัติงาน การเรียนการสอนย่อมล้มเหลว ดังนั้นครูจึงต้องปลูกฝังและสร้างวินัยในตนเองควบคู่ไปกับวิธีการเรียนรู้

4. การเรียนรู้จากการคิดและการปฏิบัติจริงเป็นการเรียนรู้โดยการประมวลข้อมูลความรู้จากประสบการณ์ต่าง ๆ มาวิเคราะห์ให้เป็นความรู้ใหม่ วิธีการใหม่ เพื่อนำความรู้และวิธีการไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสมสอดคล้องกัน ผู้เรียนจะแสวงหาข้อมูลจากการอ่าน การสัมภาษณ์ การฟัง แล้วจัดบันทึกข้อมูลนำมาวิเคราะห์คิดอย่างรอบคอบและนำความรู้ไปปฏิบัติจริงเป็นการเรียนรู้จากประสบการณ์ตรงจากแหล่งเรียนรู้สื่อเหตุการณ์และ สิ่งแวดล้อมรอบตัวนำมาสรุปผลสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง

5. การเรียนรู้ร่วมกับบุคคลอื่นเป็นการเรียนรู้ที่มีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลอื่นด้วยการแลกเปลี่ยนข้อมูลความรู้ความคิดและประสบการณ์ซึ่งกันและกันด้วยการนำข้อมูลมาศึกษาทำความเข้าใจร่วมกันคิดวิเคราะห์ตีความสังเคราะห์ข้อมูลและประสบการณ์ สรุปเป็นข้อ ความรู้ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่หลากหลายมีการช่วยเหลือเกื้อกูลกัน เป็นการปลูกฝังคุณธรรมการอยู่ร่วมกัน และการทำงานร่วมกันทำให้พัฒนาทั้งทักษะทางสังคมและทักษะการทำงานที่ดี

6. การเรียนรู้โดยมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนและมีส่วนร่วมในผลงานเป็นการให้ผู้เรียนเรียนรู้ร่วมกัน วางแผนการเรียนรู้ และปฏิบัติกิจกรรมการเรียนรู้ร่วมกัน เช่น การจัดนิทรรศการการเขียนความรู้เป็นบทความหรือจัดทำสมุดวิเคราะห์ความรู้จัดทำแผนภูมิการรายงานหน้าชั้น การอภิปรายความรู้การแสดงบทบาทสมมุติและการแสดงละคร ฯลฯ ผู้เรียนจะเกิดการเรียนรู้ทักษะกระบวนการทำงานแบบมีส่วนร่วมมีความเป็นประชาธิปไตย รู้จักบทบาท หน้าที่ แบ่งความรับผิดชอบ ปรึกษาหารือ ติดตามผล ประเมินผลงานและบูรณาการความรู้จากหลายวิชา

7. การเรียนรู้กระบวนการเรียนรู้เป็นการเรียนรู้ลีลาการเรียนรู้ และความถนัดในการเรียนของตนเองผู้เรียนจะรู้กระบวนการเรียนรู้จากการที่ผู้สอนเปิดโอกาสและจัดสถานการณ์ให้ศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองเป็นรายบุคคลและรายกลุ่มเกิดการศึกษาวินิจฉัยและสรุปผลการเรียนรู้เพื่อนำไปใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้ต่อไป

8. การเรียนรู้เพื่อนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพเป็นการนำความรู้ที่ได้จากการเรียน เช่น ทักษะการสื่อสาร ทักษะการแสวงหาความรู้

ทักษะการปฏิบัติงาน ทักษะการวิเคราะห์ ทักษะการสังเคราะห์ ทักษะการจัดการ ทักษะการดำเนินชีวิต และการมีมนุษยสัมพันธ์มาประยุกต์ใช้ในการดำเนินชีวิตและการประกอบอาชีพ

3.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องวิธีการสอนแบบค้นพบ

วณิสา นิรมาณ (2545) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบเรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” มีประสิทธิภาพเท่ากับ 85.10/85.67 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด ทั้งนี้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภายหลังได้รับการเรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบมัลติมีเดียโดยวิธีการค้นพบ เรื่อง “ฟังก์ชันตรีโกณมิติ” ของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01 นักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-อังกฤษ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญ .01 รวมถึงความพึงพอใจของนักเรียนแผนการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ และนักเรียนแผนการเรียนคณิตศาสตร์-อังกฤษ อยู่ในระดับมาก

ชีราพร ภูตระกูล (2546) ได้ศึกษาผลการใช้วิธีสอนแบบค้นพบที่เน้นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 พบว่า นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบที่เน้นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติ นักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบค้นพบที่เน้นเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมีความคงทนในการเรียน และนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้วิธีสอนแบบปกติไม่มีความคงทนในการเรียน

สมพร กองบุญมา และนวลศรี ชานาญกิจ (2557) ได้ศึกษาผลการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคงทนในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือจำนวนร้อยละ 86.66 ของนักเรียนทั้งหมดมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 ของ คะแนนเต็ม อีกทั้งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการสอนแบบค้นพบร่วมกับเทคนิคการเรียนแบบร่วมมือมีความคงทนในการเรียนรู้

4. สื่อมัลติมีเดีย

4.1 ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย

ศิริกา อมรรัตนานูเคราะห์ (2544: 12) ให้ความหมายของ สื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้เทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์นำเสนอสื่อต่าง ๆ ในลักษณะการผสมผสานระหว่างการทำงานของเสียง ภาพเคลื่อนไหว ภาพนิ่งไฮเปอร์เท็กซ์และวีดิทัศน์ จึงเชื่อว่าช่วยทำให้ประสิทธิภาพในการเรียนรู้เพิ่มขึ้น

ศิริอร มโนธยา (2546: 14) ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิดโดยสื่อ หลายชนิดนี้จะทำงานผสมผสานกันเพื่อให้สื่อที่ออกมาเป็นสื่อที่มีการเรียนรู้ได้หลากหลาย สามารถสื่อความคิดไปสู่ผู้อื่นได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งมีการปฏิสัมพันธ์หรือโต้ตอบกันได้เป็นการเชื่อมโยงทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน

ณัฐภณ สุขเมธอธิตม (2554: 7) ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ในการสื่อความหมายโดยการผสมผสานสื่อหลายชนิดเข้าด้วยกัน เช่น ข้อความ กราฟิกภาพเคลื่อนไหว เสียง วีดิทัศน์ และระบบโต้ตอบกับผู้ใช้ (Interactive) เพื่อสร้างความสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้น

สลอสส์ (Sloos, 1997: 25) ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้สื่ออย่างหลากหลายโดยการมองเห็นและการฟังโดยเน้นเพื่อการสื่อสารข้อมูล

ฮอลคอมบ์ (Holcomb, 1992: 12) ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง เทคโนโลยีอย่างหนึ่งที่ทำหน้าที่ในการผสมผสานสิ่งที่เป็นข้อความ กราฟิก ภาพเคลื่อนไหว เสียงดนตรี วีดิทัศน์ในการนำเสนอ โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม

วูก์ฮัน (Vaughan, 1993: 5) ให้ความหมายของสื่อมัลติมีเดีย ว่าหมายถึง การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายโดยผสมผสานสื่อหลายชนิด เช่น ข้อความ ภาพศิลป์ เสียง ภาพเคลื่อนไหวที่สร้างด้วยคอมพิวเตอร์ และภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายจากของจริง

สรุปได้ว่า สื่อมัลติมีเดีย คือ การนำองค์ประกอบของสื่อชนิดต่าง ๆ ซึ่งประกอบด้วย ตัวอักษร (text) ภาพนิ่ง (Image) ภาพเคลื่อนไหว (Animation) เสียง (Sound) และวีดิทัศน์ (Video) โดยผ่าน กระบวนการทางระบบคอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายกับผู้ใช้อย่างมีปฏิสัมพันธ์ (Interactive) มา ผสมผสานเข้าด้วยกันเพื่อสร้างความสนใจและเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนรู้ให้มากยิ่งขึ้นและเชื่อมโยงทฤษฎีและการปฏิบัติเข้าด้วยกัน

4.2 ลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย

บุปผชาติ ทัพทิกธรร และคณะ (2544: น.14) กล่าวถึงลักษณะของสื่อมัลติมีเดียว่า ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ ๆ ได้แก่ อักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์และการมีปฏิสัมพันธ์ ซึ่งต้องมีการนำความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีมาบูรณาการเข้ากับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้ และจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อส่งทอดไปยังผู้เรียนให้สามารถควบคุมลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เลือกเนื้อหาการเรียนกิจกรรมการเรียนตรวจสอบความก้าวหน้าและทดสอบความรู้ได้ด้วยตนเอง

พรธนิภา แก้วเกิดสี (2550: น.9) กล่าวว่า ลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย คือ การนำข้อมูล รูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วีดิโอ เสียง และข้อความมาออกแบบและเชื่อมโยงให้สอดคล้องกันเพื่อเป็นองค์ประกอบในการสื่อสารและการให้ประสบการณ์เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ ซึ่งมีลักษณะเป็นการสื่อสารสองทางที่อาจช่วยในการสอนหรือสอนเสริมได้โดยผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองหรือเรียนเป็นกลุ่มย่อย 2-3 คนได้

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2555: น.3-5) กล่าวถึงลักษณะของสื่อมัลติมีเดียว่า มีอยู่ 2 ลักษณะ คือ สื่อมัลติมีเดียเชิงพื้นฐาน (Basic Multimedia) ที่เป็นการนำเอาสื่อหลายประเภทมาใช้ร่วมกัน เช่น การ นำเอาวีดิทัศน์ มาประกอบการบรรยายของผู้สอนโดยมีสื่อสิ่งพิมพ์ประกอบด้วยหรือการสอนด้วยสื่อประสมในรูปของชุดการสอน (Instructional Package) และสื่อมัลติมีเดียเชิงโต้ตอบ (Interactive Multimedia) ที่เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ในการนำเสนอสารสนเทศรูปแบบต่าง ๆ ทั้งตัวอักษรรูปภาพทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหวเสียงประกอบโดยจะกระทำใน 3 ลักษณะ คือ การนำเสนอสารสนเทศ การผลิตเพิ่มสื่อประสม และการเป็นสื่อเครือข่ายลักษณะ e-learning

Frater และ Paulissen (1994: P.14-16) กล่าวว่า ลักษณะของบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียที่สามารถเชื่อมโยงทฤษฎีกับการปฏิบัติเข้าด้วยกัน คือต้องให้โอกาสผู้เรียนฝึกทดลองปฏิบัติในบรรยากาศที่สบายใจเปลี่ยนผู้เรียนจากสภาพเชิงรับ (Passive) มาเป็นเชิงรุก (Active) โดยการนำอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว และการมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับโปรแกรมคอมพิวเตอร์ผ่านเมนูและเกมต่าง ๆ

Shon (1997: 5124) กล่าวว่าลักษณะของสื่อมัลติมีเดียควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. สรุปการนำเสนอในตอนท้ายของการสอน
2. กำหนดให้มีการป้อนกลับข้อมูลอย่างเพียงพอ
3. กำหนดให้มีภาพที่หลากหลายเป็นภาพที่ปรากฏขึ้นพร้อม ๆ กัน ทำให้การสอนมีปฏิสัมพันธ์ กำหนดไอคอนให้เพียงพอสำหรับการทำงานได้จริง

4. ใช้เสียงช่วยให้น่าสนใจ

สรุปได้ว่า ลักษณะของสื่อมัลติมีเดีย คือ การนำข้อมูลรูปแบบต่าง ๆ เช่น ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว วิดีโอ เสียง และข้อความ มาออกแบบและเชื่อมโยงให้สอดคล้องกัน ใน 2 ลักษณะ คือ สื่อมัลติมีเดียพื้นฐาน กับสื่อมัลติมีเดียเชิงโต้ตอบ โดยให้โอกาสผู้เรียนฝึกทดลอง ปฏิบัติในบรรยากาศ ที่สบายใจเปลี่ยนผู้เรียนจากสภาพเชิงรับ (Passive) มาเป็นเชิงรุก (Active) ผ่านเมนูและเกมต่าง ๆ ทั้งนี้ควรมีการสรุปนำเสนอในตอนท้ายของการสอน มีการป้อนกลับข้อมูล อย่างเพียงพอ ใช้ภาพและไอคอนที่หลากหลายรวมถึงการใช้เสียงช่วยให้เกิดความน่าสนใจ

4.3 องค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดีย

องค์ประกอบของสื่อมัลติมีเดียมีส่วนสำคัญประกอบด้วย ตัวอักษร เสียง ภาพนิ่ง ภาพเคลื่อนไหว ภาพวีดิทัศน์และการมีปฏิสัมพันธ์ (Holcomb, 1992: 26) ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. ตัวอักษร เป็นองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญในการเขียนโปรแกรมมัลติมีเดีย โปรแกรมประยุกต์ส่วนมากจะมีตัวอักษรให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเลือกได้หลายแบบและสามารถที่จะเลือกสีของตัวอักษร ขนาดของตัวอักษรได้ตามต้องการ นอกจากนี้ยังใช้ตัวอักษรเพื่อเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์หรือที่เรียกว่า ไฮเปอร์เท็กซ์ (Hypertext) เช่น การคลิกที่ตัวอักษรเพื่อเชื่อมโยงไปยังที่ต่าง ๆ การจัดเป็นลักษณะเมนู (Menu) เพื่อให้ผู้ใช้เลือกข้อมูลที่จะศึกษา

2. เสียง ในสื่อมัลติมีเดียจะอยู่ในรูปข้อมูลดิจิทัลและสามารถเล่นซ้ำได้จาก เครื่องคอมพิวเตอร์ การใช้เสียงในสื่อมัลติมีเดียเพื่อนำเสนอข้อมูลหรือสร้างสภาพแวดล้อมที่น่าสนใจยิ่งขึ้น เช่น เสียงหัวใจเต้น เสียงน้ำไหล เป็นต้น เสียงสามารถใช้เสริมตัวอักษรหรือนำเสนอ วัสดุที่ปรากฏ บนจอภาพได้เป็นอย่างดี เสียงใช้ร่วมกับโปรแกรมประยุกต์สามารถบันทึกเป็นข้อมูลแบบดิจิทัลจาก ไมโครโฟน แผ่นซีดีเสียง เทปเสียง และวิทยุได้

3. ภาพนิ่ง เป็นภาพกราฟิกที่ไม่มีการเคลื่อนไหว เช่น ภาพถ่าย ภาพวาด เป็นต้น ภาพนิ่งมีบทบาทต่อสื่อมัลติมีเดียมาก เนื่องจากภาพจะให้ผลในการเรียนรู้ด้วยการมองเห็นไม่ว่าจะเป็นการ์ตูนโทรทัศน์ หนังสือ วารสาร เป็นต้น จะมีภาพนิ่งเป็นองค์ประกอบเสมอ

4. ภาพเคลื่อนไหว คือ การเคลื่อนไหวของภาพนิ่งในลักษณะต่าง ๆ เพื่อให้ทำให้เกิดความน่าสนใจหรือทำให้เกิดความเข้าใจได้ง่ายขึ้น เช่น การเต้นของหัวใจ การทำงานของลูกสูบ ภาพเคลื่อนไหวมีขอบเขตตั้งแต่การสร้างภาพนิ่งด้วยกราฟิกอย่างง่าย จากนั้นใช้โปรแกรมสร้าง ภาพเคลื่อนไหวทำให้ภาพนิ่งนั้นเคลื่อนไหวได้ตามต้องการ

5. ภาพวีดิทัศน์ การใช้สื่อมัลติมีเดียในอนาคตจะเกี่ยวข้องกับการนำเอาภาพวีดิทัศน์ซึ่งอยู่ในรูปของดิจิทัลรวมเข้ากับโปรแกรมประยุกต์นำเสนอในลักษณะที่เรียกว่า ดิจิตอลวีดิโอ (Digital Video) โดยคุณภาพของดิจิทัลวีดิโอจะทัดเทียมกับภาพที่เห็นจากจอโทรทัศน์ ดังนั้นดิจิทัลวีดิโอและเสียงจึงเป็นส่วนที่ผนวกเข้ากับการนำเสนอ และสามารถนำเสนอได้ทันทีผ่านจอคอมพิวเตอร์ และเสียงออกทางลำโพงโดยผ่านการ์ดเสียง (Sound Card)

6. การเชื่อมโยงแบบปฏิสัมพันธ์ หมายถึง การที่ผู้ใช้สื่อมัลติมีเดียสามารถเลือกข้อมูลได้ตามความต้องการโดยใช้ตัวอักษรหรือปุ่มในการเชื่อมโยง ซึ่งนับได้ว่าเป็นคุณสมบัติที่โดดเด่นกว่าสื่อประเภทอื่น ๆ

4.4 ขั้นตอนการพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย

ในการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียมีขั้นตอนตามส่วนผสม 3P คือ ขั้นตอนการเตรียมสร้างสื่อมัลติมีเดีย (pre-production) ขั้นตอนการสร้างสื่อมัลติมีเดีย (production) และขั้นตอนหลังการสร้าง สื่อมัลติมีเดีย (post-production) (บัณฑิต พลเพียร, 2550: น.20-21) ขั้นตอนการเตรียมสร้างสื่อ มัลติมีเดีย เป็นขั้นตอนแรกในกระบวนการผลิตสื่อมัลติมีเดีย เริ่มตั้งแต่การเตรียมเนื้อเรื่องให้เป็นภาพคร่าว ๆ การวางแผนกลยุทธ์ การเตรียมงบประมาณและทรัพยากรต่าง ๆ ที่ต้องใช้ในการทำงาน การวางแผนคิดและการพัฒนาแนวคิดการวางหัวข้อเรื่อง การกำหนดเรื่องราว การเขียนบท การออกแบบ ลักษณะของตัวละคร การกำหนดทิศทางการศิลปะ และการสร้างสตอรี่บอร์ด (Storyboard)

ขั้นตอนการสร้างสื่อมัลติมีเดีย เป็นขั้นตอนการลงมือสร้างจากสตอรี่บอร์ดที่เตรียมไว้ โดยเริ่มจากการจัดวางองค์ประกอบการเตรียมและทดสอบเสียง การกำหนดลักษณะของภาพที่ปรากฏ และการสร้างสื่อตามบทและองค์ประกอบต่าง ๆ ที่กำหนดไว้จนครบขั้นตอนหลังการสร้างสื่อมัลติมีเดีย เป็นขั้นตอนการปรับแต่งภาพและเสียง ตลอดจนใส่องค์ประกอบเพื่อความสมบูรณ์ เช่น ไตเติล เครดิต ปุ่มควบคุมการนำเสนอ เป็นต้น ขณะเดียวกันก็กำหนดรูปแบบว่าจะนำเสนอสื่อมัลติมีเดียที่สร้างขึ้นทางอินเทอร์เน็ตหรือการนำเสนอในรูปแบบไฟล์วีดิโอตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้

สรุปได้ว่า สื่อมัลติมีเดีย คือ การใช้คอมพิวเตอร์เพื่อสื่อความหมายโดยผสมผสานสื่อหลาย ชนิด เช่น ข้อความ ภาพศิลป์ เสียง ภาพเคลื่อนไหวที่สร้างด้วยคอมพิวเตอร์ และภาพวีดิทัศน์ที่ถ่ายจากของจริง เป็นต้น โดยมีขั้นตอนการผลิตสื่อมัลติมีเดีย ประกอบด้วย ขั้นตอนการเตรียมสร้างสื่อมัลติมีเดีย ขั้นตอนการสร้างสื่อมัลติมีเดีย และขั้นตอนหลังการสร้างสื่อมัลติมีเดีย ความหมายของสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์

การใช้มัลติมีเดียโดยทั่วไป จะพิจารณาคุณสมบัติหลัก 2 ประการ คือ การควบคุมการใช้งาน และความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้

การควบคุมการใช้งานเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของระบบมัลติมีเดีย คือ ผู้ใช้ต้องสามารถควบคุมระบบและขั้นตอนการนำเสนอได้ง่ายไม่ซับซ้อน

ความสามารถในการปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ เป็นคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นมาพร้อม ๆ กับพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลจากผู้ใช้ไปประมวลผล เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการโต้ตอบหรือการประเมิน ซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมีประสิทธิภาพและน่าสนใจขึ้น

