



การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและ  
อนุกรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์  
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม



โดย  
นางสาวกาญจนา สนมรัมย์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญามหาบัณฑิต

ภาควิชาคณิตศาสตร์

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

ปีการศึกษา 2563

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและ  
อนุกรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์  
ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะเลลูพิทยานุคม



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทมหาบัณฑิต  
ภาควิชาคณิตศาสตร์  
บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
ปีการศึกษา 2563  
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร

DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING ACHIEVEMENT IN SEQUENCE  
AND SERIES BY USING LEARNING MANAGEMENT JIGSAW TECHNIQUES FOR  
THE SECONDARY SCHOOL FIFTH YEAR, KHAO THALU PITTAYAKHOM SCHOOL



A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for Master of Science (MATHEMATICS STUDY)  
Department of MATHEMATICS  
Graduate School, Silpakorn University  
Academic Year 2020  
Copyright of Graduate School, Silpakorn University



60316317 : คณิตศาสตร์ศึกษา แผน ก แบบ ก 2 ระดับปริญญาโทบัณฑิต

คำสำคัญ : จัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์, ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์, ลำดับและอนุกรม

นางสาว กาญจนา สนมรัมย์: การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์หลัก : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สิทธิเศรษฐ์ พลเวียง

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมก่อนเรียนและหลังเรียนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม กับเกณฑ์ร้อยละ 70 และศึกษาความพึงพอใจ ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน นักเรียนทั้งหมด 59 คน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม อ.สวี จ.ชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ได้มาโดยการเลือกสุ่มแบบเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 27 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ และแบบสอบถามความพึงพอใจของนักเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน การทดสอบค่าที่ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และความพึงพอใจที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยรวมอยู่ในระดับความพึงพอใจมาก

60316317 : Major (MATHEMATICS STUDY)

Keyword : THE COOPERATIVE LEARNING MANAGEMENT WITH JIGSAW TECHNIQUE,  
MATHEMATICS ACHIEVEMENT, SEQUENCE AND SERIES

MISS KANCHANA SONRUM : DEVELOPMENT OF MATHEMATICS LEARNING  
ACHIEVEMENT IN SEQUENCE AND SERIES BY USING LEARNING MANAGEMENT JIGSAW  
TECHNIQUES FOR THE SECONDARY SCHOOL FIFTH YEAR, KHAO THALU PITTAYAKHOM  
SCHOOL THESIS ADVISOR : ASSISTANT PROFESSOR SITTISEDE POLWIANG, Ph.D.

This research aimed to compare mathematics learning achievement in the sequences and series topic before and after classes, collaborative learning management with jigsaw techniques. Comparison of academic achievement in mathematics subjects studied using collaborative learning management with jigsaw techniques, in the sequences and series topic with the 70% criteria and study satisfaction. The population used in this research was Mathayomsuksa 5 students at Khao Thalu pittayakom School, the second semester of 2020. The population consisted of 3 classrooms, a total of 59 students. The sample population was students in Mathayomsuksa 5/1, consisting of 27 participants. The research instruments were the cooperative learning management plans by learning with a jigsaw technique on the sequence and series for the secondary school year 5, mathematics achievement test, and the questionnaire of students' satisfaction. The statistical measurement used for analyzing data was Mean, Standard Deviation, T-test for the dependent sample, and T-test one group. The posttest score of mathematics learning achievement on the sequence and series of secondary education year 5/1 through cooperative learning with a jigsaw technique was significantly higher than the pretest. It was higher than the 70 percent criterion at a .05 statistical level. The students' satisfaction with cooperative learning management with jigsaw techniques on the sequence and series is very satisfying.

## กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความอนุเคราะห์ของบุคคลหลายท่าน ซึ่งไม่อาจจะนำมากล่าวได้ทั้งหมด ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกที่คุณทำงานวิจัยใคร่ขอขอบพระคุณคือ ผศ.ดร.สิทธิเศรษฐ์ พลเวียง อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ คำแนะนำ ตรวจสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่ทุกขั้นตอน เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สมบูรณ์ที่สุด ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. พรทรัพย์ พรสวัสดิ์ ประธานกรรมการคุมสอบ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วรินทร์ ศรีปัญญา กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ สำหรับความกรุณาให้คำแนะนำ งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุก ๆ ท่าน ในสาขาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และกรุณาให้คำปรึกษา คำแนะนำต่าง ๆ งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอกราบขอบพระคุณผู้เชี่ยวชาญทุกท่านที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่า ตรวจสอบ ข้อบกพร่อง พร้อมให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไขเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

ขอขอบพระคุณผู้บริหาร ครู และนักเรียน โรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม ที่ให้ความร่วมมืออย่างดียิ่งในการเก็บข้อมูลการวิจัย ส่งผลให้ผู้วิจัยสามารถดำเนินการวิจัย จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณเพื่อนๆ และน้องๆ ในสาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร ทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษา เป็นกำลังใจให้กันตลอดมา งานวิจัยสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อพันทิพย์ สนมรัมย์ คุณแม่สายทอง สนมรัมย์ พี่สาวของผู้วิจัย ที่ได้มอบชีวิต สติปัญญา และสามัญสำนึกที่ดีให้กับผู้วิจัย และยังคงอยู่เบื้องหลังในความสำเร็จที่ได้ให้ความช่วยเหลือ สนับสนุน และคอยให้กำลังใจตลอดมา จนกระทั่งวิทยานิพนธ์เสร็จสมบูรณ์ และส่งผลต่อการสำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโทในที่สุด

กาญจนา สนมรัมย์

## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
สารบัญกราฟ.....	ฏ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	5
3. สมมติฐานของการวิจัย.....	6
4. ขอบเขตของการวิจัย.....	6
5. นิยามศัพท์เฉพาะ.....	7
6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	9
7. กรอบแนวคิดในการวิจัย.....	9
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560).....	12
1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน.....	12
1.2 หลักสูตรโรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....	15
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์.....	21
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์.....	21



2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ .....	22
2.3 บทบาทของครูและผู้นำกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์.....	24
2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ .....	27
2.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์.....	34
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน.....	35
3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์.....	35
3.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์.....	38
3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ .....	39
3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	42
4. ความพึงพอใจต่อการเรียน .....	52
4.1 ความหมายของความพึงพอใจ.....	52
4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ .....	53
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	55
5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม .....	55
5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์.....	59
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย .....	63
1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	63
2. รูปแบบการวิจัย.....	63
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	64
4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย .....	64
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	72
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	73
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....	76
1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....	76