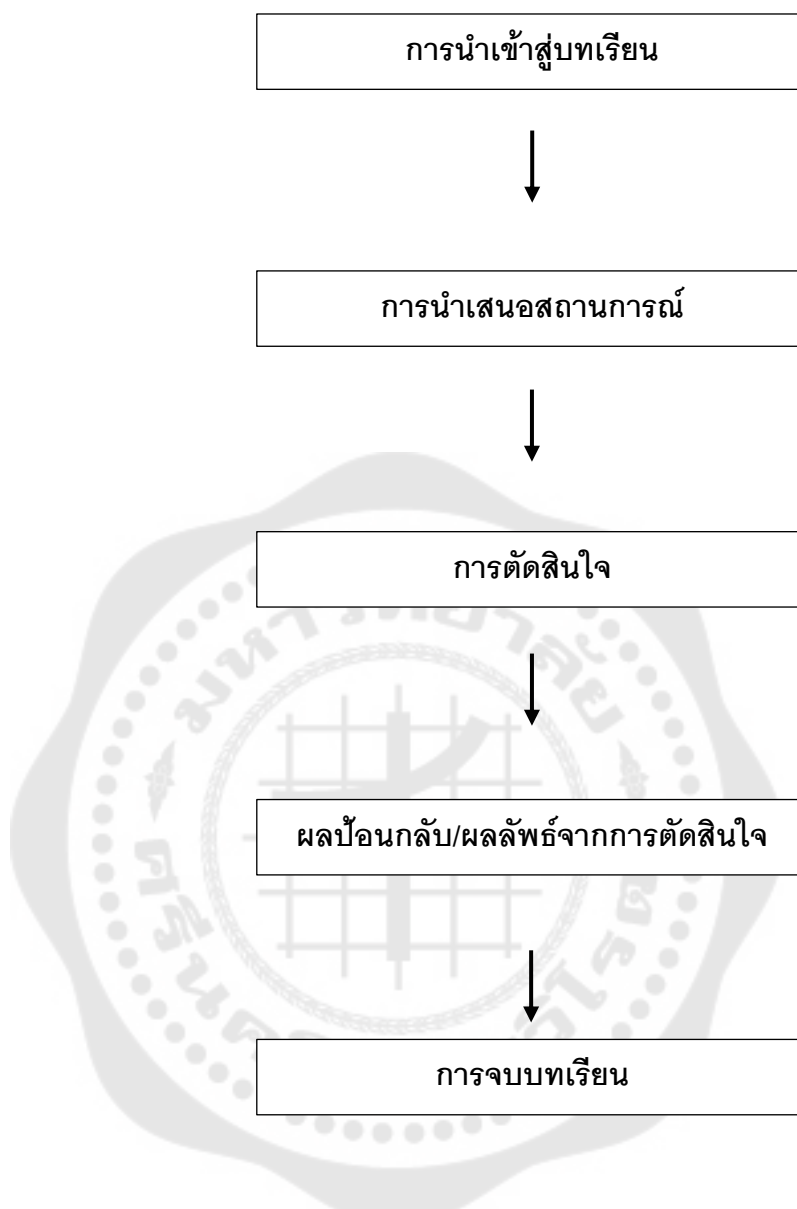
มัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ เป็นมัลติมีเดียที่เน้นการให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมการนำเสนองานเลือกเส้นทางเดิน (Navigation) การโต้ตอบ การให้ความรู้ และกิจกรรมที่มีในบทเรียนวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนการสอน และการฝึกอบรมเป็นหลัก หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในและนอกระบบโรงเรียน ในการออกแบบโปรแกรมผู้ออกแบบต้องนำความก้าวหน้า ด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์บูรณาการเข้ากับแนวคิด ทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อส่งทอดไปยังผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถควบคุมลำดับขั้นตอนการเรียนรู้ เลือกเนื้อหาการเรียน กิจกรรมการเรียน ตรวจสอบความก้าวหน้า และทดสอบความรู้ด้วยตนเอง ซึ่งเปรียบเทียบกับบทเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติที่มีครูเป็นศูนย์กลางและเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนการสอน จะเห็นได้ว่าการเรียนการสอนโดยใช้มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์มีจุดเด่นอยู่ที่การควบคุมกิจกรรมการเรียน การควบคุมเวลาเรียน และการปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนซึ่งจะส่งผลดีต่อการเรียนเป็นรายบุคคล และสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง

ปัจจุบันการออกแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ได้รับการพัฒนาบนระบบคอมพิวเตอร์เพียงระบบเดียว เนื่องจากความมีประสิทธิภาพที่เท่าเทียมกับนำมาต่อพ่วงร่วมกับระบบฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ทำให้มีความสะดวกในการทำงานด้านการเรียนการสอนในชั้นเรียน หรือการเรียนการสอนรายบุคคล ในวงการศึกษากลับไปเรียกชื่อประเภทนี้ว่า มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนการสอน (Interactive Multimedia Instruction) (เยาวลักษณ์ เตียรบรรจง, 2544: น.4-6)

4.5 ประเภทสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน

การใช้มัลติมีเดียเพื่อปฏิสัมพันธ์การเรียนรู้ในลักษณะของการใช้คุณสมบัติ มัลติมีเดียเป็นสิ่งเร้าเพื่อกระตุ้นให้ผู้ผู้ใช้โปรแกรมสนใจเนื้อหา เข้าใจบทเรียน และสร้างการ ตอบสนอง จนเกิดเป็นการเรียนรู้ขึ้นนั้น มีโมเดล (Model) หรือรูปแบบมัลติมีเดียเชิงปฏิสัมพันธ์อยู่ หลายรูปแบบที่ได้รับความนิยม และนำมาใช้ในระบบชั้นเรียน วัตถุประสงค์เพื่อให้ผู้ใช้ได้เรียนรู้ และพัฒนาตัวเองในทักษะด้านต่าง ๆ ซึ่งมีวิธีการนำโมเดลมัลติมีเดียไปใช้หลายรูปแบบทั้ง รายบุคคลและรายกลุ่ม ผู้ใช้มัลติมีเดียสามารถใช้เรียนรู้ควบคู่ไปกับความสนุกสนานที่เรียกว่า บันเทิงศึกษา (Edutainment) เป็นโปรแกรมมัลติมีเดียที่ประยุกต์ความบันเทิงเข้ากับความรู้ที่อยู่ใน รูปแบบการนำเสนอด้วยเกม หรือเสนอความรู้ในลักษณะอื่น ๆ ตามการสร้างสรรคของนัก ออกแบบและพัฒนา มัลติมีเดีย ทั้งนี้รูปแบบ (Model) ของสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ต่าง ๆ สามารถนำไปออกแบบและพัฒนาเพื่อสร้างแรงกระตุ้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเกิดการ ตอบสนอง ส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงทั้งด้านพฤติกรรมและกระบวนการคิดซึ่งสามารถแบ่งเป็น ประเภทต่าง ๆ ดังนี้ (ฟิลิกส์ ฌอน บัวกนก, 2564 น.141-160)

1.โปรแกรมฝึกหัด (Drill and Practice) โปรแกรมประเภทนี้ใช้สำหรับฝึกหัด ทบทวนบทเรียนที่ผ่านมา หรือเพื่อพัฒนาพัฒนาทักษะเฉพาะเรื่อง โดยคอมพิวเตอร์จะเสนอ บทเรียนในรูปแบบฝึกหัดหรือโจทย์ที่ละเอียดเปรียบเทียบคำตอบของผู้เรียนกับคำตอบที่ถูกต้อง ถ้าผู้เรียนตอบผิดในครั้งแรกคอมพิวเตอร์จะถามคำถามเดิม ถ้าครั้งที่สองยังตอบผิดอีก คอมพิวเตอร์จะเฉลยคำตอบแล้วนำเสนอแบบฝึกหัดหรือโจทย์ชุดใหม่ที่ผู้เรียนตอบในครั้ง นี้จะอย่างไรก็ตามคอมพิวเตอร์จะต้องบันทึกจำนวนคำถามหรือโจทย์ที่เสนอให้ผู้เรียนตอบ และ จำนวนคำตอบของผู้เรียนไว้เพื่อเป็นเกณฑ์ในการจัดบทเรียนให้เหมาะสมกับระดับความสามารถ ของแต่ละคน

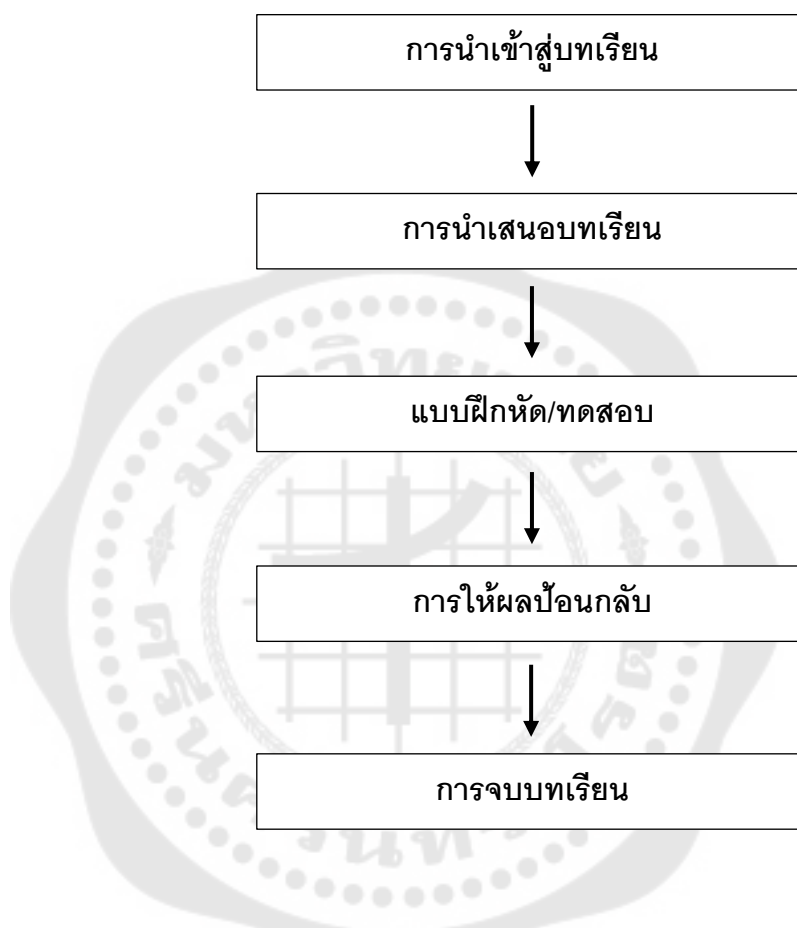


ภาพประกอบ 2 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบฝีกัด

ที่มา : ชุศรี ยินดีตระกูล, "การศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้ โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน"

2.โปรแกรมช่วยสอนเนื้อหา (Tutorial) โปรแกรมประเภทนี้ส่วนใหญ่ใช้สอนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์หรือมโนทัศน์ (Concept) ใหม่ ๆ คอมพิวเตอร์จะเสนอบทเรียน แล้วจึงทดสอบผู้เรียนด้วยคำถามแบบต่าง ๆ คอมพิวเตอร์ จะประเมินคำตอบผู้เรียนที่บันทึกไว้ทั้งหมด แล้วจึงเสนอเนื้อหาในบทเรียนต่อไป ขึ้นอยู่กับคำตอบผู้เรียนว่ามีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาที่สอนมาก

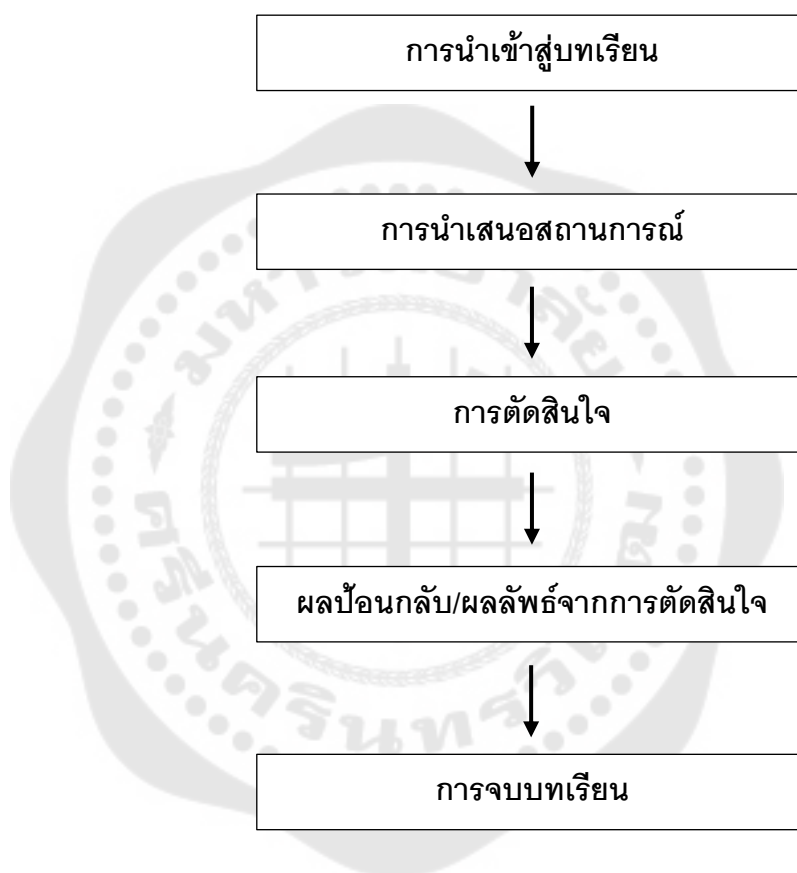
น้อยเพียงใด ข้อดีของโปรแกรมนี้คือ ผู้เรียนสามารถเลือกเรื่องเรียนได้ตามถนัด ตามความสามารถของตน เพราะลักษณะโปรแกรมจะออกแบบไว้ให้แยกเข้าออกจากเนื้อหาตอนต่าง ๆ ได้ตามต้องการ



ภาพประกอบ 3 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบช่วยสอนเนื้อหา

ที่มา : ชูศรี ยินดีตระกูล, “การศึกษการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”

3.โปรแกรมสถานการณ์จำลอง (Simulation) โปรแกรมประเภทนี้ จัดได้ว่ามีประโยชน์ และกระตุ้นความสนใจของผู้เรียนมากที่สุด เพราะเป็นการจำลองสถานการณ์จริงให้ผู้เรียนได้ศึกษาอย่างใกล้ชิด เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ใช้ทักษะในการตัดสินใจแบบต่าง ๆ และเห็นผลของการตัดสินใจนั้นได้ทันที โดยไม่ต้องเสี่ยงหรือเสียค่าใช้จ่ายมากนัก ช่วยให้เกิดการถ่ายโอนความรู้หรือความสามารถของผู้เรียนสร้างความพร้อมให้แก่ผู้เรียนก่อนลงมือปฏิบัติจริง



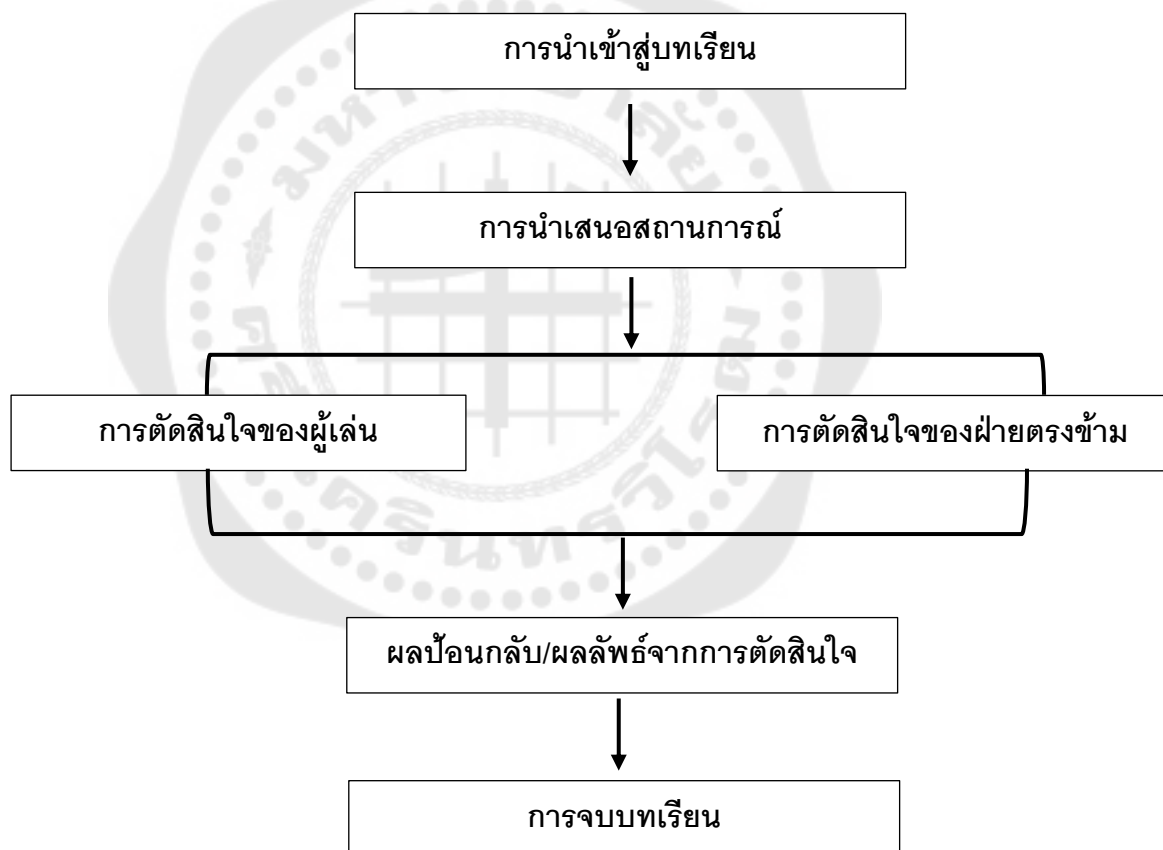
ภาพประกอบ 4 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเภทสถานการณ์จำลอง

ที่มา : ชุศรี ยินดีตระกูล, “การศึกษการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”

4. เกมการเรียนรู้การสอน (Instructional Game) เป็นการเรียนรู้จากการเล่น ช่วยให้ผู้เรียนได้เรียนรู้เกี่ยวกับหลักวิชาการที่ผู้เรียนไม่เคยได้เรียนมาก่อนทำให้ผู้เรียนได้เรียนรู้และความสนุกสนานพร้อม ๆ กัน เป้าหมายสำคัญ และมีส่วนที่เหมือนกับเกมทั่วไป คือ เป็นการแข่งขัยเพื่อนช่วยชนะ และนำไปสู่การเรียนรู้เกมการเรียนรู้การสอนมี 2 ประเภท คือ

1.1 เกมการแข่งขัน เป็นเกมที่มองแต่ในแง่การแข่งขัน สอนให้เป็นตัวของตัวเอง

1.2 เกมการร่วมมือ เป็นการแก้ปัญหาของกลุ่ม สอนการทำงานเป็นกลุ่ม เช่น เกมที่ต้องช่วยเหลือพึ่งพากัน ผู้เรียนแต่ละคนต้องมีความสามารถพิเศษแตกต่างกัน แต่มีเป้าหมายเดียวกัน คือ ช่วยให้ทุกคนอยู่รอด เกมการเรียนรู้การสอนสามารถนำมาใช้อย่างกว้างขวางในหลายสาขาวิชาไม่ว่าจะเป็นวิชาคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ หรือภาษาศาสตร์



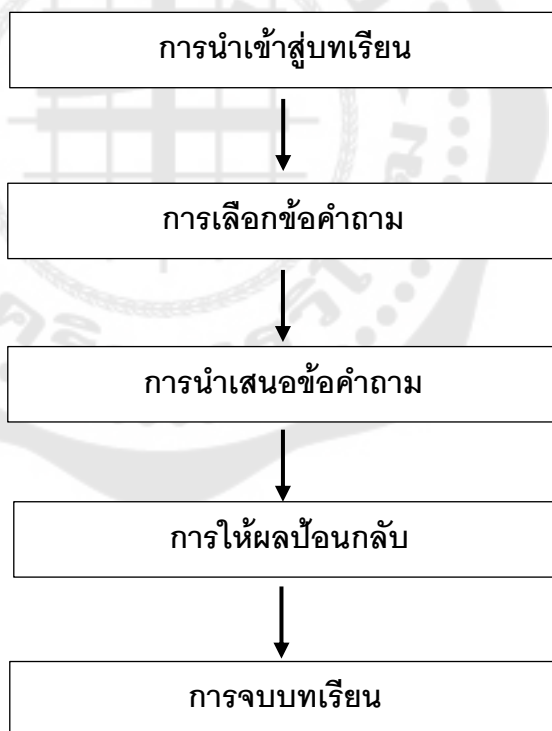
ภาพประกอบ 5 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทเกมการเรียนรู้การสอน

ที่มา : ชูศรี ยินดีตระกูล, “การศึกษาการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”

5. การสาธิต (Demonstration) เป็นวิธีการเรียนการสอนที่ดีวิธีหนึ่ง ที่ผู้สอนมักจะใช้เสมอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในรายวิชาคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ การแสดงแบบนี้ผู้สอนจะเป็นผู้แสดงให้ผู้เรียนดู เช่น แสดงขั้นตอนเกี่ยวกับทฤษฎีทางวิทยาศาสตร์ การสาธิตด้วยคอมพิวเตอร์ มีความคล้ายคลึงกับการสาธิตทั่ว ๆ ไป แต่มีความน่าสนใจ เนื่องจากสาธิตเครื่องคอมพิวเตอร์จะได้กราฟิกที่สวยงาม ทั้งสี และเสียงประกอบ

6. การทดสอบ (Test) การใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนมักจะรวมเอาการทดสอบเพื่อวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเข้าไว้ด้วย โดยคำนึงถึงหลักการต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. การสร้างข้อสอบ
2. การจัดการสอน
3. การตรวจให้คะแนน
4. การวิเคราะห์ข้อสอบเป็นรายข้อ
5. การสร้างคลังข้อสอบ และการจัดการให้ผู้สอบสุ่มข้อสอบเอง



ภาพประกอบ 6 แสดงโครงสร้างของสื่อปฏิสัมพันธ์ บทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบประเภทแบบทดสอบ

ที่มา : ชูศรี ยินดีตระกูล, “การศึกษการเปรียบเทียบวิธีการสอนแบบค้นพบและบอกให้รู้โดยใช้คอมพิวเตอร์ช่วยสอน”

7.การแก้ปัญหา (Problem Solving) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนประเภทนี้ จะเน้นให้ฝึกการคิด การตัดสินใจ โดยมีกำหนดเกณฑ์ แล้วผู้เรียนพิจารณาไปตามเกณฑ์ มีการให้คะแนนแต่ละข้อ เช่น การเลือกสูตรมาใช้แก้ปัญหา

8.บทสนทนา (Dialogue) เป็นการเรียนการสอนในห้องเรียน กล่าวคือ พยายามให้เป็นการพูดคุยระหว่างผู้สอนและผู้เรียน เพียงแต่แทนที่จะใช้เสียง อาจจะเป็นจอภาพ แล้วมีการสอนโดยใช้ภาพในการตั้งคำถาม ลักษณะในการใช้แบบสอบถามก็เป็นการแก้ปัญหาอย่างหนึ่ง เช่น บทเรียนสำหรับนักเรียนแพทย์ อาจสมมติสภาพของคนไข้ให้ผู้เรียนกำหนดวิธีการรักษาให้ได้