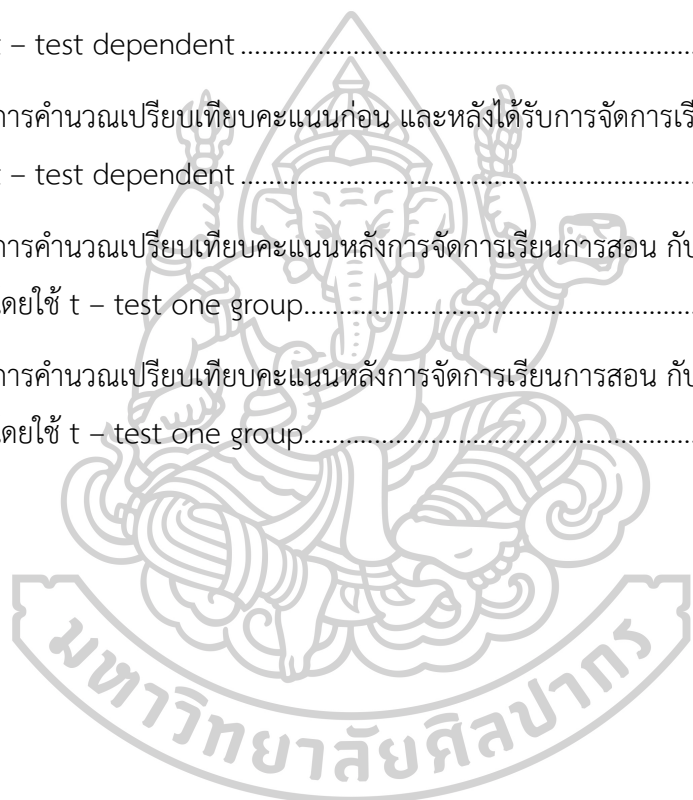
2. การวิเคราะห์ข้อมูล.....	76
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	77
บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ.....	83
วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	83
สมมติฐานของการศึกษา.....	83
วิธีดำเนินการวิจัย.....	84
การวิเคราะห์ข้อมูล.....	85
สรุปผลการวิจัย.....	86
อภิปรายผลการวิจัย.....	86
ข้อเสนอแนะ.....	91
รายการอ้างอิง.....	92
ภาคผนวก.....	96
ภาคผนวก ก รายชื่อผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	97
ภาคผนวก ข หนังสือราชการ.....	99
ภาคผนวก ค แผนการจัดการเรียนรู้.....	104
ภาคผนวก ง แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบประเมินความพึงพอใจ.....	214
ภาคผนวก จ การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย.....	220
ประวัติผู้เขียน.....	228

## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1	แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม.....	3
ตารางที่ 2	หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2.....	20
ตารางที่ 3	กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม.....	21
ตารางที่ 4	บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ .....	26
ตารางที่ 5	แสดงตัวอย่างการกำหนดลักษณะของข้อสอบ .....	44
ตารางที่ 6	แสดงจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม .....	47
ตารางที่ 7	สรุปวิธีการสอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ของเอรอนสัน (Aronson) และสลาวิน (Slavin).....	62
ตารางที่ 8	รูปแบบการวิจัย .....	63
ตารางที่ 9	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลัง ได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	77
ตารางที่ 10	แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการ จัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย เทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 .....	78
ตารางที่ 11	แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน โดยแบ่งเนื้อหา ตามหัวข้อย่อย ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องลำดับและอนุกรม .....	79
ตารางที่ 12	แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุ พิทยาคม ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์.....	80
ตารางที่ 13	เปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ .	88
ตารางที่ 14	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ของแบบทดสอบวัดผล สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	221

ตารางที่ 15	ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจ (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 .....	222
ตารางที่ 16	ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ของแบบประเมิน ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ .....	223
ตารางที่ 17	คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน และหลังได้รับการจัด การเรียนการสอน .....	225
ตารางที่ 18	การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ t – test dependent .....	226
ตารางที่ 19	การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ t – test dependent .....	226
ตารางที่ 20	การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนการสอน กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group .....	227
ตารางที่ 21	การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนการสอน กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group .....	227



## สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1	ขั้นตอนในการจัดกลุ่มผู้เรียน ที่เรียกว่า กลุ่มบ้าน .....	8
ภาพที่ 2	ขั้นตอนผู้เรียนไปเข้ากลุ่มใหม่ ที่เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ .....	8
ภาพที่ 3	สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปยังกลุ่มบ้าน .....	8
ภาพที่ 4	กรอบแนวคิดในการวิจัย .....	10
ภาพที่ 5	การแบ่งกลุ่มบ้าน .....	29
ภาพที่ 6	การศึกษาของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ .....	30
ภาพที่ 7	แสดงแผนภูมิแสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ .....	32
ภาพที่ 8	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม .....	46
ภาพที่ 9	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์ .....	49
ภาพที่ 10	แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ .....	51
ภาพที่ 11	ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค จิ๊กซอว์ .....	67
ภาพที่ 12	ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน .....	70
ภาพที่ 13	ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ .....	72

สารบัญกราฟ

หน้า

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป ..... 78



## บทที่ 1

### บทนำ

#### 1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญต่อการพัฒนาความคิดมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความคิดสร้างสรรค์อย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีระเบียบแบบแผน สามารถคิดวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ ช่วยให้ผู้เรียนสามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจแก้ปัญหา และนำไปใช้ใน ชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาทางด้าน วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ ดังนั้นคณิตศาสตร์จึงมีประโยชน์ต่อการดำเนินชีวิต ช่วย พัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น และอยู่ร่วมกับผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551, หน้า 1) คณิตศาสตร์เป็นวิชาที่ทำให้สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้อง เหมาะสม นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังช่วยพัฒนาคุณภาพชีวิตให้ดีขึ้น พัฒนามนุษย์ ทั้งทางร่างกาย จิตใจ สติปัญญา และอารมณ์ ทำให้สามารถคิดเป็น ทำเป็น แก้ปัญหาเป็น และสามารถอยู่ร่วมกับ ผู้อื่นได้อย่างมีความสุข (กรมวิชาการ, 2545, หน้า 1) อีกทั้งคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็น นามธรรม ต้องใช้ความคิดอย่างสมเหตุสมผล ดังนั้น การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ ต้องมีการส่งเสริมให้นักเรียนได้พัฒนาทั้งด้านความรู้ ด้านทักษะกระบวนการ ตลอดจนด้านคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมอันพึงประสงค์

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) (2560:1) ได้กล่าวว่า คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการจัดการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจาก คณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถ วิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ใน ชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่นๆ อันเป็น รากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีพัฒนาการอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้า อย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

กระทรวงศึกษาธิการได้มีการปรับปรุงหลักสูตรตลอดมา จนถึงปัจจุบันได้ใช้หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แต่ประเทศไทยยังคงเผชิญปัญหาด้านคุณภาพการศึกษา ทั้งนี้ผู้วิจัยพบว่า สภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์อยู่ในระดับที่ควรปรับปรุงอย่างเร่งด่วน จึงให้ความสนใจในการศึกษาสภาพปัญหาการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ของครูในโรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม จังหวัดชุมพร เพื่อนำมาปรับปรุงวิธีการดำเนินการสอนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของโรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคมต่อไป ทั้งนี้ยังเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์ และทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์สูงขึ้นตรงตามเป้าหมายของหลักสูตร การจัดการเรียนการสอนควรมุ่งพัฒนาทักษะและกระบวนการเพื่อเป็นประโยชน์ในการแก้ปัญหาของนักเรียน

การศึกษาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาขั้นพื้นฐาน ซึ่งมีความต่อเนื่องจากการศึกษาในระดับมัธยมศึกษาต้นซึ่งเป็นการศึกษาในระดับภาคบังคับที่ประชาชนทุกคนจะต้องได้รับอย่างทั่วถึง โดยได้มีการปรับปรุงและพัฒนาหลักสูตรและการจัดการเรียนรู้ในระดับการศึกษานี้อย่างต่อเนื่องมาจนถึงปัจจุบัน ซึ่งมุ่งเน้นการส่งเสริมทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ทักษะที่จำเป็นในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 การดำรงชีวิต การประกอบอาชีพ และการศึกษาต่อในวิชาชีพที่ต้องใช้คณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ โดยการสร้างองค์ความรู้ ใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้และแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยอาศัยการเรียนรู้ผ่านการปฏิบัติที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนพัฒนาความคิด มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ทุกขั้นตอน มีการทำกิจกรรมด้วยการลงมือปฏิบัติจริงอย่างหลากหลายให้เหมาะสมกับระดับชั้น บริบท ความต้องการ ความเหมาะสม ความพร้อมของสถานศึกษาและศักยภาพของผู้เรียน (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. 2561: 2)

โรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคมเป็นโรงเรียนประจำตำบล สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษา มัธยมศึกษา เขต 11 จัดการเรียนการสอนตั้งแต่ระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้นจนถึงชั้นมัธยมศึกษาตอนปลายมีการจัดการเรียนการสอนที่หลากหลายและเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอน โดยมุ่งหวังให้นำความรู้ที่ได้ไปปรับใช้ในชีวิตประจำวัน เพื่อให้อยู่ในสังคมได้อย่างมีความสุข ผู้วิจัยได้รับมอบหมายให้เป็นครูผู้สอนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ซึ่งมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ย้อนหลัง 2 ปีการศึกษา ดังนี้



ตารางที่ 1 แสดงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

ปีการศึกษา	จำนวนนักเรียน (คน)	ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (%)	เป้าหมาย (%)
2561	80	62.50	60
2562	82	68.29	60

ที่มา : งานวัดและประเมินผล โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษา  
เขต 11

จากตารางที่ 1 พบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ยังอยู่ในเกณฑ์ไม่น่าพึงพอใจ ซึ่งดูจากผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนปีการศึกษา 2561 (62.50%) และปีการศึกษา 2562 (68.29%) ทั้ง 2 ปีการศึกษา มากกว่าเป้าหมายที่โรงเรียนตั้งไว้เพียงเล็กน้อย และเมื่อวิเคราะห์สาระการเรียนรู้เป็นรายหน่วยการเรียนรู้พบว่า หน่วยการเรียนรู้ที่มีปัญหาค่อนข้างมากในทั้ง 2 ปีการศึกษา คือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม พบว่า นักเรียนยังไม่เข้าใจหลักการ กระบวนการ ขั้นตอนในการทำโจทย์คณิตศาสตร์ ซึ่งมีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน จากข้อมูลของปัญหาดังกล่าว จึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการปรับปรุงการจัดการเรียนการสอนในหน่วยการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรมให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น

ผู้วิจัยได้ตระหนักถึงปัญหาดังกล่าว จึงได้ศึกษารวบรวมเกี่ยวกับสาเหตุที่ทำให้นักเรียนบางส่วนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต่ำ โดยจากการศึกษาค้นคว้าข้อมูลจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ พบว่า ส่วนหนึ่งเกิดจากการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ทั้งนี้อาจเนื่องจากครูผู้สอนจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไม่เหมาะสมไม่คำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล สอนโดยการยกตัวอย่าง 2 - 3 ตัวอย่าง แล้วให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด นักเรียนที่เก่งสามารถเรียนรู้ได้เร็ว นักเรียนที่อ่อนจะเรียนรู้ได้ช้าตามเพื่อนไม่ทัน เมื่อเปลี่ยนเป็นโจทย์อื่นที่มีบริบทและวิธีคิดที่ซับซ้อนขึ้นจากโจทย์เดิม นักเรียนก็ไม่สามารถที่จะแสดงวิธีคิดนั้นได้ การจัดการเรียนการสอนที่มีลักษณะนี้ทำให้นักเรียนไม่ได้เรียนรู้กระบวนการคิดที่เป็นระบบและเป็นภาพรวมที่ไม่สามารถนำไปใช้ในการแสดงหาคำตอบได้ เนื่องจากปัญหาไม่ว่าเนื้อหาใดหรือหัวข้อใดก็ตาม มีหลากหลายรูปแบบจนไม่สามารถหาเกณฑ์มาจัดเป็นประเภทที่ชัดเจนได้ เมื่อเป็นเช่นนี้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นวิธีการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นการจัดสภาพแวดล้อมทางการเรียนให้แก่ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ แต่ละกลุ่มประกอบด้วยสมาชิกที่มีความรู้ความสามารถแตกต่างกัน โดยที่แต่ละคนมีส่วนร่วมอย่างแท้จริงในการเรียนรู้และในความสำเร็จของกลุ่ม คนที่เรียนเก่งช่วยคนที่อ่อนกว่า สมาชิกในกลุ่มไม่ใช่เพียงแต่

จะรับผิดชอบต่อการเรียนของตนเองเท่านั้น แต่ต้องร่วมกันรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของเพื่อนสมาชิกทุกคนในกลุ่ม ความสำเร็จของแต่ละบุคคลคือความสำเร็จของกลุ่ม การเรียนรู้แบบร่วมมือสามารถนำมาใช้กับการเรียนทุกรายวิชาและทุกระดับชั้น เพื่อเพิ่มประสิทธิผลการเรียนรู้ (วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์, 2545)

จากปัญหาดังกล่าว รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ต้องมีความเหมาะสมและเสริมความต้องการของนักเรียนในการแก้ปัญหาการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ รูปแบบการสอนคณิตศาสตร์ที่เหมาะสม คือ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นการสอนที่อาศัยแนวคิดการต่อภาพ ผู้เสนอวิธีการนี้คนแรก คือ Aronson, E., et al. (1978) ต่อมามีการปรับและเพิ่มเติมขั้นตอนโดย Slavin (1995) แต่วิธีการหลักยังคงเดิม การสอนแบบนี้นักเรียนแต่ละคนจะได้ศึกษาเพียงส่วนหนึ่งหรือหัวข้อย่อยของเนื้อหาทั้งหมด โดยการศึกษาเรื่องนั้นๆ จากเอกสารหรือกิจกรรมที่ครูจัดให้ ในตอนที่ศึกษาหัวข้อย่อยนั้น นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มกับเพื่อนที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อย่อยเดียวกัน และเตรียมพร้อมที่จะกลับไปอธิบายหรือสอนเพื่อนสมาชิกในกลุ่มบ้านของตนเอง เพื่อให้สมาชิกทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อย และเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระทั้งหมด

กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการทำกิจกรรม และขั้นสรุป ซึ่งขั้นดำเนินการทำกิจกรรมประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมย่อย ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตามจำนวนหัวข้อย่อยในแต่ละคาบเรียน กลุ่มละ 3 คน และจัดนักเรียนเข้ากลุ่มบ้าน ซึ่งจะได้นักเรียนที่ความสามารถต่างกัน (เก่ง ปานกลาง อ่อน)

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อย ๆ เท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มบ้าน ให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาหัวข้อย่อยไปศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้า โดยสมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อเดียวกัน มารวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อศึกษาหาความรู้จากสื่อ เอกสาร ใบงาน และใบความรู้ และเตรียมการถ่ายทอดความรู้ต่อสมาชิกกลุ่มบ้าน ซึ่งสอดคล้องกับ Hillgard, E.R. (1967) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มจะสามารถใช้พลังกลุ่มเป็นสิ่งผลักดันให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนเก่งจะเป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนในกลุ่มของตน เพื่อเป้าหมายและความสำเร็จของกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนยังมีความกระตือรือร้นในการทำใบงาน นักเรียนสามารถดูแลได้ทันทีที่สมาชิกภายในกลุ่มทำงานสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดยุพิน พิพิธกุล (2554: 5) ที่กล่าวว่ากิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทราบผลได้อย่างชัดเจนในทันทีทันใดนั้น เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้ สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนแล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและซักถาม เนื่องจากวัยของนักเรียนเป็นวัยที่ใกล้เคียงกันมากกว่าวัยของนักเรียนกับครู ทำให้ภาษาที่นักเรียนใช้พูดสื่อสารกันนั้น สื่อความเข้าใจได้ดีเหมาะสม Young, Carolyn (1972)

ขั้นที่ 5 ทดสอบความรู้ ทุกคนทำแบบทดสอบ ให้คะแนนรายบุคคลแล้วนำคะแนนทุกคนในกลุ่มบ้านมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล ในขั้นตอนนี้การที่นักเรียนทราบว่าคะแนนของตนจะส่งผลต่อคะแนนของกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียน และการร่วมกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของ Lindquist, T.M. & Abraham, R.J. (1996) ที่พบว่า การที่กลุ่มตัวอย่างทราบว่าคะแนนของตนส่งผลให้คะแนนของกลุ่มสูงขึ้นหรือลดลง ทำให้นักเรียนในกลุ่มมีความตั้งใจในการเรียน และทำแบบทดสอบมากขึ้น อันทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

จากปัญหาและเหตุผลดังกล่าวข้างต้น ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะศึกษาผลสัมฤทธิ์และความพึงพอใจทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนโดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และผู้วิจัยได้กำหนดเนื้อหาที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ คือ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มาช่วยในการจัดการเรียนการสอนเพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในบทเรียนมากยิ่งขึ้น พร้อมทั้งส่งเสริมให้นักเรียนมีความเป็นผู้นำและเป็นผู้ตามที่ดีได้ มีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเองและของเพื่อนร่วมกลุ่ม เกิดการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ลดการแข่งขันเป็นรายบุคคลและมุ่งส่งเสริมทักษะทางสังคม กระตุ้นให้นักเรียนสนใจและตั้งใจเรียนอย่างต่อเนื่อง มีความกระตือรือร้นในการค้นคว้าหาความรู้ โดยคำนึงถึงความแตกต่างระหว่างบุคคล เพื่อให้นักเรียนประสบความสำเร็จในการเรียน ส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้นตามเกณฑ์ที่กำหนด รวมถึงมีความพึงพอใจที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์อีกด้วย

## 2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยจะได้มุ่งเน้นให้นักเรียนได้มีทักษะการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ในเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70

3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### 3. สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70

### 4. ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่กำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จำนวน 3 ห้องเรียน รวมนักเรียนทั้งหมด 59 คน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จังหวัดชุมพร ปีการศึกษา 2563 จำนวนทั้งสิ้น 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (purposive sampling) เนื่องจากเป็นนักเรียนในความรับผิดชอบของผู้วิจัย

#### ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นเนื้อหากลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรสาระการเรียนรู้แกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ (สสวท.) ดังนี้

- ลำดับ
- ลำดับเลขคณิต
- ลำดับเรขาคณิต
- อนุกรมเลขคณิต
- อนุกรมเรขาคณิต

#### ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรต้น ได้แก่ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

ตัวแปรตาม ได้แก่

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จังหวัดชุมพร เรื่องลำดับและอนุกรม

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

### ระยะเวลาในการวิจัย

ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัยนี้อยู่ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ใช้เวลาในการทดลอง 22 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง

1. การทดสอบก่อนเรียน	1	คาบ
2. กิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ สอน 10 แผน	20	คาบ
3. การทดสอบหลังเรียน	1	คาบ
<b>รวม</b>	<b>22</b>	<b>คาบ</b>

### 5. นิยามศัพท์เฉพาะ

1. **นักเรียน** หมายถึง นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จังหวัดชุมพร จำนวน 27 คน

2. **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จัดให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็กๆ โดยมีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการช่วยเหลือพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน มีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนและส่วนรวม เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนด

3. **การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์** หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม โดยคณะกรรมการกลุ่มประมาณ 3 – 5 คน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเหมือนกันทุกกลุ่ม โดยมีหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม สมาชิกแบ่งเนื้อหาคนละหัวข้อ แล้วนำเนื้อหาที่ตนเองได้รับไปศึกษาร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่นได้เนื้อหาเหมือนกัน เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนกลับมาที่กลุ่มบ้านกลุ่มเดิมเพื่ออธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ เมื่อจบบทเรียนจะมีการทดสอบเป็นรายบุคคลแล้วนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มบ้านมารวมกัน คิดเป็นคะแนนกลุ่ม ๆ ได้คะแนนรวมสูงสุด จะได้รับการเสริมแรงด้วยรางวัลหรือกล่าวชมเชย ซึ่งผู้วิจัยจัดการเรียนรู้เป็น 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน โดยครูผู้สอนกำหนดขนาดของกลุ่มตามจำนวนหัวข้อย่อยของเนื้อหาสาระในแต่ละคาบเรียน กลุ่มละ 3 คน และจัดนักเรียนเข้ากลุ่มคณะกรรมการ (เก่ง-กลาง-อ่อน) เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน



ภาพที่ 1 ขั้นตอนในการจัดกลุ่มผู้เรียน ที่เรียกว่า กลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มบ้าน โดยให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาไปศึกษาค้นคว้า คนละ 1 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยสมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปพร้อมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อเดียวกัน มารวมเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อศึกษาหาความรู้จากสื่อ เอกสาร ใบงานและใบความรู้ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ และผู้เรียนเตรียมการถ่ายทอดความรู้ต่อสมาชิกกลุ่มบ้าน



ภาพที่ 2 ขั้นตอนผู้เรียนไปเข้ากลุ่มใหม่ ที่เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้ สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนแล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและซักถาม



ภาพที่ 3 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ กลับไปยังกลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้และมอบของรางวัล นักเรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบให้คะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล

**4. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ เรื่องลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ทำการทดสอบหลังจากการเรียนเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

**5. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน** หมายถึง แบบทดสอบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเพื่อใช้สำหรับวัดผลคะแนนก่อนเรียน และหลังเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เป็นแบบปรนัยแบบเลือกตอบ ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ

**6. ความพึงพอใจต่อการเรียนคณิตศาสตร์** หมายถึง ความรู้สึกพอใจของบุคคลที่มีต่อสิ่งหนึ่งสิ่งใด ที่สามารถส่งผลให้การทำกิจกรรม หรืองานนั้นประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่วางไว้ ซึ่งสามารถวัดได้จากแบบประเมินความพึงพอใจ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

**7. แบบประเมินความพึงพอใจ** หมายถึง แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ที่สร้างขึ้นเพื่อการประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ 3 ด้าน ดังนี้ ด้านครูผู้สอน ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ และด้านการวัดและประเมินผล จำนวน 15 ข้อ

## 6. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. พัฒนาระบบการจัดการจัดการเรียนการสอน และกระบวนการวัดและประเมินผลเรื่องลำดับและอนุกรม ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เมื่อนำไปสอนนักเรียนจะทำให้ให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น และมีความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์

2. เพื่อเป็นแนวทางให้กับผู้ที่สนใจนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มาใช้ในการจัดการเรียนรู้กับกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เรื่องอื่นๆ ได้

## 7. กรอบแนวคิดในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาแนวคิดการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ที่ 2 ของสลาวิน (Slavin. 1995: 27 – 28) ที่ได้พัฒนามาจากการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ของเอรอนสัน (Aronson) ซึ่งผู้วิจัยได้กำหนดกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังแสดงในภาพที่ 4

ตัวแปรต้น

การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย  
เทคนิคจิ๊กซอว์



ตัวแปรตาม

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์
2. ความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์

ภาพที่ 4 กรอบแนวคิดในการวิจัย





## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นความรู้พื้นฐาน และแนวทางในการดำเนินการวิจัยให้เกิดประสิทธิภาพ และสำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย ไว้ดังนี้

1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)
  - 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน
  - 1.2 หลักสูตรสถานศึกษาโรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.2 ความเป็นมาของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.3 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.4 บทบาทของครูและผู้นำกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.5 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
  - 2.6 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
  - 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์
  - 3.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
  - 3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์
  - 3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
4. ความพึงพอใจต่อการเรียน
5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
  - 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับ ลำดับและอนุกรม
  - 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

## 1. หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560)

### 1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้เน้นการจัดการศึกษาโดยกำหนดมาตรฐานการเรียนรู้และกำหนดสาระการเรียนรู้เป็นสาระหลักที่จำเป็นสำหรับนักเรียนทุกคน ครูผู้สอนต้องศึกษาหลักสูตรให้เข้าใจเพราะหลักสูตรคือ แนวทางในการจัดการเรียนการสอนในหลักสูตรได้กำหนดกรอบเนื้อหาสาระในการจัดการเรียนรู้เพื่อให้นักเรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์และบรรลุผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานและตัวชี้วัด โดยกำหนดหลักการ จุดหมาย วิสัยทัศน์ สมรรถนะที่สำคัญของนักเรียนและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ของนักเรียน (กระทรวงศึกษาธิการ. 2551: 6 – 7)

#### หลักการ

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีหลักการที่สำคัญ ดังนี้

1. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อความเป็นเอกภาพของชาติ มีจุดหมายและมาตรฐานการเรียนรู้เป็นเป้าหมายสำหรับพัฒนาเด็กและเยาวชนให้มีความรู้ เจตคติ ทักษะ และคุณธรรมบนพื้นฐานของความเป็นไทย ความเป็นท้องถิ่นควบคู่กับความเป็นสากล
2. เป็นหลักสูตรการศึกษาเพื่อปวงชน ที่ประชาชนทุกคนมีโอกาสได้รับการศึกษาอย่างเสมอภาคและมีคุณภาพเท่าเทียมกัน
3. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่สนองการกระจายอำนาจสู่ชุมชนและสังคมมีส่วนร่วมในการจัดการศึกษาให้สอดคล้องกับบริบทและความต้องการของท้องถิ่น
4. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่มีโครงสร้างยืดหยุ่นทั้งด้านสาระการเรียนรู้ เวลาเรียน และการจัดการเรียนรู้
5. เป็นหลักสูตรการศึกษาที่ให้ความสำคัญกับนักเรียน โดยเน้นการจัดการเรียนรู้ที่สนองความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน
6. เป็นหลักสูตรการศึกษาสำหรับการศึกษาในระบบ ครอบคลุมทุกกลุ่มเป้าหมายสามารถเทียบโอนผลการเรียนรู้และประสบการณ์

#### จุดหมาย

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนานักเรียนให้เป็นคนดี มีปัญญา มีความสุข มีศักยภาพในการศึกษาต่อ และประกอบอาชีพ จึงกำหนดเป็นจุดหมายเพื่อให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบการศึกษาขั้นพื้นฐาน ดังนี้

1. มีคุณธรรม จริยธรรม และค่านิยมที่พึงประสงค์ เห็นคุณค่าของตนเอง มีวินัยและปฏิบัติตามหลักธรรมของพระพุทธศาสนา หรือศาสนาที่ตนนับถือ ยึดหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

2. มีความรู้ ความสามารถในการสื่อสาร การคิด การแก้ปัญหา การใช้เทคโนโลยี และมีทักษะชีวิต
3. มีสุขภาพกายและสุขภาพจิตที่ดี มีสุขนิสัย และรักการออกกำลังกาย
4. มีความรักชาติ มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในวิถีชีวิต และการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข
5. มีจิตสำนึกในการอนุรักษ์วัฒนธรรมและภูมิปัญญาไทย การอนุรักษ์และพัฒนาสิ่งแวดล้อม มีจิตสาธารณะที่มุ่งทำประโยชน์และสร้างสิ่งที่ดีงามในสังคม และอยู่ร่วมกันในสังคมอย่างมีความสุข

### วิสัยทัศน์

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้และทักษะพื้นฐาน รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาคือ การประกอบอาชีพและการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญบนพื้นฐานความเชื่อว่า ทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มตามศักยภาพ

### สมรรถนะสำคัญของนักเรียน

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนให้มีคุณภาพตามมาตรฐานการเรียนรู้ ซึ่งการพัฒนานักเรียนให้บรรลุมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดนั้น จะช่วยให้นักเรียนเกิดสมรรถนะสำคัญ 5 ประการ ดังนี้