9.การไต่ถาม (Inquiry) คอมพิวเตอร์ช่วยสอน สามารถช่วยในการค้นคว้าข้อเท็จจริง ความคิดรวบยอด หรือข่าวสารที่เป็นประโยชน์ในลักษณะในข้อมูลข่าวสารนี้ คอมพิวเตอร์ช่วยสอนจะมีแหล่งเก็บข้อมูลที่มีประโยชน์ ซึ่งสามารถแสดงได้ทันทีเมื่อผู้เรียนด้วยระบบง่าย ๆ ที่ผู้เรียนสามารถทำได้เพียงแค่กดหมายเลข ที่ใส่รหัสตัวย่อของแหล่งข้อมูลนั้น ๆ จะทำให้คอมพิวเตอร์ช่วยสอนแสดงข้อมูลซึ่งตอบคำถามของผู้เรียนตามต้องการ

10.แบบรวมวิธีต่าง ๆ เข้าด้วยกัน (Combination) คอมพิวเตอร์ช่วยสอนสามารถสร้างวิธีการช่วยสอนหลายแบบรวมกันได้ตามธรรมชาติของการเรียนการสอน ซึ่งมีความต้องการวิธีการสอนหลาย ๆ วิธี ซึ่งความต้องการนี้มาจากกำหนดวัตถุประสงค์ในการเรียนการสอน โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยสอนหนึ่ง ๆ อาจจะมีลักษณะที่เป็นการใช้เพื่อการสอน (Tutorial) เกม (Game) การไต่ถาม (Inquiry) รวมทั้งประสบการณ์แก้ปัญหา

4.6 หลักการออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์

สุกรี รอดโพธิ์ทอง (2552: น. 23-38) สรุปขั้นตอนการออกแบบบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนเพื่อให้เกิดการเรียนรู้ที่ดีที่สุด โดยดัดแปลงมาจากกระบวนการเรียนการสอน 9 ขั้น ของกาเย่ (Gagne)

1.การเร้าความสนใจ (Gain Attention) ซึ่งทำได้หลายลักษณะด้วยกัน คือ

1.1 สร้าง Title Page ของบทเรียนให้น่าสนใจด้วยภาพ ภาพเคลื่อนไหว สี และเสียงที่เหมาะสมกับผู้เรียนและมีความเกี่ยวข้องกับบทเรียน

1.2 หน้า Title Page ควรมีชื่อของบทเรียน ชื่อผู้สร้างบทเรียน ถ้าเป็นบทเรียนในหลักสูตรควรระบุหน่วย และระดับชั้นเรียนด้วย

1.3 ควรใช้สีเขียว แดง น้ำเงิน หรือสีเข้ม ที่ตัดกับพื้นชัดเจน และพยายามหลีกเลี่ยงคู่ที่ไม่เข้ากัน

1.4 ควรใช้ภาพให้มากและขนาดของภาพประกอบควรมีความเหมาะสม

1.5 มีการทักทายผู้เรียน

2. การบอกวัตถุประสงค์ (Informing learner of lesson objective) เพื่อให้ผู้เรียนได้ทราบถึงเป้าหมายในการเรียนรู้อัน เมื่อเรียนบทเรียนนี้จบแล้วมีความรู้อะไร ซึ่งการบอกวัตถุประสงค์นี้อาจจะเป็นวัตถุประสงค์การเรียนรู้กว้าง ๆ หรือวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมก็ได้ ซึ่งหลักของการบอกวัตถุประสงค์ที่ดีมีลักษณะดังต่อไปนี้ คือ

2.1 การใช้คำสั้น ๆ กระชับได้ใจความ และง่ายต่อการเข้าใจ

2.2 ใช้ข้อความที่เหมาะสมกับกลุ่มเป้าหมาย โดยหลีกเลี่ยงคำที่ยังไม่เป็นที่รู้จัก

2.3 ไม่ควรกำหนดวัตถุประสงค์หลายข้อเกินไป

2.4 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าหลังจากเรียนจบจะนำไปใช้ทำอะไร

2.5 ไม่จำเป็นต้องเขียนวัตถุประสงค์เป็นข้อ ๆ หรือใช้แบบเดียวกันกับ

ตำราเรียน

2.6 อาจใช้กราฟิกง่าย ๆ เข้าช่วย เช่น กรอบ ลูกศร รูปทรงเรขาคณิต เพื่อความน่าสนใจ แต่ภาพเคลื่อนไหวยังไม่จำเป็น

2.7 หากบทเรียนนั้นมีบทเรียนย่อย ๆ หลายบทเรียน หลังจากบอกวัตถุประสงค์กว้าง ๆ แล้วควรมี Menu เพื่อเข้าไปสู่วัตถุประสงค์เฉพาะของแต่ละบทเรียน

3. ทบทวนความรู้เดิม (Stimulating recall of prior knowledge) ก่อนที่จะนำเสนอเนื้อหาใหม่ ควรมีการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้ย้อนระลึกถึงสิ่งที่เคยเรียนรู้มาก่อน และมีความสัมพันธ์กับความรู้ใหม่ เพื่อเป็นการเชื่อมโยงให้เกิดการเรียนรู้ต่อไป ซึ่งการทบทวนความรู้เดิมอาจจะทำได้ ดังนี้

3.1 ในการทบทวนบทเรียนอาจจะใช้การทดสอบ การถามคำถาม หรือการลำดับความก็ได้

3.2 ทบทวนหรือการทดสอบควรกระชับและตรงจุด

3.3 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนนอกจากการทบทวนหรือทดสอบได้ตลอดเวลา

3.4 การกระตุ้นให้ผู้เรียนย้อนคิด หากทำด้วยภาพประกอบคำพูดจะทำให้บทเรียนน่าสนใจยิ่งขึ้น

4. การให้ความรู้และเนื้อหาใหม่ (Presenting stimuli with distinctive features) ในการนำเสนอเนื้อหาใหม่ควรเริ่มต้นที่เนื้อหาที่ง่ายไปสู่เนื้อหาที่ยาก มีหลักการดังนี้

4.1 นำเสนอบทเรียนโดยใช้ข้อความ ภาพประกอบ ภาพเคลื่อนไหว และเสียงที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา และเหมาะสมกับผู้เรียน โดยใช้คำพูดที่สั้น ง่าย ได้ใจความ

4.2 ใช้แผนภูมิ แผนภาพ แผนสถิติ สัญลักษณ์ หรือภาพเปรียบเทียบ

4.3 ไม่ควรใช้กราฟิกที่เข้าใจยากและไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหา

4.4 จัดรูปแบบของคำให้น่าอ่าน เนื้อหาในแต่ละตอนควรจะสั้น หากเนื้อหายาวควรแบ่งจัดให้จบเป็นตอน

4.5 ใช้คำและยกตัวอย่างที่เข้าใจง่ายเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน

4.6 ใช้สีเท่าที่จำเป็น เพื่อเน้นข้อความสำคัญซึ่งในแต่ละเฟรมไม่ควรใช้สีหลักรวมทั้งสิ้นไม่เกิน 3 สี และไม่ควรเปลี่ยนสีหลักของ Text ไปมา

4.7 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้พิมพ์คำตอบแทนการใช้เมาส์และคีย์บอร์ดบ้าง

5. การชี้แนะทางการเรียนรู้ (Guiding learning) ทำได้โดยการกระตุ้นให้ผู้เรียนได้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ใหม่และความรู้เดิม เพื่อที่จะได้นำความรู้เดิมมาใช้ในการหาคำตอบได้ด้วยตนเอง สิ่งที่จะต้องคำนึงถึงในการชี้แนะทางการเรียนรู้ คือ

5.1 แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ที่ผู้เรียนเคยเรียนมาก่อนและความสัมพันธ์ของเนื้อหาความรู้ระหว่างส่วนย่อยกับส่วนใหญ่

5.2 พยายามให้ตัวอย่างที่หลากหลายเพื่อช่วยอธิบาย Concept ใหม่ให้ชัดเจนยิ่งขึ้นและใช้ตัวอย่างที่ผิดบ้างเพื่อเป็นการเปรียบเทียบความถูกต้อง

5.3 การนำเสนอเนื้อหาที่ยากควรให้ตัวอย่างที่เป็นรูปธรรมไปสู่สิ่งนามธรรม

6. การกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้ (Eliciting performance) ทำได้โดยการให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการคิดและการปฏิบัติ ซึ่งเป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนนี้จะทำให้ผู้เรียนได้แสดงออกถึงความเข้าใจในบทเรียน สนุกสนาน และไม่น่าเบื่อ ซึ่งการกระตุ้นให้ผู้เรียนแสดงความรู้ทำได้โดย

6.1 เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งตลอดบทเรียน

6.2 ในบางครั้งควรให้ผู้เรียนได้มีโอกาสพิมพ์คำตอบที่เป็นข้อความสั้น ๆ

6.3 ถามคำถามเป็นช่วง ๆ ตามความเหมาะสม เพื่อให้ผู้เรียนได้ตรวจสอบความเข้าใจของตนเอง

6.4 ไม่ควรถามหลายคำถามในครั้งเดียว หรือถามคำถามที่หมายคำตอบ

7.การให้ผลป้อนกลับ (Providing Informative feedback) บอกให้ผู้เรียนทราบว่าสิ่งที่ตนเข้าใจนั้นถูกต้องมากน้อยเพียงใด นอกจากนี้การให้ผลป้อนกลับที่เหมาะสมยังช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนอีกด้วย ซึ่งหลักการให้ผลป้อนกลับมีดังนี้

7.1 การให้ผลป้อนกลับควรทำทันทีหลังจากที่ผู้เรียนได้ตอบสนองต่อบทเรียนหรือข้อที่ผู้เรียนสามารถทำได้ คือ ให้ทันทีเมื่อจบแบบทดสอบ

7.2 คำถาม คำตอบของผู้เรียน และผลป้อนกลับควรอยู่ในเฟรมเดียวกัน

7.3 ให้ผลป้อนกลับในทางบวกเมื่อผู้เรียนทำได้ถูกต้อง และควรหลีกเลี่ยงการให้ผลป้อนกลับที่ตื่นตาในกรณีที่ผู้เรียนทำผิด

7.4 ควรใช้ภาพผลป้อนกลับที่เกี่ยวกับเนื้อหา หรืออาจใช้ภาพที่ไม่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาก็ได้ถ้าหาไม่ได้จริงๆ

7.5 ถ้าคำตอบถูกยืนยันคำตอบเพียงสั้น ๆ

7.6 เฉลยคำตอบที่ถูกต้องหลังจากผู้เรียนทำผิด 1-2 ครั้ง และควรอยู่ในรูปของคำอธิบายหรือการให้ข้อมูลเพิ่มเติมต่อผู้เรียน

7.7 ถ้าผู้เรียนตอบคำถามได้ไม่ดี อาจจะแนะนำให้ไปศึกษาใหม่

7.8 การใช้เสียงเป็นสิ่งที่ใช้ประกอบการกระทำที่ผิดพลาด

7.9 ใช้การให้คะแนนหรือภาพเพื่อบอกความใกล้เคียงของเป้าหมาย

8.การทดสอบความรู้ (Assessing performance) อาจจะทดสอบระหว่างบทเรียนหลังจากผู้เรียนได้เรียนจบส่วนหนึ่ง หรือทดสอบหลังเรียน หลังจากผู้เรียนได้เรียนจบทั้งบทแล้วก็ได้ ทั้งนี้เพื่อประเมินว่าผู้เรียนมีความรู้ อยู่ระดับใด โดยมีหลักการออกแบบได้ดังนี้

8.1 สิ่งที่ต้องการวัดนั้นตรงกับจุดประสงค์ของบทเรียน

8.2 คำถาม คำตอบของผู้เรียน และผลป้อนกลับควรอยู่บนเฟรมเดียวกัน และขึ้นต่อเนื่องอย่างรวดเร็ว

8.3 ถามคำถามให้บ่อยโดยเฉพาะคำถามทดสอบความเข้าใจ

8.4 ถ้าให้ผู้เรียนพิมพ์คำตอบควรเป็นคำสั้น ๆ

8.5 ถ้าในหนึ่งคำถามมีคำถามย่อยอยู่ด้วยให้แยกเป็นหลาย ๆ คำถาม

8.6 บอกผู้เรียนด้วยว่าต้องตอบคำถามด้วยวิธีใด

8.7 ในบางกรณีควรใช้ภาพประกอบการทดสอบอย่างเหมาะสม

8.8 ไม่ควรตัดสินคำตอบว่าผิด ถ้าการตอบไม่ชัดเจน เช่น พิมพ์ผิด ให้พิมพ์ตัวเลขแต่ผู้เรียนพิมพ์ตัวอักษร หรือพิมพ์ตัวเลขแทนที่จะเป็นตัวใหญ่ เป็นต้น

9. การจำและการนำความรู้ไปใช้ (Enhancing retention and learning transfer) เมื่อเรียนเนื้อหาจบแล้วควรมีการสรุปแนวคิดที่สำคัญ เพื่อให้ผู้เรียนมีโอกาสทบทวน ทำความเข้าใจบทเรียนเพื่อให้เกิดการจดจำ และสามารถนำความรู้ไปใช้ได้ ซึ่งสามารถทำได้ดังนี้

9.1 บอกให้ผู้เรียนทราบว่าความรู้ใหม่มีความสัมพันธ์กับความรู้เดิมอย่างไร

9.2 สรุปแนวคิดสำคัญ

9.3 เสนอแนะเกี่ยวกับการนำความรู้ใหม่ไปใช้ และแหล่งความรู้เพิ่มเติม

4.7 การพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

การใช้มัลติมีเดียโดยทั่วไปจะพิจารณาคุณสมบัติหลัก 2 ประการคือการควบคุมการใช้งาน และความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ การควบคุมการใช้งานเป็นคุณสมบัติพื้นฐานของระบบมัลติมีเดีย คือผู้ใช้ต้องสามารถควบคุมระบบและขั้นตอนการนำเสนอได้ง่ายไม่ซับซ้อน ความสามารถในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้ เป็นคุณสมบัติที่เพิ่มขึ้นมาพร้อม ๆ กับพัฒนาการด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ซึ่งช่วยให้ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับคอมพิวเตอร์ในรูปแบบต่าง ๆ โดยคอมพิวเตอร์จะนำข้อมูลจากผู้ใช้ไปประมวลผลเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการโต้ตอบหรือการประเมินซึ่งจะช่วยให้การเรียนรู้ด้วยตนเองมี ประสิทธิภาพและน่าสนใจขึ้น มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เป็นมัลติมีเดียที่เน้นการให้ผู้ใช้เป็นผู้ควบคุมการนำเสนอการเลือกเส้นทางเดิน (Navigation) การโต้ตอบการให้ความรู้และกิจกรรมที่มีในบทเรียนวัตถุประสงค์เพื่อการเรียนการสอน และการฝึกอบรมเป็นหลักหรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอนทั้งในและนอกระบบโรงเรียนในการออกแบบโปรแกรมผู้ออกแบบต้องนำความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์บูรณาการเข้ากับแนวคิดทฤษฎีการเรียนรู้และจิตวิทยาการเรียนรู้เพื่อส่งทอดไปยังผู้เรียนโดยผู้เรียนสามารถควบคุมลำดับขั้นตอนการเรียนรู้เลือกเนื้อหาการเรียนกิจกรรมการเรียน ตรวจสอบความก้าวหน้าและทดสอบความรู้ด้วยตนเองซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติที่มีครูเป็นศูนย์กลางและเป็นผู้ควบคุมกิจกรรมการเรียนการสอนจะเห็นได้ว่า การเรียนการสอนโดยใช้มัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์มีจุดเด่นอยู่ที่การควบคุมกิจกรรมการเรียนการสอนควบคุมเวลาเรียนและการได้มีปฏิสัมพันธ์กับบทเรียนซึ่งจะส่งผลดีต่อการเรียนเป็นรายบุคคลและสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลางปัจจุบันการออกแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์ได้รับการพัฒนาบนระบบคอมพิวเตอร์เพียงระบบเดียวเนื่องจากความมีประสิทธิภาพที่เท่าเทียมกับการนำมาต่อพ่วงร่วมกับระบบฮาร์ดแวร์อื่น ๆ ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานด้านการเรียนการสอน ในชั้นเรียนหรือการเรียนการสอนแบบรายบุคคล ในวงการศึกษาทั่วไปเรียกชื่อประเภทนี้ว่ามัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์เพื่อการเรียนการสอน (Interactive Multimedia Instruction หรือIMI) (พิมพ์จิตตา, 2554)

การออกแบบมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์อย่างมีประสิทธิภาพ มีแนวทางแนะนำ 5 แนวทาง ได้แก่

1. กำหนดเป้าหมาย (Goal) การกำหนดเป้าหมายจะช่วยให้สามารถสร้างสื่อได้ตรงกับความต้องการมากที่สุดโดยสามารถจำแนกเป้าหมายได้ดังนี้

- ก) เพื่อถ่ายทอดความรู้
- ข) เพื่อสร้างทักษะ
- ค) เพื่อสนับสนุนการทำงาน

2. ศึกษาพฤติกรรมของผู้เรียน โดยจะต้องศึกษาว่าผู้เรียนคิดอย่างไรยอมรับนวัตกรรมใหม่รูปแบบนี้หรือไม่ผู้เรียนเรียนรู้จาก Concept หรือศึกษากระบวนการก่อนนำไปพัฒนาความเข้าใจในเนื้อหา

3. พิจารณาถึงประสบการณ์ที่ดีที่สุดของผู้เรียนเพื่อให้ผู้เรียนรู้สึกมีส่วนร่วมกับสื่อฯ

4. ศึกษาความคงทนของเนื้อหาพิจารณาว่าเนื้อหาที่มีความคงทนนำไปใช้งานได้นานเท่าไรมีการเปลี่ยนแปลงบ่อยครั้งหรือไม่อย่างไร

5. ใช้เทคนิคของทีมนำผู้เชี่ยวชาญหลาย ๆ ท่านนำเสนอความรู้ผสมผสานกับผู้เรียนออกความเห็นของสื่อ

4.8 ขั้นตอนการออกแบบมัลติมีเดีย แบบสื่อปฏิสัมพันธ์

ขั้นตอนการออกแบบมัลติมีเดียแบบสื่อปฏิสัมพันธ์สามารถแสดงรายละเอียดย่อยของการออกแบบได้เป็นหัวข้อดังนี้

2.1 ขั้นตอนการวางแผนมีขั้นตอนดังนี้

- ก) ประเมินความเหมาะสม ความเป็นไปได้ในการนำสื่อไปใช้งาน ดังนี้
 - วิเคราะห์ความต้องการของผู้เรียนหรือผู้ใช้
 - กำหนดอายุการใช้งานของสื่อ
 - ระบุประโยชน์เมื่อนำสื่อเข้ามาใช้
 - กำหนดลักษณะเฉพาะของผู้เรียน/ผู้ใช้ ที่เข้ามาใช้งาน
 - กำหนดงบประมาณ
 - กำหนดระยะเวลาในการพัฒนาสื่อ
- ข) เลือกชนิดของสื่อ ตามวัตถุประสงค์การใช้งานมีขั้นตอนดังนี้
 - กำหนดวิธีการที่ใช้ในการนำเสนอสื่อ

- กำหนดวิธีการถ่ายทอดความรู้
- กำหนดชนิดของสื่อและวิธีการใช้งาน

ค) กำหนดรายละเอียดของการนำสื่อไปใช้งานมีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับฮาร์ดแวร์ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนา
- กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับการติดตั้งและพัฒนาระบบ
- กำหนดรายละเอียดเกี่ยวกับกลยุทธ์การประชาสัมพันธ์

2.2 ขั้นตอนการออกแบบมีดังนี้

ก) กำหนดกลยุทธ์การออกแบบมีขั้นตอนดังนี้

- กำหนดวัตถุประสงค์ในการสื่อ เช่น เพื่อทบทวน, ฝึกปฏิบัติ เป็นต้น
- กำหนดหน้าที่ของสื่อ วัตถุประสงค์
- กำหนดข้อแนะนำการใช้
- กำหนดรูปแบบของสื่อ

ข) การออกแบบต้นแบบมีขั้นตอนดังนี้

- การเก็บรวบรวมข้อมูล
- การกำหนดหัวข้อ
- การออกแบบเนื้อหา
- วางระดับของปฏิสัมพันธ์
- รูปแบบปฏิริยาโต้กลับ
- การแตกย่อยเนื้อหา
- ข้อบัญญัติของผู้เรียน/ผู้ใช้
- วางแนวทางการแก้ไข

2.3 ขั้นตอนการพัฒนามีขั้นตอนดังนี้

- ก) ตั้งมาตรฐานการพัฒนาสื่อ
- ข) กำหนด Story Board
- ค) ผลิตเนื้อหารูปแบบต่าง ๆ
- ง) การพัฒนาระบบ การลงรหัสโปรแกรม
- จ) ตรวจสอบแก้ไขข้อบกพร่อง
- ฉ) ตรวจสอบนำร่อง
- ช) ตรวจสอบการนำไปใช้

4.9 ประโยชน์ของสื่อปฏิสัมพันธ์

จากการศึกษาค้นคว้าจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับประโยชน์ของสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนมากกว่าวิธีการสอนแบบปกติ สามารถสรุปประโยชน์ของสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อการเรียนรู้ได้ดังนี้ (ดวงเนตร คงปริพันธ์, 2541: น. 44)