1. ความสามารถในการสื่อสาร เป็นความสามารถในการรับและส่งสาร มีวัฒนธรรมในการใช้ภาษาถ่ายทอดความคิด ความรู้ความเข้าใจ ความรู้สึก และทัศนะของตนเองเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารและประสบการณ์อันจะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาตนเองและสังคม รวมทั้งการเจรจาต่อรองเพื่อขจัดและลดปัญหาความขัดแย้งต่างๆ การเลือกรับหรือไม่รับข้อมูลข่าวสารด้วยหลักเหตุผลและความถูกต้อง ตลอดจนการเลือกใช้วิธีการสื่อสาร ที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่มีต่อตนเองและสังคม
2. ความสามารถในการคิด เป็นความสามารถในการคิดวิเคราะห์ การคิดสังเคราะห์ การคิดอย่างสร้างสรรค์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ และการคิดเป็นระบบ เพื่อนำไปสู่การสร้างองค์ความรู้หรือสารสนเทศเพื่อการตัดสินใจเกี่ยวกับตนเองและสังคมได้อย่างเหมาะสม
3. ความสามารถในการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาและอุปสรรคต่างๆ ที่เผชิญได้อย่างถูกต้องเหมาะสมบนพื้นฐานของหลักเหตุผล คุณธรรมและข้อมูลสารสนเทศ เข้าใจความสัมพันธ์และการเปลี่ยนแปลงของเหตุการณ์ต่างๆ ในสังคม แสวงหาความรู้ ประยุกต์ความรู้มาใช้

ในการป้องกันและแก้ไขปัญหา และมีการตัดสินใจที่มีประสิทธิภาพโดยคำนึงถึงผลกระทบที่เกิดขึ้นต่อตนเอง สังคมและสิ่งแวดล้อม

4. ความสามารถในการใช้ทักษะชีวิต เป็นความสามารถในการนำกระบวนการต่างๆ ไปใช้ในการดำเนินชีวิตประจำวัน การเรียนรู้ด้วยตนเอง การเรียนรู้อย่างต่อเนื่อง การทำงาน และการอยู่ร่วมกันในสังคมด้วยการสร้างเสริมความสัมพันธ์อันดีระหว่างบุคคล การจัดการปัญหาและความขัดแย้งต่างๆ อย่างเหมาะสม การปรับตัวให้ทันกับการเปลี่ยนแปลงของสังคมและสภาพแวดล้อม และการรู้จักหลีกเลี่ยงพฤติกรรมไม่พึงประสงค์ที่ส่งผลกระทบต่อตนเองและผู้อื่น

5. ความสามารถในการใช้เทคโนโลยีเป็นความสามารถในการเลือกและใช้เทคโนโลยีด้านต่างๆ และมีทักษะกระบวนการทางเทคโนโลยี เพื่อการพัฒนาตนเองและสังคม ในด้านการเรียนรู้ การสื่อสาร การทำงาน การแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์ ถูกต้อง เหมาะสม และมีคุณธรรม

#### **คุณลักษณะอันพึงประสงค์**

หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนานักเรียนทุกคนให้มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์เพื่อให้สามารถอยู่ร่วมกับผู้อื่นในสังคมได้อย่างมีความสุขในฐานะเป็นพลเมืองไทยและพลเมืองโลก ดังนี้

1. รักชาติ ศาสน์ กษัตริย์
2. ซื่อสัตย์สุจริต
3. มีวินัย
4. ใฝ่เรียนรู้
5. อยู่อย่างพอเพียง
6. มุ่งมั่นในการทำงาน
7. รักความเป็นไทย
8. มีจิตสาธารณะ

สรุปได้ว่า หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่ส่งเสริมการกระจายอำนาจทางการศึกษา โดยเปิดโอกาสให้กับท้องถิ่นและหน่วยงานอื่น ๆ เข้ามามีส่วนร่วม และมีบทบาทสำคัญในการขับเคลื่อนระบบการศึกษาเพื่อให้ระบบการศึกษามีการพัฒนาที่ดียิ่งขึ้น และส่งผลให้ผู้เรียนมีการพัฒนาทั้งด้านร่างกาย จิตใจและสติปัญญาไปควบคู่กัน โดยหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เป็นหลักสูตรที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยครูมีหน้าที่คอยชี้แนะแนวทางในการเรียนการสอนมากกว่าที่ครูจะนำความรู้มาบอกแก่ผู้เรียนโดยตรง เนื่องจากหลักสูตรมีการกำหนดหลักการ จุดมุ่งหมาย วิสัยทัศน์ สมรรถนะที่สำคัญและคุณลักษณะอันพึงประสงค์ที่ต้องการให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน

## 1.2 หลักสูตรโรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

### วิสัยทัศน์โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคมเป็นสถานศึกษาที่บริหารจัดการแบบมีส่วนร่วม มุ่งมั่นพัฒนาคุณภาพของผู้เรียน โดยใช้หลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง

### คุณลักษณะที่พึงประสงค์

1. พัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้น
2. พัฒนาคุณธรรมจริยธรรมสืบสานประเพณีวัฒนธรรมไทย
3. ศึกษาแหล่งเรียนรู้ โดยชุมชนมีส่วนร่วม
4. จัดหาเทคโนโลยีใช้ในการบริหารและการจัดการเรียนรู้ให้เพียงพอ
5. บริหารจัดการโดยใช้โรงเรียนเป็นฐานส่งเสริมการระดมทุนเพื่อพัฒนาการศึกษา
6. เสริมสร้างศักยภาพให้บุคลากรเป็นมืออาชีพ
7. พัฒนานักเรียนสู่ประชาคมอาเซียนและมาตรฐานสากล

### ยุทธศาสตร์การพัฒนาของโรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

จากการศึกษานโยบายของรัฐบาล นโยบายกระทรวงศึกษาธิการ กลยุทธ์สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน กลยุทธ์สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาชุมพรเขต 2 ตลอดจนการวิเคราะห์ห้องค์กร (SWOT) ของบุคลากรทางการศึกษาของโรงเรียนและผู้มีส่วนเกี่ยวข้อง ทำให้กำหนดวิสัยทัศน์ พันธกิจ และเป้าประสงค์ ของโรงเรียนและกำหนดกลยุทธ์ของการพัฒนาโรงเรียนได้ดังต่อไปนี้

1. เร่งปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนให้สูงขึ้นด้วยการพัฒนาสื่อการสอน และเทคโนโลยีที่ทันสมัย ใช้นวัตกรรมทางการศึกษาที่มีคุณภาพ
2. พัฒนาคุณธรรมจริยธรรม และคุณลักษณะที่พึงประสงค์
3. เร่งพัฒนาแหล่งเรียนรู้ภายในและภายนอกที่เป็นประโยชน์กับนักเรียนโดยชุมชนมีส่วนร่วม
4. ส่งเสริมการใช้เทคโนโลยีเพื่อการพัฒนาการบริหารจัดการ
5. ส่งเสริมการระดมทุนเพื่อการพัฒนาการศึกษา
6. เร่งปรับปรุงคุณภาพการจัดการเรียนการสอนโดยเสริมสร้างศักยภาพบุคลากรทุกระดับให้เป็นมืออาชีพ

**โครงสร้างหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560)**

กำหนดหลักสูตรเป็น 2 ช่วงชั้น ตามระดับพัฒนาการของผู้เรียน ช่วงชั้นที่ 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 3 และช่วงชั้นที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 – 6