ประโยชน์ที่มีต่อผู้เรียน

1. ผู้เรียนสามารถเรียนรู้ได้เอง (Individualized Learning) ตามความรู้และความสามารถของผู้เรียนเอง หากผู้เรียนมีความพร้อมก็สามารถเรียนได้เลย ดังนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะใช้เวลาเรียนไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับความรู้และความสามารถของนักเรียนแต่ละคน
2. ผู้เรียนจะเรียนเป็นขั้นตอนทีละน้อย จากง่ายไปยาก ไม่สามารถพลิกดูคำตอบได้ก่อน จึงเป็นการบังคับผู้เรียนให้เรียนรู้ก่อนจึงจะผ่านบทเรียนนั้นไป ทำให้ผู้เรียนคงไว้ซึ่งพฤติกรรมการเรียนได้นาน เกิดความแม่นยำในวิชาที่อ่อน และผู้เรียนมีทัศนคติที่ดีต่อผู้เรียน
3. ผู้เรียนสามารถเรียนได้ตามความสะดวก กล่าวคือ เรียนที่ไหน เมื่อก็ได้ตามความต้องการ เพราะผู้เรียนสามารถศึกษาได้ด้วยตนเองจากโปรแกรมที่กำหนดให้ โดยไม่ต้องเรียนพร้อมเพื่อนหรือต่อหน้าผู้สอนที่คอยควบคุม และถ้าผู้เรียนมีคอมพิวเตอร์อยู่ที่บ้านก็สามารถประหยัดเวลาในการเดินทาง
4. ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนมากกว่าสื่อชนิดอื่น เนื่องจากสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีทั้งภาพนิ่งและภาพเคลื่อนไหว มีสีสันสวยงาม มีเสียง และผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนการสอน หรือเรียกว่า กระบวนการเรียนรู้แบบ Active learning กล่าวคือ ผู้เรียนสามารถโต้ตอบกับบทเรียนได้ ทำให้ผู้เรียนเกิดความสนุกสนาน และสนใจเรียนมากขึ้น
5. ผู้เรียนสามารถเลือกบทเรียน และวิธีการเรียนได้หลายแบบตามความถนัดและความสนใจ ทำให้ผู้เรียนไม่เบื่อหน่ายในการเรียน
6. ผู้เรียนสามารถเรียนบทเรียนได้นานเท่าที่ต้องการ ทำให้ผู้เรียนมีกิจกรรมต่าง ๆ ในบทเรียนหรือบททวนบทเรียนที่เคยเรียนจากชั้นเรียนได้บ่อยครั้งตามความต้องการ จนเกิดความแม่นยำทำให้ผู้เรียนเข้าใจบทเรียนได้ดียิ่งขึ้น จึงมีความคงทนในการจำสูง
7. ผู้เรียนจะเรียนได้ดีกว่า และรวดเร็วกว่าการสอนปกติ ทำให้ลดการสิ้นเปลืองเวลาของผู้เรียน
8. มีทัศนคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน เพราะสามารถประสบความสำเร็จในการเรียนได้ด้วยตนเองและเมื่อตอบผิดผู้เรียนก็ไม่รู้สึกอับอาย

9. สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์สามารถใช้ได้กับผู้เรียนทุกเพศทุกวัย ไม่มีขีดจำกัดเรื่องเชื้อชาติและวัฒนธรรม

10. บทเรียนสามารถประเมินความก้าวหน้าของผู้เรียนได้ทันทีโดยอัตโนมัติ

11. สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ปลูกฝังนิสัยความรับผิดชอบให้ผู้เรียน โดยอาศัยการเสริมแรงที่เหมาะสมให้อยากเรียน เนื่องจากการศึกษารายบุคคลไม่ใช้การบังคับให้เรียน

ประโยชน์ที่มีต่อผู้สอน

1. สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ให้ครูทำงานน้อยลงในด้านการสอน จึงมีโอกาที่จะใช้เวลาเหล่านี้เตรียมบทเรียนอื่น ๆ เพื่อให้เกิดผลต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนได้มากที่สุด

2. สำหรับครูที่มีงานสอนมาก สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์จะช่วยลดชั่วโมงการสอนและลดเวลาที่ต้องติดต่อกับผู้เรียน โดยเปลี่ยนจากการฝึกทักษะในห้องเรียน มาเป็นการฝึกจากโปรแกรม

3. ครูมีเวลาศึกษาหาข้อมูลเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาความสามารถและประสิทธิภาพในการสอนของตนให้สูงขึ้น รวมทั้งพัฒนาทางด้านวิชาการ กล่าวคือ ครูมีเวลาสำหรับตรวจสอบและพัฒนาการสอนตามหลักวิชาการ มีเวลาศึกษาค้นคว้าตำรา งานวิจัย มีเวลาในคิดสร้างสรรค์และพัฒนาวัตกรรมการศึกษา สื่อการสอนหรือหลักสูตรให้มีประสิทธิภาพและก้าวหน้ามากยิ่งขึ้น

4. ครูมีเวลาดูแลเอาใจใส่การเรียน และช่วยเหลือการเรียนของผู้เรียนแต่ละคนได้มากขึ้น โดยเฉพาะผู้เรียนที่มีปัญหาในการเรียน

5. ช่วยลดเวลาในการสอนบทเรียนหนึ่ง ๆ เพราะจากงานวิจัยพบว่า บทเรียนที่มีลักษณะเป็นแบบโปรแกรมสามารถสอนเนื้อหาได้มากกว่าการสอนแบบอื่น ๆ โดยใช้เวลาน้อยกว่า จึงสามารถเพิ่มเนื้อหาหรือแบบฝึกหัดอย่างเต็มที่ตามความเหมาะสมและความต้องการของผู้เรียน หรือตามที่ผู้สอนเห็นสมควร

ประโยชน์ต่อการเรียนการสอน

1. ทำให้การเรียนการสอนมีมาตรฐานมากขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนได้เรียนเหมือนกัน และเท่ากัน ความรู้ที่ได้มีความแน่นอน โดยไม่ต้องกังวลกับอารมณ์ของผู้สอน เช่น ความหงุดหงิดหรือความเบื่อหน่ายที่ตัวเองสอนวิชาเดียวกันซ้ำ ๆ กันหลายคน ก็อาจทำให้คุณภาพการสอนลดลง หรือถ้าเป็นผู้สอนคนละคนกันรูปแบบการสอนก็ย่อมแตกต่างกันไป

2. สามารถนำข้อมูลจากผลการเรียนรู้ของผู้เรียน มาใช้ในการปรับปรุงการเรียนการสอนหรือหลักสูตร เพื่อให้มีความก้าวหน้าและเกิดผลดีต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนมากขึ้น

3.สามารถแก้ไขหรือปรับปรุงบทเรียน สามารถทำได้ง่าย โดยเฉพาะส่วนที่
ต้องการไม่ต้องแก้ไขใหม่ทั้งบทเรียน

4.สามารถให้ผลย้อนกลับได้ทันที โดยเมื่อผู้เรียนตอบคำถามบทเรียนก็จะมีกา
รตอบโต้กับผู้เรียนได้อย่างรวดเร็วกว่าครูผู้สอน

5.สามารถสอนหรืออบรมในลักษณะที่สมจริงให้กับผู้เรียนได้ เนื่องจากเนื้อหา
บางอย่างไม่สามารถที่จะเรียนรู้ได้จากของจริง สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์สามารถจำลอง
สถานการณ์จริง หรือเหตุการณ์จริงมาให้ผู้เรียนได้ศึกษา เช่น การทดลองวิทยาศาสตร์ การฝึกขับ
เครื่องบิน เป็นต้น

6.สามารถแก้ปัญหาขาดแคลนครูได้ จึงเปิดสอนได้หลายวิชาตามผู้เรียน
ต้องการ โดยไม่ต้องคำนึงถึงจำนวนผู้สอน หรือผู้เรียนว่ามีเพียงพอที่จะเปิดสอนหรือไม่

7.สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ใช้ร่วมกับสื่ออื่น ๆ ได้ เช่น วิดีทัศน์ สไลด์ วิทยุ
เทป เป็นต้น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการเรียนการสอนให้มีความน่าสนใจมากยิ่งขึ้น

4.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

วาทีศย์ สมุทธศรี (2560) ได้ทำการพัฒนาสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริม
ความฉลาดทางอารมณ์ สำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่ม ตัวอย่างที่ใช้ในงานวิจัยครั้ง
นี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนกาฬสินธุ์พิทยาสัย จำนวน 35 คน ซึ่งได้มาจากการ
สุ่มแบบกลุ่ม หลังใช้สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์สูงขึ้นอยู่ที่ 67.54 คะแนน ก่อนใช้สื่อ
มัลติมีเดียมีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 57.94 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 40 สรุปได้ว่านักเรียนมีพัฒนาการที่ดี
ขึ้นหลังจากได้ดูสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์และมีความฉลาดทางอารมณ์ดีขึ้น ผลความพึง
พอใจของนักเรียนหลังใช้สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อส่งเสริมความฉลาดทางอารมณ์สำหรับ
นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 6 ที่สร้างขึ้นผลของความพึงพอใจอยู่ในระดับมาก ($\bar{x} = 4.15$)

อนรรฆনীตี งามอุษารวรรณ (2550) ได้ทำวิจัยเรื่อง การออกแบบสื่อปฏิสัมพันธ์สำหรับ
ประเมินความฉลาดทางอารมณ์ของเด็กชั้นประถมศึกษา พบว่า ค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการ
ประเมินด้วยสื่อปฏิสัมพันธ์ประเมินความฉลาดทางอารมณ์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างสูงกว่า
ค่าเฉลี่ย ของคะแนนที่ได้จากการประเมินด้วยแบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์เด็กอายุ 6-11
ปี ของสำนักพัฒนาสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ขณะเดียวกัน ผลการ
วิเคราะห์ข้อมูลด้วย t-test พบว่าค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินด้วยสื่อปฏิสัมพันธ์ และ
ค่าเฉลี่ยของคะแนนจากการประเมินด้วยแบบประเมินความฉลาดทางอารมณ์เด็กอายุ 6-11 ปี

ของสำนักพัฒนาสุขภาพจิต กรมสุขภาพจิต กระทรวงสาธารณสุข ไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ 0.01

ทรงเกียรติ ตะเกาทอง (2553) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบสื่อปฏิสัมพันธ์วิชาเครื่องมือแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหาร สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมอาหาร พบว่า การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต แบบสื่อปฏิสัมพันธ์วิชา เครื่องมือแปรรูปทางอุตสาหกรรมอาหาร มีประสิทธิภาพเท่ากับ 82.67/80.38 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 80/80 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้

5. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ คือความสามารถที่จะพยายามเข้าถึงความรู้ซึ่งเกิดจากการทำงานที่ประสานกันและต้องอาศัยความพยายามอย่างมากทั้งองค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับสติปัญญาและองค์ประกอบที่ไม่ใช่สติปัญญา แสดงออกในรูปของความสำเร็จซึ่งมีนักวิชาการหลายท่านได้ให้ความหมายดังนี้

ศิริชัย กาญจนวาสี (2556) ได้ให้ความหมายผลสัมฤทธิ์ (Achievement) เป็นความรู้ความสามารถทักษะ ต่าง ๆ หรือเรียกว่า ผลการเรียนรู้ตามที่กำหนดไว้ล่วงหน้าของนักเรียนที่เกิดจากการกระบวนกรเรียนการสอนการฝึกฝนในช่วงเวลาใดเวลาหนึ่งที่ผ่านมามีความรอบรู้มากขึ้นเพียงใด โดยอาศัยแบบทดสอบวัดสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ภายใต้สถานการณ์ที่กำหนดขึ้นซึ่งอาจเป็นความรู้หรือทักษะบางอย่างที่บ่งบอกถึงสภาพการเรียนรู้ที่ผ่านมาหรือสภาพการเรียนรู้ของแต่ละบุคคล ซึ่งสอดคล้องกับ วนิดา อารมณเพียร (2562) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง คุณลักษณะ และความสามารถของบุคคลที่พัฒนาขึ้นอันเกิดจากการเรียนการสอนการฝึกอบรมการได้ปฏิบัติซึ่งประกอบด้วยความรู้ทักษะ และสมรรถภาพทางสมอง อีกทั้งยังสอดคล้องกับ อารีรัตน์ ศิริ (2562) กล่าวว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง ความสามารถของบุคคลที่เกิดจากการเรียนการสอน หรือการได้รับการฝึกอบรม และมีการวัดและประเมินตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้จากวัดได้จากการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อีกทั้ง วิลสัน (Wilson, 1971: 643-696) กล่าวว่า ผลการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางสติปัญญา (Cognitive Domain) ก็คือ ผลสำเร็จจากการเรียนรู้ในวิชาคณิตศาสตร์ ที่ประเมิน

เป็นระบบความสามารถนั่นเอง ซึ่งจำแนกพฤติกรรมที่พึงประสงค์ทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ตามกรอบแนวคิดของบลูม (Bloom Taxonomy) ไว้เป็น 4 ระดับ ดังนี้

1. การคิดคำนวณ ด้านความรู้ ความจำ (Computation) พฤติกรรมระดับนี้ ถือว่าเป็น พฤติกรรมที่อยู่ระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ชั้น ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) เป็น ความสามารถที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่าง ๆ ที่นักเรียนได้รับจากการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่วัดความสามารถในระดับนี้จะเกี่ยวกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐานซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลาานาน

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Terminology) เป็นความสามารถในการระลึกหรือจำศัพท์และนิยามต่าง ๆ ได้ โดยคำถามอาจจะถามโดยตรงหรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่ต้องอาศัยการคำนวณ

1.3 ความสามารถในการทำตามขั้นตอน (Ability to Carry Out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริงหรือกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้วมาคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนรู้มาแล้ว ข้อสอบที่วัดความสามารถนี้ต้องเป็นโจทย์ง่าย ๆ คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehension) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงพฤติกรรมระดับความรู้ ความจำเกี่ยวกับความคิดคำนวณแต่ซับซ้อนกว่า แบ่งออกเป็น 6 ชั้น ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ (Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริงเพราะมโนคติเป็นนามธรรมที่ประมวลจากข้อเท็จจริงต่าง ๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจในการตีความหรือยกตัวอย่างของมโนคตินั้น โดยใช้คำพูดของตนหรือ เลือกความหมายที่กำหนดให้ ซึ่งเขียนในรูปแบบใหม่หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเรียน มิฉะนั้นจะเป็นการวัดความจำ

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎ และข้อสรุปอ้างอิงทั่วไป เป็นความสามารถในการเอาหลักการกฎและความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับปัญหาจนได้แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามนั้นเป็นคำถามที่เกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนไม่เคยพบมาก่อน อาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจทางโครงสร้างทางคณิตศาสตร์เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับสมบัติของระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนองค์ประกอบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่งเป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากประโยคภาษาพูดให้เป็นสมการ ซึ่งมีความหมายเดิมโดยไม่คำนึงถึงกระบวนการแก้ปัญหา แปลแล้วอาจกล่าวได้ว่าพฤติกรรม ในขั้นนี้เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการติดตามแนวของเหตุผลเป็นความสามารถในการอ่านและ เข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ซึ่งแตกต่างไปจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นนี้ อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่น ๆ โดยให้นักเรียนอ่าน และตีความหมายโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความตัวเลข ข้อมูลทางสถิติหรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียนหรือคล้ายกับแบบฝึกหัดที่เคยทำนักเรียนสามารถเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาได้โดยไม่ต้องยากพฤติกรรมนี้แบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอน คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน นักเรียนจะต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจ และเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบเป็นความสามารถในการค้นคว้าหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปตัดสินใจซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้ อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้เกี่ยวกับรวมทั้งความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ข้อมูล เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่าง ต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องออกจากข้อมูลที่ไม่เกี่ยวข้องพิจารณาอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาใดบ้างที่อาจเป็นตัวช่วยในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหา ออกพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายครั้งอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบแผนลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกัน และการสมมาตร เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูล

ที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหาการกระทำกับข้อมูลและการระลึกถึงความสัมพันธ์นักเรียน ต้องสำรวจสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูลหรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาให้พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) พฤติกรรมในระดับนี้เป็นพฤติกรรมขั้นสูงของ สมรรถภาพทางพุทธิพิสัยในการเรียนคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นโจทย์พลิกแพลง แต่ก็อยู่ในขอบเขต เนื้อหาที่เรียนการแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่เคยเรียนมารวมกับความคิด สร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา แบ่งออกเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อนคำถามในชั้นนี้เป็น คำถามที่ซับซ้อนไม่มีแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างนักเรียนไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัย ความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจในโมโนมิติ หรือนิยามตลอดจนทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียน มาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ เป็นความสามารถในการจัด ส่วนต่าง ๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นมาใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทน การจำความสัมพันธ์เดิมที่เคยพบมาแล้วมาใช้กับข้อมูลใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์เป็นความสามารถในการสร้างภาษา เพื่อยืนยันข้อความทางคณิตศาสตร์อย่างสมเหตุสมผล โดยอาศัยนิยาม สัจพจน์ และทฤษฎีต่าง ๆ ที่เรียน มาแล้วพิสูจน์ปัญหาที่ไม่เคยพบมาก่อน

4.4 ความสามารถในการวิพากษ์วิจารณ์ข้อพิสูจน์เป็นความสามารถที่ควบคู่ กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์อาจจะเป็นพฤติกรรมที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าพฤติกรรม ในการ สร้างข้อพิสูจน์ พฤติกรรมในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนสามารถตรวจสอบข้อพิสูจน์ว่าถูกต้อง หรือไม่มี ตอนใดผิดบ้าง

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้อง ให้มีผลใช้ได้ เป็นกรณี ทั่วไปเป็น เป็นความสามารถในการค้นพบสูตร หรือกระบวนการแก้ปัญหาและพิสูจน์ว่า ใช้เป็นกรณี ทั่วไปได้

จากที่กล่าวมาพอสรุปความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียน หมายถึง ความรู้ ทักษะกระบวนการต่าง ๆ และความสามารถที่ผู้เรียนได้รับหลังจาก ได้ศึกษาวิชาต่าง ๆ ซึ่งผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนอาจจะได้มาจากกระบวนการที่ไม่ต้องมีการทดสอบ เช่น การสังเกตพฤติกรรมการตรวจการบ้านส่วนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เป็นความรู้ และความสามารถทางด้านสติปัญญาในการศึกษาวิชาคณิตศาสตร์ อันจะประกอบไปด้วย

ความสามารถในเรื่อง ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การคิดคำนวณ และการวิเคราะห์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสามารถทางคณิตศาสตร์ที่เด็กแต่ละคนมีในระดับที่แตกต่างกันออกไป

5.2 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ มีนักวิชาการได้ให้ความหมายไว้ดังนี้ ศศิธร แม้นสงวน (2560: น. 260-261) ได้กล่าวถึงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีสาระสำคัญสรุปได้ดังนี้

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผล การเรียนรู้รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนหรือการจัดการเรียนรู้ของครู เพื่อประเมินว่านักเรียน มีความรู้ความสามารถ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้ในระดับใด บรรลุวัตถุประสงค์การเรียนรู้มากน้อยเพียงใด เป็นไปตามมาตรฐานตัวชี้วัดอย่างไร ซึ่งแบบทดสอบจะต้องมีประสิทธิภาพ มีคุณภาพ มีความถูกต้องเที่ยงตรง เชื่อถือได้ มีกระบวนการหลักการสร้างแบบทดสอบตามหลักวิชาการ

2. ประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมี 2 ประเภท ดังนี้

2.1 แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น มุ่งใช้วัดผลผู้เรียนเฉพาะกลุ่มผู้สอน มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper test)

- แบบทดสอบอัตนัย (Subject test) แบบทดสอบที่กำหนดปัญหาแล้วให้ผู้เรียนแสดงคำตอบโดยการเขียนแสดงความรู้ ความคิดเจตคติได้อย่างเต็มที่

- แบบทดสอบปรนัย (Objective test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้เขียนตอบ สั้น ๆ เป็นแบบทดสอบถูก – ผิด แบบทดสอบเติมคำสั้น ๆ แบบจับคู่ แบบเลือกตอบ

2.2 แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการคิดวิเคราะห์ ปรับปรุงจนมีคุณภาพมาตรฐาน

3. ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ มีดังนี้

3.1 วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร

3.2 กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ เป็นพฤติกรรมเป็นผลการเรียนรู้ที่ผู้สอนกำหนดและคาดหวังจะเกิดขึ้นกับผู้เรียน โดยผู้สอนจะกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้และการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์

3.3 กำหนดชนิดข้อสอบ

3.4 เขียนข้อสอบ

3.5 ตรวจทาน

3.6 จัดพิมพ์แบบทดสอบ

3.7 ทดลองสอบเพื่อนำผลมาวิเคราะห์ข้อสอบ

3.8 แก้ไขปรับปรุงแล้วได้แบบทดสอบฉบับจริง

จากการศึกษาแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับวิจัย ในครั้งนี้ สรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเป็นเครื่องมือสำหรับผู้สอนที่จะใช้ในการตรวจสอบผลการเรียนรู้รวมถึงพฤติกรรมต่าง ๆ จากการเรียนการสอน มีลักษณะเป็นแบบปรนัย หรืออัตนัยก็ได้ขึ้นอยู่กับการวัดผลประเมินผลตามจุดประสงค์การเรียนรู้ และมาตรฐานตัวชี้วัดของ การเรียนการสอนเรื่องนั้น ๆ โดยมีกระบวนการสร้างแบบทดสอบอย่างเป็นระบบ ซึ่งผู้วิจัยได้ตัดสินใจ เลือกใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 1 ฉบับ เป็นแบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน และเป็นแบบทดสอบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ

5.3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

พรพรรณ เสาร์คำเมืองดี (2562) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง บทประยุกต์ ของ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค STAD หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD เรื่อง บทประยุกต์ โดยรวมอยู่ในระดับพึงพอใจมากที่สุด

นุรีมาน สีอริ (2563) ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลการศึกษาประสิทธิภาพแบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เรื่องเลขยกกำลัง มีประสิทธิภาพสูงกว่าเกณฑ์ 80.84/80.11 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลัง สำหรับนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบฝึกทักษะผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนมีค่าสูงกว่าก่อน เรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ.01 3) ความพึงพอใจสูงสุดของนักเรียนที่มีต่อการเรียน วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องเลขยกกำลังสำหรับนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยใช้แบบฝึกทักษะโดยภาพรวมอยู่ในระดับมาก

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 มีวิธีการดำเนินการ วิจัย ดังนี้

- 1.การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
- 2.การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
- 3.การเก็บรวบรวมข้อมูล
- 4.การจัดกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

1. การกำหนดประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็น นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 15101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 9 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 406 คน ซึ่งมีการจัดชั้นเรียนแบบลดความสามารถ เก่ง ปานกลาง และอ่อน

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนคณิตศาสตร์ (ค 15101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 45 คน ใช้วิธีการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม (Sampling Unit)

2. การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ประกอบด้วย

- 2.1แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
 - 2.2 แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
 - 2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม
- โดยมีรายละเอียดขั้นตอนในการสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยดังนี้

2.1 แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ จำนวน 10 แผน รวม 12 คาบ ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารเกี่ยวกับหลักสูตรคณิตศาสตร์ในระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 หลักสูตรสถานศึกษา และหลักสูตรแกนกลาง พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) และหลักสูตรสถานศึกษากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนให้ตรงตามจุดมุ่งหมายของหลักสูตร

2. ศึกษาแนวคิด และทฤษฎีการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการสอนแบบค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์จากเอกสาร ตำราและงานวิจัย

3. ศึกษารายละเอียดของเนื้อหา เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เพื่อนำมาสร้างแผนการจัดการเรียนรู้

4. กำหนดรายละเอียดของแผนการจัดการเรียนรู้โดยด้วยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์และจุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงรายละเอียดของจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ที่เน้นการคิดทางเรขาคณิต

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	คาบที่	เน้นการคิดทางเรขาคณิต
1	ทบทวนพื้นฐานทางเรขาคณิต (1 คาบ)	1	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)
2	ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม (1 คาบ)	2	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization) ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

ตาราง 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	คาบที่	เน้นการคิดทาง เรขาคณิต
3	สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (1 คาบ)	3	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization) ขั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)
4	การวิเคราะห์ชนิดและ สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (2 คาบ)	4 - 5	ขั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)
แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	คาบที่	เน้นการคิดทาง เรขาคณิต
5	สมบัติของเส้นทแยงมุม ของรูปสี่เหลี่ยม (1 คาบ)	6	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization) ขั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)

ตาราง 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	คาบที่	เน้นการคิดทาง เรขาคณิต
6	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ กำหนดความยาวของ ด้าน (1 คาบ)	7	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)
7	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ กำหนดขนาดของมุม (1 คาบ)	8	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)
8	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ กำหนดความยาวของ เส้นทแยงมุมให้ (1 คาบ)	9	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)

ตาราง 1 (ต่อ)

แผนการจัดการเรียนรู้	เรื่อง	คาบที่	เน้นการคิดทาง เรขาคณิต
9	การหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมเมื่อกำหนด ความยาวของด้าน (2 คาบ)	10 – 11	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การ วิเคราะห์ (Analysis)
10	การหาพื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมเมื่อกำหนด ความยาวของเส้นทแยง มุม (1 คาบ)	12	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

5.จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 10 แผน รวม 12 คาบ ตามที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 โดยกำหนดขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ คือ การนำเข้าสู่บทเรียน ครูสร้างสถานการณ์หรือคำถามให้ผู้เรียนเกิดข้อสงสัยใน เรื่องที่จะเรียน (สงสัย)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน คือ ฝึกให้ผู้เรียนใช้ประสาทสัมผัสทั้ง 5 ในการเรียนรู้ (สัมผัส) ฝึกให้ผู้เรียนมองหาความสัมพันธ์ ความเชื่อมโยง ความเกี่ยวข้องของเรื่องที่จะเรียน (สำรวจ) และให้นักเรียนลงมือปฏิบัติเพื่อให้เกิดองค์ความรู้ หลักการ แนวคิด (สืบค้น)

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ คือ ให้ผู้เรียนพัฒนาตนเองสู่ความชำนาญ โดยการนำแนวคิดมาใช้ในสถานการณ์ที่หลากหลาย (สังสม)

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป ให้นักเรียนรวบรวมแนวคิดมาสรุปเป็นองค์ความรู้ด้วยตนเอง (สรุปผล)

ซึ่งมีรายละเอียดของขั้นตอนการสอนและสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ แสดงรายละเอียดดังตาราง 2

ตาราง 2 สรุปแผนการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย เน้นลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามแบบแวนฮีลี เพื่อใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

คาบ	เรื่อง	ขั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
1	ทบทวนพื้นฐานทางเรขาคณิต	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูอธิบายทบทวนเรื่อง เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง และรังสี โดยมีคำถามให้กับนักเรียนว่ามุมเกิดขึ้นได้อย่างไร ครูเตรียมรูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติ เพื่อให้นักเรียนสำรวจ</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีมุมเป็นส่วนประกอบและอธิบายตามที่ตัวเองเข้าใจ เกี่ยวกับมุมให้เพื่อน ๆ ฟัง และร่วมอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น</p> <p>ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากเครื่องใช้ที่อยู่รอบตัวเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม โดยร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่จะเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของมุมให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการค้นพบเรื่องมุมมากขึ้น และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p>	<p>- รูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติ</p> <p>- สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของมุม</p>	<p>ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ขั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
		ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องมุมที่เกิดจากเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง และรังสีที่ความสัมพันธ์และสามารถนำมาเชื่อมโยงกัน		
2	ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูเตรียมรูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติ และถามนักเรียนว่ารูปที่นักเรียนเห็นคือรูปอะไร ทำไมถึงเรียกแบบนี้ ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ให้นักเรียนหาสิ่งของที่นักเรียนเคยพบเจอที่มีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมและร่วมอภิปรายเพื่อให้เกิดความความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดเข้าไ้มาขึ้น ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของชนิดของรูปสี่เหลี่ยม (รูป) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการค้นพบเรื่องชนิดของรูปสี่เหลี่ยมมากขึ้นและลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องมุมที่เกิดจากการสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
3	สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ชั้นนำ</p> <p>ครูตั้งคำถามกับนักเรียน “นักเรียนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร”</p>	<p>สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม</p>	<p>- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1</p> <p>การมองเห็น (Visualization)</p>
		<p>ขั้นตอนที่ 2 ชั้นสอน</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (รูป) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการเชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น</p>		<p>- ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>
		<p>ขั้นตอนที่ 3 ชั้นฝึกทักษะ</p> <p>ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรมเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม</p>		
		<p>ขั้นตอนที่ 4 ชั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์</p>		

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
4 - 5	การวิเคราะห์ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูนำรูปสี่เหลี่ยมทุกชนิดให้นักเรียนดูและให้นักเรียนนำมาแยกตามด้านและมุมที่นักเรียนเข้าใจ</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูนำสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกับรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาให้นักเรียนดูเพิ่มเติมและนักเรียนเกิดการสำรวจความเหมือนและความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (รูปและรายละเอียด) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการเชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น ลงมือปฏิบัติด้วย</p>	<p>- รูปสี่เหลี่ยมทุกชนิด</p> <p>- สิ่งของที่คล้ายรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>- สื่อมัลติมีเดีย</p> <p>- แบบปฏิสัมพันธ์เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม</p>	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>
		<p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ที่ได้จากด้านและมุม</p>		

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
6	สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูมีรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดให้นักเรียน และให้นักเรียนสร้างเส้นทแยงมุมบนรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูมีรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดและสร้างเส้นทแยงมุมบนรูปสี่เหลี่ยมพร้อมทั้งให้นักเรียนให้นักเรียนวัดความยาวของเส้นทแยงมุมของแต่ละชนิด และสังเกตเส้นทแยงมุมที่เกิดขึ้นบนรูปสี่เหลี่ยมและร่วมกันอภิปราย</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการเชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสืบค้นและสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ที่ได้จากด้านและมุม</p>	<p>- รูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด</p> <p>- สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม</p>	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
7	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านมาให้โดยอธิบายทีละขั้นตอน และมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดและ ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวของด้านที่กำหนด</p>	<p>สื่อมัลติมีเดีย</p> <p>แบบปฏิสัมพันธ์</p> <p>ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ</p> <p>กำหนดความยาวของด้าน</p>	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1</p> <p>การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
8	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ชั้นนำ ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ชั้นสอน ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุมมาให้โดยอธิบายทีละขั้นตอนและมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ชั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุมโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดและลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ชั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากขนาดของมุมที่กำหนด</p>	สื่อมัลติมีเดีย แบบปฏิสัมพันธ์ ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุม	- ชั้นพื้นฐานหรือชั้น 1 การมองเห็น (Visualization) - ชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
9	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้	ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ	สื่อมัลติมีเดีย	- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1
		ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย	แบบปฏิสัมพันธ์ ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ	การมองเห็น (Visualization)
		ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน	กำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)
		ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้โดยอธิบายที่ละขั้นตอน และมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม		
		ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ		
		ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้โดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม		
		ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป		
		นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวของเส้นทแยงมุมที่กำหนด		

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ขั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
10 - 11	การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ได้เรียนมาแล้วด้วยการถามตอบ	- สื่อมัลติมีเดีย แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ	- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)
		ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน - ครูสอนการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้าน โดยให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตามที่โจทย์กำหนดและนับช่องตารางและบันทึกผลที่ได้ลงในช่องคำตอบ - ครูอธิบายและสาธิตการสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมให้เข้าใจในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดได้	กำหนดความยาวของด้าน โดยการนับช่อง - สื่อมัลติมีเดีย แบบปฏิสัมพันธ์ เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านโดยจากสูตร	- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)
		ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม	การหาพื้นที่	
		ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปโดยการเปรียบเทียบการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากตาราง และการหาพื้นที่จากสูตรการหาพื้นที่ - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้าน		

ตาราง 2 (ต่อ)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
12	การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เรื่องการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้านโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน	สื่อมัลติมีเดีย แบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)
<p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม โดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดพร้อมกับให้คำอธิบายและถามตอบระหว่างการศึกษาจากครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ นักเรียนลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม โดยครูให้คำแนะนำและอธิบายอย่างใกล้ชิดระหว่างที่ทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป - ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวเส้นทแยงมุม</p>				- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)

6. นำแผนการจัดการเรียนรู้เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข

7. ตรวจสอบคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน ที่มีความชำนาญด้านคณิตศาสตร์และการสอนคณิตศาสตร์มากกว่า 5 ปี หรือเป็นผู้ที่มีวุฒิการศึกษาในระดับดุษฎีบัณฑิตที่เกี่ยวข้องกับการสอนด้านคณิตศาสตร์ การวัดและประเมินผล พิจารณาความเที่ยงตรงของแผนการจัดการเรียนรู้โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of

Item-Objective Congruence : IOC) โดยครอบคลุมประเด็นในการพิจารณา 4 ด้าน คือ 1) ด้านผลการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ 2) ด้านเนื้อหาสาระการเรียนรู้ 3) ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และ 4) ด้านการนำไปใช้โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประมาณ 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน	ระดับความคิดเห็นในการประเมิน	
+1	หมายถึง	สอดคล้อง
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจ
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้อง

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence :IOC) มากกว่าหรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องกับประเด็นในการพิจารณา 4 ด้าน จากการดำเนินการพบว่าแผนการจัดการเรียนรู้มีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.60-1.00

8. นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะของผู้เชี่ยวชาญให้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นจากนั้นนำไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียลที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง

2.2 แบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตเรื่องรูปสี่เหลี่ยม

แบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่องรูปสี่เหลี่ยม มีจำนวน 1 ฉบับ เป็นข้อสอบแบบเลือกตอบแบบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ใช้ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) – หลังเรียน (Post-test) เป็นฉบับเดียวกัน มีขั้นตอนในการสร้างและหาคุณภาพเครื่องมือดังนี้

1. ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และเอกสาร งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการวัดและการประเมินระดับการคิดทางเรขาคณิต เพื่อใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต

2. ศึกษาหลักสูตร วิเคราะห์เนื้อหาและตัวชี้วัดในหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม เพื่อวัดความรู้ความเข้าใจ และใช้เป็นแนวทางในการสร้างข้อคำถามในแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต

3. ดำเนินการสร้างแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม แบบปรนัย 4 ตัวเลือก ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบจำนวน 24 ข้อ ซึ่งแต่ละระดับมี 12 ข้อ และต้องการข้อสอบจริง จำนวน 20 ข้อ เหลือแต่ละระดับ 10 ข้อ สำหรับทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน จึงจัดทำข้อสอบโดยใช้แบบวัดการคิดของ Usiskin (1982)

มาปรับภาษาและเนื้อหา เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วัดระดับความคิดทางเรขาคณิต 4 ชั้น ได้แก่ ระดับ 1 การนึกภาพ (Visualization) ระดับ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) โดยไม่วัดระดับที่ 3-5 เนื่องจากเป้าหมายของการเรียน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เน้นการพัฒนาในระดับที่ 1-2 อีกทั้งระดับความคิดทางเรขาคณิตชั้นที่ 3-5 ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ไม่เหมาะสมกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 จึงตัดออกและเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทให้พิจารณาแก้ไข แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ โดยข้อสอบที่ต้องการจำนวน 20 ข้อ มีรายละเอียดในแต่ละข้อ ดังตาราง 3

ตาราง 3 แสดงรายละเอียดของชนิดของข้อคำถามระดับความคิดทางเรขาคณิต ในแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

ชนิดของข้อคำถามระดับความคิดทางเรขาคณิต	จำนวนข้อสอบที่สร้าง	จำนวนข้อสอบที่ใช้
ระดับ 1 การนึกภาพ	12 ข้อ	10 ข้อ
ระดับ 2 การวิเคราะห์	12 ข้อ	10 ข้อ

4. กำหนดเกณฑ์การตัดสินการผ่านในแต่ละชั้นของระดับความคิดทางเรขาคณิตของ Usiskin โดยผ่านเกณฑ์ผ่าน 3 ใน 5 ข้อ และให้นำนักคะแนนรวมเพื่อช่วยในการแปลผลดังตาราง 4

ตาราง 4 แสดงวิธีการจำแนกผู้สอบของ Usiskin ตามลำดับขั้นของแวน ฮีลี และแปลระดับขั้นความคิดทางเรขาคณิตจากแต้มคะแนนรวมทั้งหมดตามลำดับขั้นของแวน ฮีลี

ระดับการคิดทางเรขาคณิต	ข้อที่	จำนวนข้อที่ทำถูก	นำนักคะแนนรวมและแปลระดับขั้นความคิดทางเรขาคณิต
ระดับ 1 การนึกภาพ	1-10	ตอบถูก 4 – 10 ข้อ	ผ่านระดับ 1 (พิจารณาในระดับ 2 ต่อไป)
		ตอบถูก 0 – 3 ข้อ	ไม่ผ่านระดับ 1 นักเรียนไม่ผ่านระดับ ความคิดทางเรขาคณิตระดับ 1 การนึกภาพ

ตาราง 4 (ต่อ)

ระดับการคิดทาง เรขาคณิต	ข้อที่	จำนวนข้อที่ทำ ถูก	น้ำหนักคะแนนรวมและแปลระดับชั้น ความคิดทางเรขาคณิต
ระดับ 2	11-20	ตอบถูก 4 – 10	ผ่านระดับ 2
การวิเคราะห์		ข้อ ตอบถูก 0 – 3	ไม่ผ่านระดับ 2
		ข้อ	นักเรียนมีระดับความคิดทางเรขาคณิต ระดับ 1 การนึกภาพ

จากตาราง 4 พิจารณาลักษณะของระดับความคิดทางเรขาคณิตที่ต้องพัฒนา
จากระดับต่ำไปสู่ระดับสูงโดยไม่มีการข้ามขั้น (Usiskin, 1982)

ตัวอย่างการแปลความหมายจากน้ำหนักคะแนนรวม เช่น

กรณีที่ 1 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิตในข้อ 1 – 10
ทำได้ 4 ข้อ ถือว่าผ่านขั้น 1 และในข้อ 11 – 20 ทำได้ 4 ข้อ ถือว่าผ่านขั้นที่ 2 ดังนั้นสรุปได้ว่า
นักเรียนมีระดับความคิดทางเรขาคณิตในขั้น 2

กรณีที่ 2 นักเรียนทำแบบทดสอบวัดลำดับความคิดทางเรขาคณิตในข้อ 1 –
10 ทำได้ 4 ข้อ ถือว่าผ่านขั้น 1 และในข้อ 11 – 20 ทำได้ 3 ข้อ ถือว่าไม่ผ่านเกณฑ์ในขั้น 2 กรณี
นักเรียนไม่ผ่านในขั้น 2 จะไม่ผ่านในขั้นที่สูงกว่าตามลักษณะความคิดทางเรขาคณิตจะข้ามลำดับ
ขั้นไม่ได้ นักเรียนมีระดับความคิดทางเรขาคณิตในขั้น 1

5. นำแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่สร้างขึ้นเสนอ
ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน (ภาคผนวก) เพื่อตรวจสอบคุณภาพความเที่ยงตรงของแบบทดสอบ
(Index of Congruence: IOC) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่วัดได้ตรงกับระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง
รูปสี่เหลี่ยม

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าวัดได้ตรงกับระดับความคิดทาง
เรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่วัดไม่ตรงกับระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

โดยผู้ทรงคุณวุฒิเสนอแนะให้ปรับปรุงในประเด็นเกี่ยวกับความถูกต้องชัดเจนของข้อคำถามและความสอดคล้องของข้อคำถามกับสิ่งที่ผู้วิจัยต้องการวัด

6. นำคะแนนที่ได้มาคำนวณค่า IOC ของแบบทดสอบ โดยเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.67 – 1 และปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและถูกต้อง จากผลดำเนินการพบว่ามีค่า IOC เท่ากับ 0.90 – 1.00 จากการสร้างข้อสอบ 24 ข้อ คัดข้อสอบที่ใช้จริง 20 ข้อ

7. นำแบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่องรูปสี่เหลี่ยม ที่ผ่านการคัดเลือกไปทดลองกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ปีการศึกษา 2565 ซึ่งเคยเรียนเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม มาแล้วในรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน

8. นำผลที่ได้มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่ตั้งไว้และวิเคราะห์หาคุณภาพด้วยความยากง่าย (p) และอำนาจจำแนกรายข้อ (r) ของแบบทดสอบที่สร้างขึ้นโดยใช้สูตรของ (พิชิต ฤทธิ์จัญญ, 2553) เพื่อคัดเลือกข้อสอบที่มีความยากง่าย (p) โดยมีเกณฑ์ค่าดัชนีความง่าย 0.20 – 0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์ค่าดัชนีอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จำนวน 20 ข้อ และหาความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ที่มีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป (บุญชม ศรีสะอาด, 2553) จากผลการดำเนินการพบว่ามีค่าความยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.61 – 0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.40 จำนวน 20 ข้อ และหาความเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ที่มีค่าเท่ากับ 0.74

9. นำแบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่คัดเลือกมาดำเนินการจัดทำแบบทดสอบจำนวน 20 ข้อ โดยให้สอดคล้องด้านเนื้อหาและระดับความคิดทางเรขาคณิตที่ได้กำหนดไว้

10. จัดทำแบบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปเก็บรวบรวมข้อมูลกับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2.3 แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

ผู้วิจัยสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ประกอบด้วยข้อสอบปรนัยที่มีตัวเลือกจำนวน 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยมีขั้นตอนการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบทดสอบ และการวัด ประเมินผลศึกษาจุดประสงค์การเรียนรู้และเนื้อหาในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5

2. ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุงพุทธศักราช 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ศึกษา รายละเอียดของเนื้อหาจากหนังสือเรียนและคู่มือครูวิชาคณิตศาสตร์ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

3. ศึกษาหลักเกณฑ์การสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เทคนิคการสร้างและการวิเคราะห์ข้อสอบปรนัยแบบเลือกตอบ จากงานวิจัยและเอกสารที่ เกี่ยวข้อง

4. สร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยผู้วิจัยสร้างข้อสอบ ทั้งหมด 24 ข้อ และต้องการใช้จริง 20 ข้อ เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ สาระและ มาตรฐานการเรียนรู้ จัดทำตารางวิเคราะห์ข้อสอบเพื่อกำหนดการคัดเลือกข้อสอบให้มีคุณภาพ และได้สัดส่วนตามที่กำหนด ดังตาราง 5

ตาราง 5 การวิเคราะห์แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง	ข้อที่	จำนวน (ข้อ)	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย			
			ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไป ใช้	การวิ เคราะห์
ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	1-8	8	ข้อ (1-3)	ข้อ (4-6)	ข้อ (7-8)	
การสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	9-10	2			ข้อ (9-10)	
ความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม	11-13	3			ข้อ (13)	ข้อ (11-12)
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและ รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	14-16	3			ข้อ (16)	ข้อ (14-15)
โจทย์ปัญหารูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน	17-20	4		ข้อ (17)	ข้อ (20)	ข้อ (18-19)

5. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่สร้างเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาโทเพื่อตรวจสอบและนำมาแก้ไข รวมทั้งตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา ความถูกต้อง ความชัดเจนด้านภาษา ความเหมาะสมกับเวลาที่ใช้ในการสอบ

6. นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ผู้วิจัยสร้างขึ้นให้ ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความรู้พื้นฐานพิจารณาความเที่ยงตรงของเนื้อหา จุดประสงค์กับระดับพฤติกรรม วิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) โดยใช้ผู้เชี่ยวชาญ ประเมินลงในแบบประเมินซึ่งมีค่าประมาณ 3 ระดับ ดังนี้

คะแนน	หมายถึง	ระดับความคิดเห็นในการประเมิน
+1	หมายถึง	สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
0	หมายถึง	ไม่แน่ใจกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด
-1	หมายถึง	ไม่สอดคล้องกับจุดประสงค์ที่ต้องการวัด

ถ้าได้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (Index of Item-Objective Congruence : IOC) มากกว่า หรือเท่ากับ 0.50 ถือว่ามีความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับเนื้อหา จุดประสงค์ กับระดับพฤติกรรมนำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม จากผลดำเนินการพบว่ามีค่า IOC อยู่ระหว่าง 0.6 – 1.00 จากการสร้างข้อสอบ 24 ข้อ คัดข้อสอบที่ใช้จริง 20 ข้อ

7. นำแบบทดสอบแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ผ่านการตรวจแก้ไขไปทดลองใช้กับนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเซนต์คาเบรียล ปีการศึกษา 2565 ที่ไม่ใช่กลุ่มทดลอง เพื่อวิเคราะห์หาค่าดัชนีความง่าย (p) และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) โดยมีเกณฑ์ค่าดัชนีความง่าย 0.20 – 0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก 0.20 ขึ้นไป จากผลการดำเนินการพบว่ามีคามยากง่าย (p) อยู่ระหว่าง 0.61 – 0.80 และค่าดัชนีอำนาจจำแนก (r) อยู่ระหว่าง 0.20 – 0.40 โดยคัดเลือกข้อสอบใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