เวลาเรียน ตลอดหลักสูตรจบการศึกษา แต่ละปีการศึกษามีเวลาเรียน 40 สัปดาห์ หรือ 200 วัน กำหนดให้เรียนปีละ 800 ชั่วโมง จัดเวลาเรียน 8 คาบ / วัน

### **หลักสูตรโรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์**

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มุ่งพัฒนาผู้เรียนทุกคน ซึ่งเป็นกำลังของชาติให้เป็นมนุษย์ที่มีความสมดุลทั้งด้านร่างกาย ความรู้ คุณธรรม มีจิตสำนึกในความเป็นพลเมืองไทยและเป็นพลเมืองโลก ยึดมั่นในการปกครองตามระบอบประชาธิปไตยอันมีพระมหากษัตริย์ทรงเป็นประมุข มีความรู้ และทักษะพื้นฐาน รวมทั้ง เจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษต่อ การประกอบอาชีพ และการศึกษาตลอดชีวิต โดยมุ่งเน้นเป็นสำคัญ บนพื้นฐานความเชื่อว่าทุกคนสามารถเรียนรู้และพัฒนาตนเองได้เต็มศักยภาพ ซึ่งกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้กำหนดสาระสำคัญที่นำเสนอ ได้แก่ ความสำคัญสาระการเรียนรู้ สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ คุณภาพผู้เรียน เมื่อเรียนจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ดังต่อไปนี้

#### **ความสำคัญ**

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ ช่วยให้ผู้เรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือ สถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม และสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่องเพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ฉบับนี้ จัดทำขึ้นโดยคำนึงถึงการส่งเสริมให้ ผู้เรียนมีทักษะที่จำเป็นสำหรับการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เป็นสำคัญ นั่นคือ การเตรียมผู้เรียนให้มีทักษะด้าน การคิดวิเคราะห์ การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์ การใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารอย่างปลอดภัย ซึ่งจะส่งผลให้ผู้เรียนรู้เท่าทัน การเปลี่ยนแปลงของระบบเศรษฐกิจ สังคม วัฒนธรรม และสภาพแวดล้อม สามารถแข่งขันและอยู่ร่วมกับประชาคมโลกได้ ทั้งนี้การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ที่ประสบความสำเร็จนั้น จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ พร้อมทั้งจะประกอบอาชีพเมื่อจบการศึกษาหรือสามารถศึกษาต่อในระดับที่สูงขึ้น ดังนั้นสถานศึกษาควรจัดการเรียนรู้ให้เหมาะสมตามศักยภาพของผู้เรียน

## สาระการเรียนรู้

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ได้จัดเป็น 4 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น และแคลคูลัส

○ จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน เมทริกซ์ จำนวนเชิงซ้อน ลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

○ การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและ ความจุ เงิน และเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนิยามภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่อง การเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

○ สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับการตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติ การนำเสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงของตัวแปรสุ่ม การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็น ในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

○ แคลคูลัส เรียนรู้เกี่ยวกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

#### สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

**มาตรฐาน ค 1.1** เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

**มาตรฐาน ค 1.2** เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

**มาตรฐาน ค 1.3** ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ และเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

#### สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

**มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

**มาตรฐาน ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

**มาตรฐาน ค 2.3** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

**มาตรฐาน ค 2.4** เข้าใจเวกเตอร์ การดำเนินการของเวกเตอร์ และนำไปใช้

**สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น**

**มาตรฐาน ค 3.1** เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

**มาตรฐาน ค 3.2** เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

**สาระที่ 4 แคลคูลัส**

**มาตรฐาน ค 4.1** เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

**ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์**

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. **การแก้ปัญหา** เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์วางแผนแก้ปัญหาและเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบพร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. **การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์** เป็นความสามารถในการใช้รูปภาพและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. **การเชื่อมโยง** เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. **การให้เหตุผล** เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. **การคิดสร้างสรรค์** เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้



### คุณภาพผู้เรียน

#### เมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เรียนที่ไม่เน้นวิทยาศาสตร์)

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

❖ เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

❖ นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง พังค์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน

❖ เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูลเพื่อประกอบการตัดสินใจ

#### จบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 (สำหรับผู้เรียนที่เน้นวิทยาศาสตร์)

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล

❖ เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชันลอการิทึม และฟังก์ชัน ตรีโกณมิติ

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์

❖ เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์

❖ เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน

❖ นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้

❖ เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้

❖ นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

❖ เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูล และแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

❖ หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติ และนำไปใช้

❖ นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

### คำอธิบายรายวิชา

ศึกษา ค้นคว้า ฝึกทักษะและกระบวนการเกี่ยวกับเรื่องดังต่อไปนี้

ลำดับเลขคณิตและลำดับเรขาคณิต อนุกรมเลขคณิตและอนุกรมเรขาคณิต เลขยกกำลัง รากที่  $n$  ของจำนวนจริง เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนนับที่มากกว่า 1 เลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนตรรกยะ

โดยใช้ความรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และเทคโนโลยีในการแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่างๆได้อย่างเหมาะสม โดยใช้วิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา ให้เหตุผลประกอบการตัดสินใจและสรุปผลได้อย่างเหมาะสม ใช้ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร การสื่อความหมาย และการนำเสนอได้อย่างถูกต้องชัดเจน เชื่อมโยงความรู้ต่างๆในคณิตศาสตร์ และนำความรู้ หลักการ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ไปเชื่อมโยงกับศาสตร์อื่นๆอย่างมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

รวมทั้งมีความใฝ่รู้ใฝ่เรียน มุ่งมั่นในการทำงาน มีความรับผิดชอบ มีระเบียบวินัย มีความรอบคอบในการทำงานอย่างเป็นระบบ มีความซื่อสัตย์และเชื่อมั่นในตนเอง และตระหนักในคุณค่าและมีเจตคติที่ดีต่อวิชาคณิตศาสตร์

#### ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.5/1

ค 1.2 ม.5/2

รวมทั้งหมด 2 ตัวชี้วัด

#### หน่วยการเรียนรู้

จากโครงสร้างและขอบข่ายเนื้อหาของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถแบ่งจำนวนชั่วโมงเวลาเรียนของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ได้ดังตารางที่ 2

ตารางที่ 2 หน่วยการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่	ชื่อหน่วยการเรียนรู้	จำนวนชั่วโมง
2	ลำดับและอนุกรม	22
3	ฟังก์ชัน	18

### สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

ในการศึกษาครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ระบุไว้ใน สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูปความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้ ตัวชี้วัด ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรม ไปใช้ ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 กำหนดแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

แผนการจัดการเรียนรู้ที่	เรื่อง	เวลาเรียน (คาบ)
1	ลำดับ (1)	2
2	ลำดับ (2)	2
3	ลำดับเลขคณิต(1)	2
4	ลำดับเลขคณิต(2)	2
5	ลำดับเรขาคณิต(1)	2
6	ลำดับเรขาคณิต(2)	2
7	อนุกรมเลขคณิต(1)	2
8	อนุกรมเลขคณิต(2)	2
9	อนุกรมเรขาคณิต(1)	2
10	อนุกรมเรขาคณิต(2)	2
รวม 10 แผนการจัดการเรียนรู้		20