8. วิเคราะห์หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ โดยใช้ สูตร K-R20 ของคูเดอร์-ริชาร์ดสัน จากผลการดำเนินการพบว่ามีคามเชื่อมั่นแบบคูเดอร์-ริชาร์ดสัน (Kuder Richardson) โดยใช้สูตร KR-20 ที่มีค่าเท่ากับ 0.89 คัดเลือกข้อสอบใช้จริงจำนวน 20 ข้อ

3. การเก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบกลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) ซึ่งมีรูปแบบวิจัย ดังตาราง 6

ตาราง 6 แบบแผนการวิจัย

กลุ่มตัวอย่าง	การทดสอบก่อน	การทดลอง	การทดสอบหลัง
	เรียน		เรียน
E	O_1	X	O_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการทดลอง ดังนี้

<i>E</i>	แทน นักเรียนกลุ่มทดลอง (Experimental Group)
<i>X</i>	แทน การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ Interactive Multimedia
O_1	แทน การทดสอบก่อนเรียน
O_2	แทน การทดสอบหลังเรียน

การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการศึกษาวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยดำเนินการทดลองตามขั้นตอน ดังนี้

1.ขอความอนุเคราะห์จากผู้บริหารโรงเรียนเซนต์คาเบรียล ให้นักเรียนประถมศึกษาปีที่ 5 จำนวน 45 คน เป็นกลุ่มตัวอย่างในการวิจัยในครั้งนี้ และผู้วิจัยจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

2.ทดสอบก่อนเรียน (Pre-test) โดยใช้แบบวัดความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ และทดสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่างโดยใช้ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

3.ดำเนินการสอนโดยผู้วิจัยเป็นผู้สอนด้วยตนเองและใช้แผนการจัดการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลาการสอน 12 คาบ กับกลุ่มตัวอย่าง

4.เมื่อสิ้นสุดการเรียนการสอนตามที่กำหนดแล้ว จึงทำการทดสอบหลังเรียน (Post-test) โดยใช้แบบวัดความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ ปรนัยจำนวน 20 ข้อ และทดสอบแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ กับกลุ่มตัวอย่าง โดยใช้ 2 คาบ คาบละ 50 นาที

5.นำแบบวัดความคิดทางเรขาคณิตและแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์มาตรวจให้คะแนนตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ แล้วนำไปวิเคราะห์ค่าทางสถิติต่อไป

4. การจัดการกระทำและวิเคราะห์ข้อมูล

การศึกษาวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยมีลำดับขั้นตอนในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1.เปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบมีปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน ซึ่งใช้ค่าสถิติ t-test for dependent Samples

2. เปรียบเทียบขั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ t-test One Group

3.เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้ค่าสถิติ t-test for Dependent Samples

4.เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์หลังเรียนกับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ค่าสถิติ t-test One Group

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยเรื่องการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ครั้งนี้ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตเรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

n	แทน	จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
k	แทน	คะแนนเต็มของข้อมูล
\bar{X}	แทน	ค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลที่ได้จากกลุ่มตัวอย่าง
S.D.	แทน	ค่าความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง
t	แทน	ค่าสถิติในการทดสอบสมมติฐาน
p	แทน	ค่าความน่าจะเป็นที่คำนวณได้จากค่าทางสถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน
**	แทน	มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 1 ผลการเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตเรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการประเมินผลการคิดทางเรขาคณิตก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนนจำนวน 20 ข้อ เปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test for dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 7

ตาราง 7 ผลการเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

การคิดทางเรขาคณิต	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
คะแนน	45	20	7.25	1.31	18.82	2.80	40.71**	0.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 7 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 2 ผลการเปรียบเทียบระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียปฏิสัมพันธ์กับเกณฑ์ร้อยละ 70

จากการประเมินขั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ โดยใช้สถิติ t-test for One – Sample ปรากฏผลดังตาราง 8

ตาราง 8 ผลการคิดระดับทางเรขาคณิตกับเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

ผลการคิดระดับทางเรขาคณิต	n	k	เกณฑ์การประเมินร้อยละ 70	\bar{x}	S.D.	t	p
คะแนน	45	20	14	18.82	1.66	76.23**	0.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 2 พบว่าผลการคิดทางเรขาคณิตเมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14 คะแนน พบว่านักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลการคิดระดับทางเรขาคณิตสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 3 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

จากการประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียน และหลังเรียน ด้วยแบบทดสอบแบบปรนัย 4 ตัวเลือก ข้อละ 1 คะแนนจำนวน 20 ข้อ เปรียบเทียบโดยใช้สถิติ t-test for dependent Samples ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 9 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	n	k	ก่อนเรียน		หลังเรียน		t	p
			\bar{x}	S.D.	\bar{x}	S.D.		
คะแนน	45	20	6.98	2.16	18.34	1.67	41.71**	0.00

จากตาราง 9 พบว่านักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ตอนที่ 4 ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ผลการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ t-test for One – Sample ปรากฏผลดังตาราง 9

ตาราง 10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์กับเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์	n	k	เกณฑ์การประเมินร้อยละ 70	\bar{x}	S.D.	t	p
คะแนน	45	20	14	18.37	1.30	94.64**	0.00

** มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

จากตาราง 10 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เมื่อเทียบกับเกณฑ์ที่ร้อยละ 70 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 14 คะแนน พบว่านักเรียนได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01



บทที่ 5

สรุปผลการวิจัย การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

ในการวิจัยในครั้งนี้ เป็นผลการจัดการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 โดยมีความมุ่งหมาย 1) เพื่อเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและ หลังเรียน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ก่อนเรียนและ หลังเรียน และ 3) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ที่เรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบ ปฏิสัมพันธ์เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนวิชาคณิตศาสตร์ (ค 15101) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2566 จำนวน 1 ห้อง มีจำนวนนักเรียน 45 คน ใช้วิธีการสุ่ม แบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยการสุ่ม การวิจัยครั้งนี้เป็นการ วิจัยกึ่งทดลอง (Quasi-Experimental Design) ซึ่งดำเนินการทดลองโดยใช้แผนการทดลองแบบ กลุ่มเดียวสอบก่อนและสอบหลัง (One-Group Pretest-Posttest Design) เครื่องมือที่ใช้ในการ วิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อ มัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ 2) แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และ 3) แบบทดสอบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย \bar{X} ร้อยละ (Percentage) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) อีกทั้งสถิติที่ใช้ในการตรวจสอบสมมติฐาน ได้แก่ t-test for dependent Samples สำหรับการเปรียบเทียบผลคะแนนของแบบทดสอบการคิด ทางเรขาคณิต และแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ระหว่างก่อนเรียนและหลัง เรียน และ t-test for one Sample สำหรับการเปรียบเทียบขั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตและผล คะแนนของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ทั้งก่อนเรียนและหลังเรียนกับเกณฑ์ ที่กำหนดร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม

ผลการวิจัย

จากผลดำเนินการวิจัย สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

1. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีการคิดทางเรขาคณิตหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีระดับการคิดทางเรขาคณิตผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
3. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01
4. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

การอภิปรายงานวิจัย

จากผลการวิจัยการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้เป็นดังนี้

1. การเปรียบเทียบการคิดทางเรขาคณิต เรื่องรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกทั้งได้กำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งลักษณะแบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบนั้นครอบคลุมระดับการคิดทางเรขาคณิตที่ต้องการวัด โดยข้อสอบมีการวัดการคิดทางเรขาคณิต 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นพื้นฐานหรือชั้นที่ 1 การมองเห็น (Visualization) และชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ซึ่งเป็นการคิดทางเรขาคณิตรูปแบบแวนฮีล (Van Heile Model) ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของ อรรถกร ใจเดช (2554) ได้ศึกษาพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนของแวนฮีล เมื่อนักเรียนผ่านกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวการสอนของแวนฮีลระดับการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนด้านการตระหนักเกี่ยวกับรูปร่างการใช้ทฤษฎีบทการจัด

กลุ่มของรูปเรขาคณิตและการพิสูจน์เป็นไปในทิศทางเดียวกันกล่าวคือ จำนวนนักเรียนที่มีแนวโน้มแสดงระดับการคิดในระดับที่ 2 และระดับที่ 3 มีจำนวนนักเรียนเพิ่มขึ้นในทุก ๆ ด้าน

2. นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์มีชั้นระดับการคิดทางเรขาคณิตผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกทั้งได้กำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งลักษณะแบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบนั้นครอบคลุมระดับการคิดทางเรขาคณิตที่ต้องการวัด โดยข้อสอบมีการวัดการคิดทางเรขาคณิต 2 ชั้น ได้แก่ ชั้นพื้นฐานหรือชั้นที่ 1 การมองเห็น (Visualization) และชั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis) ซึ่งเป็นการคิดทางเรขาคณิตรูปแบบแวนฮีลี (Van Heile Model) ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของชนิศวรา ฉัตรแก้ว (2549) ได้ศึกษาการพัฒนาการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลีโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเรขาคณิตแบบพลวัต ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และมีลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีลีเพิ่มขึ้นมากที่สุดในชั้นที่ 2 นอกจากนี้ครูผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้การสอนด้วยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ จึงส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และมีการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้น

3. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์หลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 เนื่องจากการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกทั้งได้กำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งลักษณะแบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบนั้นครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่ต้องการวัด ได้แก่ ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านประเมินค่า ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานวิจัยของกฤษกร สุขอนันต์ (2558) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ระหว่างการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และเทคนิค TGT ผลการศึกษาพบว่า) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6

ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และ 3) นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TAI และที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค TGT มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไม่แตกต่างกัน

4. การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 นักเรียนที่ได้รับการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์จะมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 เนื่องจากการเรียนรู้โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ได้ถูกออกแบบอย่างเป็นระบบตามขั้นตอน เริ่มจากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องอีกทั้งได้กำหนดเนื้อหาให้สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ซึ่งลักษณะแบบทดสอบจะเป็นแบบเลือกตอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 20 ข้อ ข้อสอบนั้นครอบคลุมพฤติกรรมที่ต้องการวัดที่ต้องการวัด ได้แก่ด้านความจำ ด้านความเข้าใจ ด้านการประยุกต์ใช้ ด้านการวิเคราะห์ และด้านประเมินค่า ทั้งนี้มีความสอดคล้องกับงานของวิจัยนพดล ทุมเชื้อ (2553) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม โดยใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่เน้นลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮีสต์ ผลการศึกษาพบว่านักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 ผ่านเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 60 นอกจากนี้ครูผู้สอนยังมีบทบาทสำคัญที่จะช่วยกระตุ้นนักเรียนด้วยการใช้การสอนด้วยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ จึงจะส่งผลให้นักเรียนสามารถเรียนรู้และมีการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตเพิ่มขึ้นตามลำดับขั้น

ข้อเสนอแนะจากงานวิจัย

1. ข้อเสนอแนะในการนำผลการวิจัยไปใช้

1.1 ครูผู้สอนควรศึกษาหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในการจัดการเรียนการสอน และให้คำแนะนำและอธิบายอย่างใกล้ชิด เพื่อให้ให้นักเรียนเกิดความเข้าใจในการเรียนรู้มากขึ้น

1.2 ก่อนที่จะเริ่มจัดการเรียนการสอน ครูผู้สอนควรหาอุปกรณ์ หรือสิ่งของที่ผู้เรียนสัมผัสได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนได้ผลลัพธ์มากขึ้นด้วย

1.3 ในระหว่างจัดการเรียนการสอนครูผู้สอนควรเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มาอภิปรายร่วมกับเพื่อนหน้าชั้นเรียนในหัวข้อที่ได้เรียนรู้ และครูผู้สอนคอยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้และแนะแนวทางได้ แต่ไม่ควรบอกคำตอบหรือกำหนดคำตอบให้นักเรียน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ด้วยตนเอง

1.4 ครูผู้สอนควรตรวจใบกิจกรรมของนักเรียนเมื่อผู้เรียนเรียนจบในแต่ละหัวข้อและให้คำแนะนำกับนักเรียนทันที จะทำให้ผู้เรียนได้ทราบผลการทำใบกิจกรรมของผู้เรียนว่าถูกหรือไม่ เพื่อทำใบกิจกรรมครั้งต่อไปจะมีการพัฒนาขึ้นตามลำดับ

1.5 ครูผู้สอนควรศึกษาข้อมูลจากคู่มือครูในการจัดการเรียนการสอนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดีย และศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับการคิดทางเรขาคณิตให้มีความรู้อย่างเชี่ยวชาญ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 จากการวิจัยพบว่า ควรทำการทดสอบการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์แนะแนวทางภายใต้สภาพแวดล้อมที่แตกต่างกันโดยเปรียบเทียบแบบทดสอบระหว่างห้องระหว่างกลุ่มเรียน ควรมีกุ่มควบคุมและกลุ่มทดลอง และถ้าเป็นไปได้ก็สามารถขยายผลการทดสอบไปยังกลุ่มตัวอย่างอื่นได้เช่นกัน

2.2 จากการวิจัยพบว่า ควรมีศึกษาเพื่อเปรียบเทียบการสอนโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์กับการสอนแบบอื่น ๆ อาทิการสอนโดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ เป็นต้น เพื่อนำผลมาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

บรรณานุกรม

- Crowley, M. L. (1987). **Learning and Teaching Geometry, K-12**. Reston, Virginia: International Council of Teaching of mathematics. (P1-P6).
- Crowley, M.L. (1987). The van Hiele Model of the Development of Geometric Thought. In Mary Montgomery Lindquist (Ed.). **1987 NCTM Yearbook: Learning and teaching geometry, K-12**. (pp. 1 – 16). Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Chang, K.E., Sung, Y.T. and Lin S.Y. (2007). Developing geometry thinking through multimedia learning activities. **Computers in Human Behavior**, 23, 2212-2229.
- Fuys, D. Geddes, D., and Tischler, R. (1984). **English Translation of selected Writings of Dina Van Heile-Gelof and Pierre M. van Heile**. New York: Brooklyn College. อ้างถึงใน สิริพร ทิพย์คง. 2537. แนวโน้มการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- Frater Harald and Drick Paulissen. (1994). **Multimedia Mania**. Grand Rapid, MI: Abacus, Inc.
- Gray, E. and Tall, D. (1992). Success and Failure in Mathematics : The Flexible Meaning of Symbols as Process and Concept. **Mathematics Teaching.**, 142, 6-10.
- NCTM. (2000). **Principles and standards for school mathematics**. Roston, VA: The National Council of Teachers of Mathematics.
- National council of teacher of mathematics. (2021). Patch Tool. Retrieved April 20, 2021, from <https://www.nctm.org/Classroom-Resources/Illuminations/Interactives/Patch-Tool/>
- Ravielli, A. **An adventure in geometry**. New York: The Viking Press, 1957.
- กรมวิชาการ. (2551). **หนังสือสาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ในหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ : กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**.

กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.

กิตติศักดิ์ ใจอ่อน. (2550). **การพัฒนากระบวนการคิดทางเรขาคณิตศาสตร์ของนักเรียนด้วยแผนการสอนแบบเปิดที่เน้นการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad.** วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ฉวีวรรณ เศวตมาลย์. (2543). **ศิลปะการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : สุริยสาส์น.

ชมนาด เชื้อสุวรรณทวี. (2561). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์.** กรุงเทพฯ : โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนิศวรา ฉัตรแก้ว. (2549). **การพัฒนาหน่วยการเรียนรู้เรขาคณิตและลำดับขั้นการคิดทางเรขาคณิตตามรูปแบบแวนฮิลล์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูปแบบพลวัตสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.** วิทยานิพนธ์ปริญญาเอก, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

ชัยศักดิ์ ลีลาจรัสกุล. (2543). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษา.** กรุงเทพฯ: โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ปทุมวัน.

ดวงเนตร คงปริพันธ์. (2541). **การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทน ในการจำเนื้อหาที่เป็นกระบวนการของนักเรียนที่บกพร่องทางการได้ยิน ที่เรียนด้วยบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอน ที่มีกลยุทธ์การนำเสนอภาพเคลื่อนไหวต่างกัน.** จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. บัณฑิตวิทยาลัย.

นพดล ทุมเชื้อ. (2553). **การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์เรื่อง “รูปสี่เหลี่ยม” โดยการใช้โปรแกรม The Geometer's Sketchpad ที่เน้นลำดับขั้นการคิดตามรูปแบบแวนฮิลล์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนวัดลานนาบุญ จังหวัดนนทบุรี.** วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต (การสอนคณิตศาสตร์) กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ณัฐภณ สุเมธธิดม. (2554). **การพัฒนาสื่อคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชา การจัดแสงเพื่องานออกอากาศ ระดับชั้นปริญญาตรี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.** กรุงเทพมหานคร: คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัย

เทคโนโลยีราชมงคลพระนคร.

พรรณณี ช. เจนจิต. (2545). **จิตวิทยาการเรียนการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ:

คอมแพคพรีนธ์.

พิสิทธ์ ฌอน บัวกนก. (2564). **การออกแบบและพัฒนาสื่อมัลติมีเดีย**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ดี
เซมเบอร์รี่.

ทองขาว แสงสุริจันทร. (2550). **การศึกษาระดับการคิดทางเรขาคณิตของกับเรียนชั้น**

มัธยมศึกษา ตอนต้นของประเทศไทย โดยใช้ โปรแกรม The Geometer's

Sketchpad. วิทยานิพนธ์ ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ทิตินา แคมมณี.(2545). **ศาสตร์การสอน**. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ทิตินา แคมมณี. (2548). **ศาสตร์การสอน:องค์ความรู้เพื่อการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่มี**

ประสิทธิภาพ.พิมพ์ครั้งที่ 4. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

บุญชม ศรีสะอาด. (2541). **การพัฒนาการสอน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: เวลต์มีเดีย จำกัด.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). **การวิจัยเบื้องต้น**. (พิมพ์ครั้งที่ 8). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาสน์.

บัณฑิต พลเพียร. (2550). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์ช่วยสอนแบบปฏิสัมพันธ์โดยใช้**

มัลติมีเดีย วิชาเขียนแบบงานวิศวกรรมโยธา สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี

สาขาวิชาเทคโนโลยีวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนคร
เหนือ. วิทยานิพนธ์. กรุงเทพฯ.

ปานทอง, ก. ล. ร., เซอริ, อ. ด., & สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555).

เทคนิคการสอนคณิตศาสตร์ ระดับประถมศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2, [ฉบับปรับปรุงแก้ไข]:

กรุงเทพฯ : 3-คิว มีเดีย.

บุปผชาติ ทัพพิภรณ์. (2544). **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา**. กรุงเทพฯ :

ศูนย์พัฒนาหนังสือ กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช. (2535). **เทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา**. นนทบุรี: สำนักพิมพ์

มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

พิชิต ฤทธิจัญญ. (2552). **หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 5. กรุงเทพฯ:

แฮร์ส ออฟ เคอร์มิสท์.

ยุพิน พิพิธกุล. (2554). **การเรียนการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : บริษัทกรพิมพ์.

เยาวลักษณ์ เตียรณบรรจง. (2544). **ความรู้เกี่ยวกับสื่อมัลติมีเดียเพื่อการศึกษา**.

- พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- วลีพร เดชเดชา. (2547). **การศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาเรขาคณิตของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการสอนซ่อมเสริมภาพลักษณ์ในทัศนทางเรขาคณิต**. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร.
- สมพร เรืองโชติวิทย์. (2523). **รากฐานเรขาคณิต**: กรุงเทพฯ : ภาควิชาคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ บางเขน.
- สิริพร ทิพย์คง. (2536). **ทฤษฎีและวิธีสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2537). **แนวโน้มการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2542). **งานวิจัยการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ปีการศึกษา 2521-2542**. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). **หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : พัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- เสริมศักดิ์, ว. ศ. (2520). **รากฐานของเรขาคณิต = Foundations of geometry**. พิมพ์ครั้งที่ 2. พิษณุโลก : มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ พิษณุโลก.
- สุมิตร คุณากร. (2523). **หลักสูตรการสอน**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชวนพิมพ์.
- สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2560). **กระบวนการทัศน์เทคโนโลยีการศึกษาในยุคดิจิทัล**. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ: ศูนย์หนังสือจุฬา
- สุกรี รอดโพธิ์ทอง. (2552). **เอกสารคำสอน วิชาคอมพิวเตอร์ช่วยสอน**. กรุงเทพมหานคร : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
- โสภณ บำรุงสงฆ์. (2540). **เทคนิคและวิธีการสอนคณิตศาสตร์แนวใหม่**. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ศิริชัย กาญจนวาสี. (2556). **ทฤษฎีการทดสอบแบบดั้งเดิม**. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ศิริอร มโนมัยยา. (2546). **การพัฒนาบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย เรื่อง การใช้ปีเปตต์**. วิทยานิพนธ์ กศ.ม. (เทคโนโลยี). กรุงเทพฯ: บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

อิทธิพัทธ์ สุวทันพรกุล. (2560). แนวคิดและเทคนิคการวิจัยปฏิบัติการในชั้นเรียน. การวัดผล
และวิจัยการศึกษา. คณะศึกษาศาสตร์. มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

และหนังสือขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. คมคาย พันธุ์เพ็ง มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธีญลักษณ์ งามขำ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง
3. อาจารย์ ดร. ดรุณี อภัยกาวิ มหาวิทยาลัยพะเยา
4. อาจารย์ ดร. วีรวัฒน์ ไทยขำ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์





ที่ อว 8718/2828

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณะบดีคณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

เนื่องด้วย นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปฏิญานินพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์” โดยมี อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานินพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คมคาย พันธุ์เพ็ง และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ธัญลักษณ์ งามขำ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ 1) แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ 2) แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391



ที่ อว 8718/2828

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยพะเยา

เนื่องด้วย นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์” โดยมี อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.ตรุณี อภัยกาวิ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ

1) แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ 2) แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391

ที่ อว 8718/2828



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ
114 สุขุมวิท 23 แขวงคลองเตยเหนือ
เขตวัฒนา กรุงเทพฯ 10110

6 พฤศจิกายน 2566

เรื่อง ขอบความอนุเคราะห์เชิญบุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ

เรียน คณบดีคณะครุศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏนครสวรรค์

เนื่องด้วย นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม นิสิตระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิทยาการทางการศึกษา และการจัดการเรียนรู้ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ได้รับอนุมัติให้ทำปริญญาานิพนธ์ เรื่อง “การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5 โดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์” โดยมี อาจารย์ ดร.สุณิสา สุมิตรณะ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัยขอเรียนเชิญ อาจารย์ ดร.วีรวัฒน์ ไทยขำ เป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจ
1) แผนการจัดการเรียนรู้การพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตโดยวิธีการค้นพบร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์
2) แบบวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม และ 3) แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ทั้งนี้ นิสิตได้ติดต่อประสานงานเบื้องต้นกับบุคลากรของท่านแล้ว และจะประสานงานในรายละเอียดดังกล่าวต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อขอบความอนุเคราะห์บุคลากรในสังกัดเป็นผู้เชี่ยวชาญ ให้ นางสาวธิดารัตน์ บุญชุม และขอขอบพระคุณมา ณ โอกาสนี้

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

โทร. 0 2649 5064

หมายเหตุ : สอบถามข้อมูลเพิ่มเติมกรุณาติดต่อ นิสิต โทรศัพท์ 085 359 1391



ภาคผนวก ข

เครื่องมือการที่ใช้ในการวิจัย

แผนการจัดการเรียนรู้ระยะยาวการจัดการเรียนรู้โดยการค้นพบร่วม

กับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ที่มีต่อการคิดทางเรขาคณิต

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
1	ทบทวนพื้นฐานทางเรขาคณิต	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูอธิบายทบทวนเรื่อง เส้นตรง ส่วนของเส้นตรง และรังสี โดยมีคำถามให้กับนักเรียนว่ามุมเกิดขึ้นได้อย่างไร</p> <p>ครูเตรียมรูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติเพื่อให้นักเรียนสำรวจ</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูให้นักเรียนยกตัวอย่างสิ่งของที่มีมุมเป็นส่วนประกอบและอธิบายตามที่ตัวเองเข้าใจเกี่ยวกับมุมให้เพื่อน ๆ ฟัง และร่วมอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจมากขึ้น</p> <p>ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากเครื่องใช้ที่อยู่รอบตัวเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม โดยร่วมกันอภิปรายเพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่จะเรียนรู้ และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของมุมให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการค้นพบเรื่องมุมมากขึ้น และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องมุม ที่เกิดจากเส้นตรง ส่วนของเส้นตรง และรังสีที่ความสัมพันธ์และสามารถนำมาเชื่อมโยงกัน</p>	<p>- รูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติ</p> <p>- สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของมุม</p>	<p>ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1</p> <p>การมองเห็น (Visualization)</p>

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
2	ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูเตรียมรูปเรขาคณิตรูปสี่เหลี่ยมสองมิติ และถามนักเรียนว่ารูปที่นักเรียนเห็นคือรูปอะไร ทำไมถึงเรียกแบบนี้</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ให้นักเรียนหาสิ่งของที่นักเรียนเคยพบเจอที่มีลักษณะคล้ายรูปสี่เหลี่ยมและร่วมอภิปรายเพื่อให้เกิดความความสัมพันธ์และความเชื่อมโยงรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดเข้าใจมากขึ้น</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของชนิดของรูปสี่เหลี่ยม (รูป) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการค้นพบเรื่องชนิดของรูปสี่เหลี่ยมมากขึ้น และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องมุมที่เกิดจากการสังเกตุของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)
3	สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูตั้งคำถามกับนักเรียน “นักเรียนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (รูป) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการ</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องของสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
		<p>เชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรมเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์</p>		
4 - 5	การวิเคราะห์ชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูนำรูปสี่เหลี่ยมทุกชนิดให้นักเรียนดู และให้นักเรียนนำมาแยกตามด้านและมุมที่นักเรียนเข้าใจ</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูนำสิ่งของที่มีลักษณะคล้ายกับรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาให้นักเรียนดูเพิ่มเติม และนักเรียนเกิดการสำรวจความเหมือนและความแตกต่างของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม (รูปและรายละเอียด) ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการเชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>นักเรียนสรุปเรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด</p>	<ul style="list-style-type: none"> - รูปสี่เหลี่ยมทุกชนิด - สิ่งของที่คล้ายรูปสี่เหลี่ยม - สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องชนิดและสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม 	<p>ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
		มาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ที่ได้จากด้านและมุม		
6	สมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูมีรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดให้นักเรียนและให้นักเรียนสร้างเส้นทแยงมุมบนรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูมีรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดและสร้างเส้นทแยงมุมบนรูปสี่เหลี่ยมพร้อมให้นักเรียน ให้นักเรียนวัดความยาวของเส้นทแยงมุมของแต่ละชนิด และสังเกตเส้นทแยงมุมที่เกิดขึ้นบนรูปสี่เหลี่ยมและร่วมกันอภิปราย</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม ให้นักเรียนศึกษาเพื่อเกิดการเชื่อมโยงสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมากขึ้น ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยมที่เกิดจากการสืบค้นและสังเกตของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดมาเชื่อมโยงหาความสัมพันธ์ที่ได้จากด้านและมุม</p>	<ul style="list-style-type: none"> - รูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด - สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องสมบัติของเส้นทแยงมุมของรูปสี่เหลี่ยม 	ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
7	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านมาให้โดยอธิบายที่ละขั้นตอน และมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้านโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดและลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวของด้านที่กำหนด</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
8	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุมมาให้โดยอธิบายทีละขั้นตอน และมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุมโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดและ ลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดขนาดของมุม	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>
		นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากขนาดของมุมที่กำหนด		

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
9	การสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน ครูแสดงการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้ โดยอธิบายทีละขั้นตอน และมีการถามตอบระหว่างการสร้างรูปสี่เหลี่ยม</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุมให้โดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป นักเรียนสรุปเรื่องวิธีการสร้างรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวของเส้นทแยงมุมที่กำหนด</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการสร้างรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>
10 - 11	การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ ครูทบทวนความรู้เดิมของนักเรียนเรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่ได้เรียนมาแล้วด้วยการถามตอบ</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน - ครูสอนการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้าน โดยให้นักเรียนสร้างรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก ตามที่โจทย์กำหนด และนับช่องตาราง</p>	<p>- สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของด้าน โดยการนับช่อง</p> <p>- สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อ</p>	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
		<p>และบันทึกผลที่ได้ลงในช่องคำตอบ</p> <p>- ครูอธิบายและสาธิตการสร้างรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนและรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้เป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของรูปสี่เหลี่ยมให้เข้าใจในการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดได้</p> <p>ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมโดยครูคอยแนะนำและให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิด และลงมือปฏิบัติด้วยการทำใบกิจกรรม</p> <p>ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปโดยการเปรียบเทียบการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากตาราง และการหาพื้นที่จากสูตรการหาพื้นที่</p> <p>- ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้าน</p>	กำหนดความยาวของด้าน โดยจากสูตรการหาพื้นที่	
12	การหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	<p>ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ</p> <p>ครูทบทวนความรู้เรื่องการหาพื้นที่รูปสี่เหลี่ยมจากความยาวด้านโดยการถามตอบประกอบการอธิบาย</p> <p>ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน</p> <p>ครูมีสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม โดยครูคอยแนะนำและ</p>	สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ในเรื่องการหาพื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยมเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม	<p>- ขั้นพื้นฐานหรือขั้น 1 การมองเห็น (Visualization)</p> <p>- ขั้นที่ 2 การวิเคราะห์ (Analysis)</p>

คาบ	เรื่อง	ชั้นการสอน	สื่อ	จุดเน้นในการพัฒนาการคิดทางเรขาคณิต
		ให้คำปรึกษาอย่างใกล้ชิดพร้อมกับให้คำอธิบายและถามตอบระหว่างการศึกษจากกรณีสื่อมัลติมีเดีย		



แผนการจัดการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	วิชาคณิตศาสตร์	รหัสวิชา ค 15101
ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5	ภาคเรียนที่ 2	ปีการศึกษา 2566
หน่วยการเรียนรู้ที่ 7	เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม	จำนวน 1 คาบ
ครูผู้สอนมิสิตารัตน์ บุญชุม สอนสัปดาห์ที่ 4 วันที่ 27 เดือน พฤศจิกายน พ.ศ. 2566		

1. สาระการเรียนรู้ที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

2. มาตรฐานการเรียนรู้

ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและการคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิตและนำไปใช้

3. ตัวชี้วัด (Indicators)

ค 2.1.4 แสดงวิธีการหาคำตอบของโจทย์ปัญหาเกี่ยวกับความยาวรอบรูปของรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนานและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค 2.2.2 จำแนกรูปสี่เหลี่ยมโดยพิจารณาจากสมบัติของรูป

ค 2.2.3 สร้างรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ เมื่อกำหนดความยาวของด้านและขนาดของมุม หรือเมื่อกำหนดความยาวของเส้นทแยงมุม

4. สารสำคัญ / สารการเรียนรู้แกนกลาง

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม คือส่วนประกอบต่าง ๆ ที่บอกถึงชนิดของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดโดยสามารถพิจารณาสมบัติได้จาก มุม ด้าน และเส้นทแยงมุม

5. สมรรถนะสำคัญของผู้เรียน (เลือกเฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับเนื้อหาการสอน)

- ความสามารถในการเรียนรู้ การสื่อสาร ความสามารถในการคิดอย่างเป็นระบบ
- ความสามารถในการแก้ปัญหา ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต
- ความสามารถในการใช้เทคโนโลยี

6. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ (เลือกเฉพาะข้อที่สัมพันธ์กับเนื้อหาที่สอน)

- รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์ ยึดมั่นในการปกครองระบอบประชาธิปไตย
- ซื่อสัตย์สุจริต มีวินัยและรับผิดชอบ
- ใฝ่เรียนรู้ อยู่อย่างพอเพียง
- วิริยะ อุตสาหะ มุ่งมั่นในการทำงาน มีความเป็นสากล พร้อมรักความเป็นไทย
- มีจิตสาธารณะ ปลอดภัยเสพติด
- รักและภาคภูมิใจในสถาบันการศึกษา

7. ตัวชี้วัด/จุดประสงค์การเรียนรู้ (ระบุให้ครบ KPA)

ด้านความรู้ (K: Knowledge)	ด้านทักษะ กระบวนการ (P: Process)	ด้านคุณลักษณะอันพึง ประสงค์ (A: Attitude)
1.สามารถจำแนกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด ตามสมบัติของรูป	1.ใช้เหตุผลประกอบการตัดสินใจในการจำแนกรูปชนิดของรูปสี่เหลี่ยมและ	1. ทำงานเป็นระเบียบ เรียบร้อย รอบคอบ ส่งงานตรงเวลาและมีความเชื่อมั่น

สีเหลืองได้	สรุปได้อย่างมีเหตุผล	ในตนเอง
2.สามารถบอก ความสัมพันธ์และ สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม แต่ละชนิดได้	2.ใช้ความรู้ ทักษะและ การคิดทางเรขาคณิตใน การแก้ปัญหาใน สถานการณ์ต่าง ๆ ได้ อย่างเหมาะสม	2.การกล้าแสดงออก

8. การจัดการเรียนรู้

สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

9. กระบวนการจัดการเรียนรู้ (ตามจำนวนคาบการจัดการเรียนรู้)

เรื่อง สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

จุดประสงค์การเรียนรู้

เมื่อกำหนดรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ ให้ สามารถจำแนกได้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน รูปสี่เหลี่ยมคางหมู หรือรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว พร้อมทั้งบอกความสัมพันธ์และสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด อีกทั้งสามารถมีการคิดทางเรขาคณิตขั้น 1 และ ขั้น 2

กิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ

1. ครูทบทวนเรื่องรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก โดยให้นักเรียนบอกชื่อสิ่งของที่อยู๋ภายในห้องเรียนที่มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมมุมฉาก เช่น กระดานดำ ป้ายนิเทศ พินโต๊ะ ปกสมุด ปกหนังสือ ให้นักเรียนช่วยกันสรุปลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมมุมฉากว่า เป็นรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก จากนั้นให้นักเรียนใช้กระดาษที่พับเป็นมุมฉาก ตรวจสอบโดยวัดมุมทั้งสี่มุมของปกสมุด ปกหนังสือหรือพินโต๊ะ

2. ครูตั้งคำถามกับนักเรียน “นักเรียนคิดว่ารูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดเหมือนหรือแตกต่างกันอย่างไร”
3. ครูและนักเรียนร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม (ความยาวของด้าน, ขนาดมุม และเส้นทแยงมุม)

ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน

1. ครูเตรียมรูปสี่เหลี่ยมชนิดต่าง ๆ อย่างละ 1 รูป ให้นักเรียนช่วยกันจัดประเภทตามเกณฑ์ที่ครูกำหนด ดังนี้

- รูปที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
- รูปที่มีด้านขนานกันเพียง 1 คู่
- รูปที่มีด้านขนานกัน 2 คู่
- รูปที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน
- รูปที่มีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน
- เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน
- เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน
- มุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน
- ด้านที่ติดกันยาวเท่ากัน 2 คู่
- เส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก
- เส้นทแยงมุมไม่ตัดกันเป็นมุมฉาก

2. จากนั้นครูถามนักเรียนเพื่อทบทวนว่า

- รูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉากและรูปที่มีด้านทุกด้านยาวเท่ากันเป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด (รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส)

- รูปสี่เหลี่ยมมุมฉากที่มีด้านตรงกันยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน เป็นรูปสี่เหลี่ยม

ชนิดใด (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า)

- รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านตรงข้ามขนานกันและยาวเท่ากัน และมุมแต่ละมุมเป็นมุมฉาก

(รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน)

- รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกัน 2 คู่ และมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก

(รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปเหลี่ยมผืนผ้า)

- รูปสี่เหลี่ยมที่มีด้านขนานกันเพียง 1 คู่ (รูปสี่เหลี่ยมคางหมู)
- รูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก และมุมตรงข้ามมีขนาดเท่ากัน

(รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน)

- รูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมตัดกันไม่เป็นมุมฉาก (รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า, รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน และรูปสี่เหลี่ยมคางหมู)
- รูปสี่เหลี่ยมที่มีเส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน และตัดกันเป็นมุมฉาก (รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน)

5. ครูให้นักเรียนเรียนรู้จากเครื่องใช้ที่อยู่รอบตัวเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยม โดยร่วมกันอภิปราย เพื่อให้เกิดความเข้าใจที่ถูกต้องในเรื่องที่จะเรียนรู้

6. ครูให้นักเรียนเปิดสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมเพื่อเข้าไปศึกษาเรื่องชนิดของรูปสี่เหลี่ยมซึ่งเป็นทฤษฎีบทของรูปสี่เหลี่ยมโดยการพิจารณาจากความยาวด้าน ขนาดของมุม และความยาวของเส้นทแยงมุม ครูและนักเรียนร่วมกันศึกษาโดยครูคอยแนะนำด้วยการถามตอบประกอบการอธิบายอย่างใกล้ชิด

ขั้นตอนที่ 3 ขั้นฝึกทักษะ

ครูให้นักเรียนทำกิจกรรมโดยแจกใบกิจกรรมเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม ที่กำหนดรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดให้นักเรียนสำรวจความยาวของด้าน ขนาดของมุมและความยาวของเส้นทแยงมุมเพื่อเชื่อมโยงความสัมพันธ์ของสมบัติรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิด

ขั้นตอนที่ 4 ขั้นสรุป

ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปความรู้ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมเรื่องสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมได้
ดังนี้

- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส :
- มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
 - ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่
 - เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก
- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า :
- มุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
 - ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน และด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่
 - เส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- รูปสี่เหลี่ยมเปียกปูน :
- มุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก และมุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากัน
 - ด้านทุกด้านยาวเท่ากัน และด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่
 - เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน และตัดกันเป็นมุมฉาก
- รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน :
- มุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉาก และมุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากัน
 - ด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน แต่ด้านที่อยู่ติดกันยาวไม่เท่ากัน และด้านตรงข้ามขนานกัน 2 คู่
 - เส้นทแยงมุมยาวไม่เท่ากัน แบ่งครึ่งซึ่งกันและกัน
- รูปสี่เหลี่ยมคางหมู :
- ด้านตรงข้ามขนานกัน 1 คู่
- รูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง :
- ด้านที่อยู่ติดกันยาวเท่ากัน 2 คู่
 - มุมที่อยู่ตรงข้ามกันมีขนาดเท่ากัน 1 คู่
 - เส้นทแยงมุมยาวตัดกันเป็นมุมฉาก และมีเส้นทแยงมุมเพียงเส้นเดียวที่ถูกรแบ่งครึ่งด้วยเส้นทแยงมุมอีกเส้นหนึ่ง

10. กระบวนการที่ใช้สอน (ระบุที่ใช้ในชั่วโมง / คาบสอน)

- กระบวนการเรียนความรู้ความเข้าใจ กระบวนการปฏิบัติ กระบวนการกลุ่ม
 กระบวนการสร้างความคิดรวบยอด กระบวนการสร้างค่านิยม กระบวนการแก้ปัญหา
 กระบวนการเรียนภาษา กระบวนการสร้างความตระหนัก กระบวนการคณิตศาสตร์
 ทักษะกระบวนการ 9 ชั้น กระบวนการสร้างเจตคติ กระบวนการทางวิทยาศาสตร์
 กระบวนการคิดอย่างมีวิจารณญาณ กระบวนการอ่าน แบบที่.....
 กระบวนการวิเคราะห์

11. วิธีการสอนที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ (ระบุเฉพาะวิธีที่ได้สอน)

- การบรรยาย (Lecture) การสาธิต (Demonstration) การทดลอง (Experiment)
 แบบนิรนัย (Deduction) แบบอุปนัย (Induction) แบบทัศนศึกษา (Field Trip)
 การอภิปรายรายกลุ่มย่อย (Small Group Discussion) การแสดงละคร (Dramatization)
 การแสดงบทบาทสมมติ (Role Playing) กรณีตัวอย่าง (Case)
 การใช้สถานการณ์จำลอง (Simulation) แบบศูนย์การเรียน (Learning Center)
 การบทเรียนโปรแกรม (Programmed Instruction) การใช้เกม (Game)
 ระบุเพิ่มเติม _____ ระบุเพิ่มเติม _____

12. สื่อการเรียนการสอน (สื่อวัสดุสิ่งของ / สื่อธรรมชาติ / สื่อเทคโนโลยี/ แหล่งเรียนรู้)

- สื่อวัสดุสิ่งของ
- Interactive Multimedia สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
- ใบกิจกรรมสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม

13. การวัดผลประเมินผล

จุดประสงค์การเรียนรู้ (ระบุหัวข้อ จุดประสงค์ใน ชั่วโมง/คาบ)	ชิ้นงาน/ หลักฐาน	วิธีการวัดผล	เครื่องมือวัดผล	เกณฑ์การ สอน แต่ละ จุดประสงค์
นักเรียนสามารถอธิบายสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมตามลักษณะของด้านและมุมของรูปสี่เหลี่ยมได้	ใบกิจกรรมสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	1. ตรวจใบกิจกรรมสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม 2. หาคำตอบจากอย่างสมเหตุสมผล 3. สังเกตจากการร่วมกันถามตอบในห้องเรียน	1. แบบประเมิน / ใบงานและแบบฝึกทักษะ 2. แบบสังเกตพฤติกรรมความสนใจรายบุคคล	1. การกำหนดเป้าหมายร่วมกัน 2. การปฏิบัติหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย 3. แสดงความคิดเห็นและสนทนาโต้ตอบกับครูได้อย่างมีเหตุผล

14. คุณธรรม จริยธรรมที่สอดแทรก

1. ความขยัน
2. ความมีวินัย
3. ความมีน้ำใจ
4. ความสามัคคี

15. บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

วัน เดือน ปี	บันทึกผลหลังการสอน
28/ 11/ 66	ด้าน K : นักเรียนสามารถบอกชนิดของรูปสี่เหลี่ยมแต่ละชนิดได้ ตามสมบัติของรูปสี่เหลี่ยม
	ด้าน P : ใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และเทคโนโลยี ในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างเหมาะสม
	ด้าน A : นักเรียนทำงานเป็นระเบียบเรียบร้อย รอบคอบ ส่งงานตรงเวลา และมีความ เชื่อมั่นในตนเอง

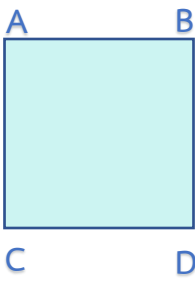


ใบกิจกรรม

เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม (Quadrilaterals)

คำสั่ง : ให้นักเรียนบันทึกค่าจากรูปที่กำหนดให้ลงในตารางให้ถูกต้อง

1.

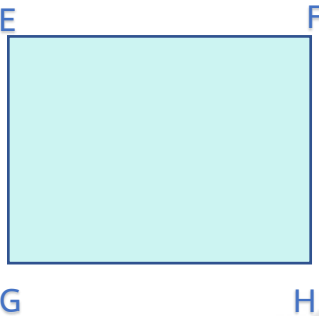
รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของมุม			
	\overline{AB}	\overline{BC}	\overline{CD}	\overline{DA}	$\angle A$	$\angle B$	$\angle C$	$\angle D$
								

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{AC}	\overline{BD}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

2.

รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของ			
	\overline{EF}	\overline{FH}	\overline{HG}	\overline{EG}	$E\hat{F}H$	$F\hat{H}G$	$H\hat{G}E$	$G\hat{E}F$
								

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{EH}	\overline{GF}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

3.

รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของ			
	\overline{CU}	\overline{CT}	\overline{UE}	\overline{TE}	$C\hat{U}E$	$U\hat{E}T$	$E\hat{T}C$	$T\hat{C}U$

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{CE}	\overline{TU}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

4.

รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของ			
	\overline{HO}	\overline{OE}	\overline{HM}	\overline{ME}	\widehat{OEM}	\widehat{EMO}	\widehat{MHO}	\widehat{HOE}

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{HE}	\overline{MO}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

5.

รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของ			
	\overline{CE}	\overline{CA}	\overline{AF}	\overline{FE}	$C\hat{E}F$	$C\hat{A}F$	$A\hat{C}E$	$E\hat{F}A$

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{CF}	\overline{AE}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

6.

รูปสี่เหลี่ยม	ความยาวของด้าน (ซม.)				ขนาดของ			
	\overline{WO}	\overline{OR}	\overline{WD}	\overline{RD}	$W\hat{O}R$	$O\hat{R}D$	$R\hat{D}W$	$O\hat{W}D$

ความยาวเส้นทแยงมุม (ซม.)	
\overline{OD}	\overline{WR}

สรุปสมบัติของรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ความยาวด้าน	ขนาดของมุม	ความยาวเส้นทแยงมุม

แบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิตเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

การสร้างแบบวัดระดับความคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม แบบปรนัย 4 ตัวเลือก

ให้ครอบคลุมเนื้อหาและจุดประสงค์ที่กำหนดไว้ โดยผู้วิจัยต้องการข้อสอบ จำนวน 1 ฉบับ ข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ โดยใช้แบบวัดความคิดของ Usiskin (1982) มาปรับด้านภาษาและเนื้อหาเรื่อง รูปสี่เหลี่ยม วัดระดับความคิดทางเรขาคณิต 2 ชั้น ได้แก่ ระดับ 1 เป็นขั้นพื้นฐานหรือการมองเห็น

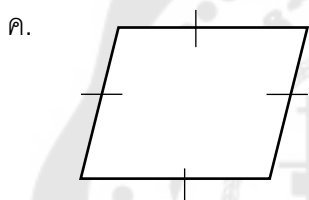
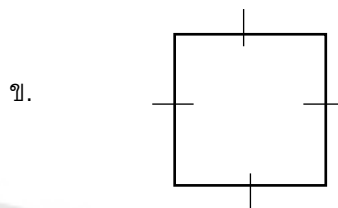
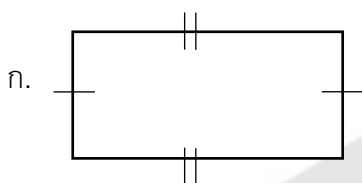
ระดับการคิดทางเรขาคณิต เนื้อหา	ระดับ 1 เป็นขั้น พื้นฐานหรือ การมองเห็น	ระดับ 2 เป็นการ วิเคราะห์
ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม	2 ข้อ (ข้อ 1,7)	1 ข้อ (ข้อ 8)
สมบัติของรูปสี่เหลี่ยม	3 ข้อ (ข้อ 2,3,4)	3 ข้อ (ข้อ 4,5,6)
การสร้างรูปสี่เหลี่ยม	1 ข้อ (ข้อ 17)	1 ข้อ (ข้อ 18)
พื้นที่ของรูปสี่เหลี่ยม	2 ข้อ (ข้อ 15,19)	2 ข้อ (ข้อ 14,16)
โจทย์ปัญหา	2 ข้อ (ข้อ 9,10)	3 ข้อ (ข้อ 11,12,13,20)
รวม (ข้อ)	10	10

(Visualization) ระดับ 2 เป็นการวิเคราะห์ (Analysis)

ตัวอย่างแบบทดสอบวัดระดับการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกข้อที่ถูกต้อง

1. รูปในข้อใดต่อไปนี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส



2. ข้อใดคือ ไม่ใช่ ลักษณะร่วมกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

- ก. มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก
 ข. มีมุมตรงข้ามเท่ากัน
 ค. มีด้านขนานเท่ากัน 2 คู่
 ง. มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน

3. รูปสี่เหลี่ยมต่อไปนี้มีเส้นทแยงมุมตัดกันเป็นมุมฉาก ยกเว้นข้อใด

- ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
 ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน
 ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
 ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

4. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใด **ไม่มี**แกนสมมาตร

ก. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ข. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ง. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

5. ที่ดินแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีฐานยาว 580 เมตร มีความสูง $\frac{3}{5}$ ของความยาวของฐาน กับต้นต้องการปลูกหญ้าเต็มพื้นที่ของที่ดินแห่งนี้ ดังนั้นต้องใช้พื้นที่เท่าใด

ก. 348 เมตร

ข. 348 ตารางเมตร

ค. 201,840 เมตร

ง. 201,840 ตารางเมตร

6. สระน้ำสวนลูมพินีเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีความยาวโดยรอบ 225 เมตร ด้านที่อยู่ตรงข้ามห่างกัน 6 เมตร สระน้ำแห่งนี้มีพื้นที่เท่าใด

ก. 56.25 เมตร

ข. 337.5 เมตร

ค. 337.50 ลูกบาศก์เมตร

ง. 337.50 ตารางเมตร

7. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีเส้นทแยงมุมยาว 12 เซนติเมตร และมีเส้นกึ่งยาวเส้นละ

3.5 เซนติเมตร และรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน มีเส้นทแยงมุมยาว 5.3 เซนติเมตร และ 8 เซนติเมตร ตามลำดับ รูปสี่เหลี่ยมทั้งสองชนิดนี้มีพื้นที่ต่างกันเท่าใด

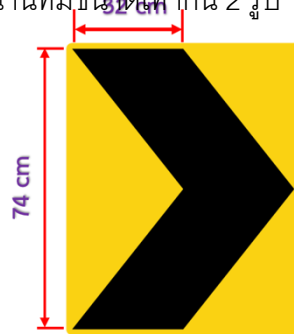
ก. 63.2 ตารางเซนติเมตร

ข. 42 ตารางเซนติเมตร

ค. 21.20 ตารางเซนติเมตร

ง. 20.80 ตารางเซนติเมตร

8. แผ่นป้ายเตือนแนวทางมีลักษณะและขนาดดังรูป ส่วนที่เป็นสีดำสามารถแบ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีขนาดเท่ากัน 2 รูป ส่วนที่เป็นสีดำมีพื้นที่เท่าใด



ก. 2,368 เซนติเมตร

ข. 2,368 ตารางเซนติเมตร

ค. 1,836 เซนติเมตร

ง. 1,836 ตารางเซนติเมตร

โครงสร้างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง	ข้อที่	จำนวน (ข้อ)	พฤติกรรมด้านพุทธิพิสัย			
			ความ จำ	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์
ชนิดและสมบัติ ของรูปสี่เหลี่ยม	1-8	8	ข้อ (1-3)	ข้อ (4-6)	ข้อ (7-8)	
การสร้างรูป สี่เหลี่ยมขนมเปียก ปูน และรูป สี่เหลี่ยมด้านขนาน	9-10	2			ข้อ (9-10)	
ความยาวรอบรูป ของรูปสี่เหลี่ยม	11-13	3			ข้อ (13)	ข้อ (11-12)
พื้นที่ของรูป สี่เหลี่ยมขนมเปียก ปูนและรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนาน	14-16	3			ข้อ (16)	ข้อ (14-15)
โจทย์ปัญหารูป สี่เหลี่ยมขนมเปียก ปูนและรูปสี่เหลี่ยม ด้านขนาน	17-20	4		ข้อ (17)	ข้อ (20)	ข้อ (18-19)

ตัวอย่างแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

จงเลือกข้อที่ถูกต้อง

1. รูปสี่เหลี่ยมชนิดใดที่มีด้านตรงข้ามขนานกันเพียงคู่เดียว

ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ข. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
ค. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า	ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

2. ลักษณะด้านทั้งสี่ยาวเท่ากัน และมุมทุกมุมไม่เป็นมุมฉากตรงกับรูปสี่เหลี่ยมใด

ก. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ข. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
ค. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน	ง. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

3. ลักษณะเด่นร่วมกันของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสและรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน คือข้อใด

ก. มีมุมทุกมุมเป็นมุมฉาก	ข. มีเส้นทแยงมุมยาวเท่ากัน
ค. มีมุมตรงข้ามเท่ากัน	ง. มีด้านทุกด้านยาวเท่ากัน

4. รูปสี่เหลี่ยมในข้อใดมีมุมภายในเป็นมุมฉากทั้งหมด

ก. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส	ข. รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า และรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
ค. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และรูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว	ง. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู และรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

5. พิจารณาข้อความต่อไปนี้รูปที่ได้เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

1. เขียน $\overline{PU} = 5 \text{ cm}$ แล้วแบ่งครึ่ง \overline{PU} ที่จุด E จะได้ \overline{PE} และ \overline{EU} ยาว

2.5 cm

2. ที่จุด E สร้าง $\widehat{NEU} = 60^\circ$ โดยให้ \overline{NE} ยาว 2 cm

3. เขียน \overline{EK} ยาว 2 cm โดยให้อยู่ในแนวเดียวกันกับ \overline{NE} จะได้ \overline{NK} ยาว

4 cm

4. จะได้รูปสี่เหลี่ยม $PKUN$ เป็นรูปสี่เหลี่ยมชนิดใด

ก. รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ข. รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน

ค. รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ง. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

6. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีด้านยาวด้านละ 25 เซนติเมตร จะคิดหาความยาวรอบรูปได้ตามข้อใด

ก. 25×25 เซนติเมตร

ข. $25 + 25 + 25 + 25$ เซนติเมตร

ค. 25×2 เซนติเมตร

ง. $25 + 4$ เซนติเมตร

7. โต๊ะรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูนมีความยาวรอบรูป 32 เซนติเมตร จะมีความยาวด้านละเท่าไร

ก. 4 เซนติเมตร

ข. 8 เซนติเมตร

ค. 6 เซนติเมตร

ง. 9 เซนติเมตร

8. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานกว้าง 15 เซนติเมตร ยาว 28 เซนติเมตร จะมีความยาวรอบรูปเท่าไร

ก. 86 เซนติเมตร

ข. 68 เซนติเมตร

ค. 43 เซนติเมตร

ง. 45 เซนติเมตร

9. ถ้านำลวดยาว 24 เซนติเมตร มาตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ซึ่งมีความสูง 5 เซนติเมตร มีพื้นที่เท่าไร

ก. 120 ตารางเซนติเมตร

ข. 60 ตารางเซนติเมตร

ค. 45 ตารางเซนติเมตร

ง. 30 ตารางเซนติเมตร

10. ห้อง Studio คอนโดแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีความยาว 8 เมตร กว้าง 5 เมตร และมีความสูง 4 เมตร จะมีพื้นที่เท่าไร

ก. 16 ตารางเมตร

ข. 32 ตารางเมตร

ค. 64 ตารางเมตร

ง. 96 ตารางเมตร

11. ผ้ารูปสี่เหลี่ยมด้านขนานที่มีด้านคู่หนึ่งยาวด้านละ 4 เมตร อีกคู่หนึ่งยาวด้านละ 5 เมตร ถ้าตัดเป็นผืนเล็ก ๆ รูปสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ยาวด้านละ 2 เซนติเมตร จะตัดได้กี่ผืน

ก. 1,800 ผืน

ข. 800 ผืน

ค. 500 ผืน

ง. 225 ผืน

12. ที่ดินแห่งหนึ่งเป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน มีฐานยาว 580 เมตร มีความสูง $\frac{3}{5}$ ของความยาวของฐาน กับต้นต้องการปลูกหญ้าเต็มพื้นที่ของที่ดินแห่งนี้ ดังนั้นต้องใช้พื้นที่เท่าใด

ก. 343 เมตร

ข. 343 ตารางเมตร

ค. 201,840 เมตร

ง. 201,840 ตารางเมตร

13. เด็กชายเสานำริบบิ้นยาว 154 เมตร มาล้อมพื้นที่จัดงานปาร์ตี้เป็นรูปสี่เหลี่ยมด้านขนานให้ ด้านที่อยู่ตรงข้ามกันคู่หนึ่งยาวด้านละ 24 เมตร ด้านที่อยู่ตรงข้ามอีกคู่หนึ่งยาวด้านละเท่าใด

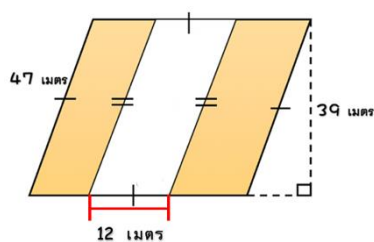
ก. 48 เมตร

ข. 53 เมตร

ค. 63 เมตร

ง. 106 เมตร

14. จงหาพื้นที่ส่วนที่แรเงา



ก. 1,833 ตารางเมตร

ข. 1,533 ตารางเมตร

ค. 1,465 ตารางเมตร

ง. 1,365 ตารางเมตร

ตัวอย่างสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์

Hello.
My Student.

รูปสี่เหลี่ยม

Quadrilaterals

ชุดที่ 2 ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม

เรื่อง ชนิดของรูปสี่เหลี่ยม

คลิกเข้าสู่บทเรียน

รูปสี่เหลี่ยม
ชนิดต่าง ๆ

- รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส
- รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน
- รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า
- รูปสี่เหลี่ยมคางหมู
- รูปสี่เหลี่ยมขนมเป็ยกปูน
- รูปสี่เหลี่ยมรูปร่าง

รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

ชนิดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A B C D E
F G H I G

รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า

ชนิดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A B C D E
F G H I G

The image displays two educational panels. The top panel is titled 'รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส' (Square) and the bottom panel is titled 'รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า' (Rectangle). Both panels feature a central diagram of a rectangle with four 90-degree angles marked. To the right of each diagram is a list of letters: A, B, C, D, E in the top row and F, G, H, I, G in the bottom row. A cartoon teacher character is positioned to the right of the letter lists. The panels are decorated with various school-related icons such as a protractor, ruler, notebook, and pencil holder. Navigation icons like a home button and arrows are also present.

รูปสี่เหลี่ยมขนานเบี่ยง

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม



A B C D E
F G H I G



Navigation icons: Home, Right Arrow, Left Arrow.

รูปสี่เหลี่ยมขนานเบี่ยง

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม



A B C D E
F G H I G



Navigation icons: Home, Right Arrow, Left Arrow.

รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A diagram of a parallelogram with interior angles labeled 105° and 75° . The top-left and bottom-right angles are 105° , and the top-right and bottom-left angles are 75° . The diagram is surrounded by icons of a protractor, ruler, notebook, and pencils.

A B C D E
F G H I G

รูปสี่เหลี่ยมด้านขนาน

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A diagram of a parallelogram with interior angles labeled 110° and 70° . The top-left and bottom-right angles are 110° , and the top-right and bottom-left angles are 70° . The diagram is surrounded by icons of a protractor, ruler, notebook, and pencils.

A B C D E
F G H I G

รูปสี่เหลี่ยมคางหมู

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A B C D E
F G H I G

รูปสี่เหลี่ยมรูปว่าว

ขนาดของรูปสี่เหลี่ยมและการบิสูจน์มุมภายในของรูปสี่เหลี่ยม

A B C D E
F G H I G

มาตอบคำถามกันเถอะ

1. รูปสี่เหลี่ยมด้านขนานมีมุมหนึ่งมีขนาด 95 องศา มุมตรงข้ามมีขนาดเท่าใด

ก. 105 องศา ❌

ข. 85 องศา ✅

มาตอบคำถามกันเถอะ

2. รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีขนาดมุมแต่ละมุมตรงกับข้อใด

ก. 90 องศา ✅

ข. 360 องศา ❌



มาตอบคำถาม
กันเถอะ

3. รูปสี่เหลี่ยมทุกชนิดมีมุมภายในรวมกันเป็นเท่าใด

ก. 180 องศา ❌

ข. 360 องศา ✅

THANK YOU





ภาคผนวก ค

ค่าดัชนีความสอดคล้องและความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
ในการตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 10 แผนการจัดการเรียนรู้

เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1. แผนการจัดการเรียนรู้สอดคล้องสัมพันธ์กับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. แผนการจัดการเรียนรู้มีองค์ประกอบสำคัญครบถ้วน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. การเขียนสาระการเรียนรู้แกนกลางในแผนถูกต้อง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. จุดประสงค์การเรียนรู้มีความชัดเจนและครอบคลุมเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. จุดประสงค์การเรียนรู้พัฒนา นักเรียนด้านความรู้ ทักษะ กระบวนการ และคุณลักษณะอันพึงประสงค์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. กำหนดเนื้อหาสาระเหมาะสมกับเวลา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7. กิจกรรมการเรียนรู้สอดคล้องกับจุดประสงค์เนื้อหาสาระ และระดับชั้นของนักเรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
8. กิจกรรมการเรียนรู้มีความหลากหลายและสามารถปฏิบัติได้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

จริง							
9. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมการคิดทางเรขาคณิตร่วมกับสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์	1.00		สอดคล้อง				
	+1	+1	+1	+1	+1		
10. กิจกรรมการเรียนรู้เป็นกิจกรรมที่ส่งเสริมผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้อคณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม	1.00		สอดคล้อง				
	+1	+1	+1	+1	+1		
11. วัสดุอุปกรณ์ สื่อแหล่งเรียนรู้เหมาะสมกับเนื้อหา	1.00		สอดคล้อง				
	+1	+1	+1	+1	+1		
12. นักเรียนได้ใช้สื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์เพื่อพัฒนาการคิดทางเรขาคณิตได้จริง	1.00		สอดคล้อง				
	+1	+1	+1	+1	+1		
13. การวัดและประเมินผลมีความสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	1.00		สอดคล้อง				
	+1	+1	+1	+1	+1		

ตารางค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของสื่อมัลติมีเดียแบบปฏิสัมพันธ์ เรื่อง รูป
สี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
การออกแบบระบบการเรียนการสอน							
1. ส่งเสริมการพัฒนากระบวนการคิด, ความคิด สร้างสรรค์	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. การนำเสนอแต่ละตอนเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ลำดับขั้นตอนการนำเสนอเหมาะสม	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. มีความครบถ้วนของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. สามารถใช้เรียนรู้ได้ด้วยตนเอง	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบด้านมัลติมีเดีย							
1. การออกแบบหน้าจอเหมาะสม ตรงกับทฤษฎีและ จิตวิทยาการเรียนรู้	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ลักษณะ ขนาด สีของตัวอักษร ชัดเจน สวยงาม อ่าน ง่าย และเหมาะสมกับระดับชั้นที่เรียน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3. ความเหมาะสมของสีพื้น กับเนื้อหาที่นำเสนอ	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4. ภาพ/ ภาพเคลื่อนไหว/เสียง และสื่อการเรียนรู้ได้ดี	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. สีพื้น ปุ่มควบคุม การปรากฏตัวของ ข้อความ/ ภาพนิ่ง/ ภาพเคลื่อนไหว มีความคงเส้นคงวา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6. มีการใช้สี/ สัญลักษณ์/ อักษรพิเศษ เพื่อเน้นข้อความ ที่เป็นคำสำคัญของเนื้อหา	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
องค์ประกอบด้านการมีปฏิสัมพันธ์							
1. สื่อมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนอย่างเหมาะสม	0	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2. ให้ผลป้อนกลับ เสริมแรง และให้ความช่วยเหลือ เหมาะสม	+1	0	+1	+1	0	1.00	สอดคล้อง
3. สนองตอบต่อความแตกต่างระหว่างบุคคล	0	0	+1	+1	0	1.00	สอดคล้อง
4. บทเรียนมีความยืดหยุ่น มีเมนู/ ปุ่มให้ผู้เรียนควบคุม บทเรียนได้สะดวก	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5. การใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน สะดวกต่อการใช้งาน	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
คณิตศาสตร์

เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
7	0	+1	0	+1	+1	0.6	สอดคล้อง
8	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	-1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
20	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	0	+1	0.8	สอดคล้อง
24	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง

ตาราง ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบการวัดทางเรขาคณิต เรื่อง รูป
สี่เหลี่ยม

ชั้นประถมศึกษาปีที่ 5

ข้อ	คะแนนของผู้เชี่ยวชาญคนที่					IOC	แปลผล
	1	2	3	4	5		
1	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
2	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
3	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
4	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
5	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
6	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
7	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
8	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
9	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
10	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
11	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง
12	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
13	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
14	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
15	-1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
16	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
17	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
18	+1	+1	0	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
19	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
20	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
21	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
22	0	+1	+1	+1	+1	0.8	สอดคล้อง
23	+1	+1	+1	+1	+1	1.00	สอดคล้อง
24	+1	+1	0	0	+1	0.6	สอดคล้อง

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ของแบบทดสอบการวัดการคิดทางเรขาคณิต เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	(p)	(r)
1	0.59	0.23
2	0.64	0.27
3	0.73	0.27
4	0.68	0.23
5	0.45	0.27
6	0.68	0.23
7	0.59	0.32
8	0.55	0.27
9	0.64	0.27
10	0.32	0.23
11	0.68	0.23
12	0.50	0.23
13	0.64	0.27
14	0.36	0.27
15	0.59	0.23
16	0.41	0.23
17	0.55	0.27
18	0.77	0.23
19	0.59	0.23

20	0.59	0.32
----	------	------

ค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ 0.74

ตาราง ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่น (Reliability)

ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง รูปสี่เหลี่ยม

ข้อ	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก
	(p)	(r)
1	0.68	0.23
2	0.77	0.23
3	0.64	0.27
4	0.45	0.36
5	0.45	0.27
6	0.50	0.23
7	0.50	0.23
8	0.73	0.18
9	0.32	0.23
10	0.55	0.27
11	0.59	0.23
12	0.55	0.27
13	0.50	0.32
14	0.59	0.32
15	0.73	0.27
16	0.41	0.23
17	0.64	0.27
18	0.50	0.23

19	0.68	0.32
20	0.32	0.23



ระดับการคิดทางเรขาคณิต / คนที่	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
ระดับ 1 การนิยามภาพ	8	10	7	8	8	9	8	8	7	9	10	9	8	7	9
	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)
ระดับ 2 การวิเคราะห์	8	9	8	9	8	9	8	7	8	7	9	9	8	9	9
	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)	คะแนน (ผ่าน)

ประวัติผู้เขียน