## 2. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### 2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

มีนักวิชาการให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ไว้ดังนี้

สไตน์บริงค์ และสตาล (Steinbrink; & Stahl. 1994: 135) ได้กล่าวว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นรูปแบบของการเรียนร่วมมือแบบหนึ่ง ลักษณะของการเรียนร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ จะจัดนักเรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มหนึ่งจะมีนักเรียน 6 คน มีระดับความรู้แตกต่างกันสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มจะถูกกำหนดให้ไปเรียนร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่นๆ ในหัวข้อที่ต่างกันแล้วทุกคนจะกลับมาที่กลุ่มของตน เพื่ออธิบายให้เพื่อนฟังถึงสิ่งที่ตนได้ไปเรียนมาร่วมกับสมาชิกของกลุ่มอื่นๆ

สุวิทย์ มูลคำ และ อรทัย มูลคำ (2545: 177) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นการจัดการกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้แนวความคิดต่อภาพ โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะให้เรียนรู้ออกเป็นหัวข้อย่อย

เท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม และมอบหมายให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าคนละหัวข้อ ผู้เรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ตนได้รับมอบหมายให้ศึกษาจากกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันก็จะทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกันจากนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญอธิบายความรู้เนื้อหาสาระที่ตนศึกษาให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟัง เพื่อให้เพื่อนสมาชิกทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อยและเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระทั้งเรื่อง

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552: 188) ได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้โดยใช้การเรียนรู้แบบต่อภาพ (Jigsaw) เป็นการเรียนแบบร่วมมือ โดยที่ผู้เรียนแต่ละบุคคล ต้องไปศึกษาค้นคว้าในส่วนที่ได้รับมอบหมายแล้วนำกลับมาสอนให้แก่สมาชิกกลุ่มได้เรียนรู้ภาพรวมทั้งหมด

เสาวเพ็ญ บุญประสพ (2553: 20) การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หมายถึง กิจกรรมการเรียนที่ผู้สอนแบ่งจำนวนนักเรียนเป็นกลุ่มย่อยเท่ากับจำนวนหัวข้อย่อยของเนื้อหาที่จะให้เรียนรู้ โดยที่ทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้เรียนของแต่ละกลุ่มจะศึกษาค้นคว้าคนละหัวข้อเพื่อเป็นผู้เชี่ยวชาญในเรื่องนั้น ผู้เรียนต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายหัวข้อเดียวกันก็จะทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน จากนั้นผู้เรียนแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญอธิบายความรู้ เนื้อหาสาระที่ตนศึกษาให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟังเพื่อนสมาชิกทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อยและเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระทั้งเรื่องพร้อมกัน

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนการสอนเป็นกลุ่ม โดยคละความสามารถ กลุ่มประมาณ 3 – 5 คน เรียกว่า กลุ่มบ้าน แต่ละกลุ่มได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเหมือนกันทุกกลุ่ม โดยมีหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม สมาชิกแบ่ง เนื้อหาคนละหัวข้อ แล้วนำเนื้อหาที่ตนเองได้รับไปศึกษาร่วมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้เนื้อหาเหมือนกัน เรียกว่า กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ หลังจากนั้นผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนกลับมาที่กลุ่มบ้านกลุ่มเดิม เพื่ออธิบายความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มเข้าใจ เมื่อจบบทเรียนจะมีการทดสอบรายบุคคลแล้วนำคะแนนของสมาชิกในกลุ่มบ้านมารวมกัน กลุ่มใดได้คะแนนรวมสูงสุดครูมีการเสริมแรงด้วยรางวัลหรือกล่าวชมเชย

## 2.2 องค์ประกอบของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

มีนักการศึกษากล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ไว้ดังนี้

Slavin (1986: 86; อ้างถึงใน จันทร์พอง รุ่งฤทธิ์ประภากร. 2553: 30-31) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบสำคัญของการสอนโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ไว้ 3 ส่วน ดังนี้

1. การเตรียมสื่อการเรียนการสอน ครูต้องสร้างใบงานผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนของกลุ่มและสร้างแบบทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้ แต่ถ้ามีหนังสือเรียนอยู่แล้วยิ่งทำให้ง่ายขึ้นได้ โดยแบ่งเนื้อหาในแต่ละหัวข้อเรื่องที่จะสอน เพื่อทำใบงานสำหรับผู้เชี่ยวชาญในใบงานควรบอกว่าผู้เรียน

จะต้องทำอะไรบ้าง เช่น ให้อ่านหนังสืออะไร อ่านหัวข้ออะไร อ่านหนังสือจากหน้าไหนถึงหน้าไหน หรือให้ควิดิตทัศน์หรือให้ลงมือปฏิบัติการทดลอง พร้อมกับมีคำถามไว้ให้ตอบตอนท้ายของกิจกรรมที่ทำด้วย

2. สมาชิกของกลุ่มและของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ครูจะทำการแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ แต่ละกลุ่มจะมีผู้เชี่ยวชาญในแต่ละเรื่องตามใบงานที่ครูได้สร้างขึ้น จากนั้นครูแจกใบงานให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนในกลุ่ม และให้ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนศึกษาใบงานของตนก่อน ก่อนที่จะแยกไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อทำงานตามใบงานนั้น ๆ เมื่อนักเรียนพร้อมที่จะทำกิจกรรมครูแยกไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แต่ละกลุ่มแตกต่างกันครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาหัวข้อตามใบงานที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มอาจลงมือปฏิบัติการทดลอง อ่านหนังสือ หรือบางกลุ่มอาจใช้โทรศัพท์ในการค้นหา เป้าหมายหลักของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญก็คือ ต้องศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับมอบหมาย พร้อมกับเตรียมการนำเสนอสิ่งนั้นอย่างสั้น ๆ เพื่อว่า เขาจะได้นำกลับไปสอนสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มที่ไม่ได้ศึกษาหัวข้อดังกล่าว

3. การรายงานและการทดสอบย่อย เมื่อกลุ่มผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่มทำงานเสร็จแล้วผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะกลับไปยังกลุ่มเดิมของตน แล้วสอนเรื่องที่ตนเองได้ไปศึกษามาให้กับสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม ครูกระตุ้นให้นักเรียนใช้วิธีการต่าง ๆ ในการนำเสนอสิ่งที่จะสอน นักเรียนอาจใช้วิธีการสาธิต การอ่านรายงาน รูปภาพหรือแผนภูมิในการนำเสนอความคิดเห็น ครูควรกระตุ้นให้สมาชิกในกลุ่ม ได้มีการอภิปรายและซักถามปัญหาต่าง ๆ โดยที่สมาชิกแต่ละคนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้แต่ละเรื่องที่เพื่อน ๆ นำเสนอ

เมื่อผู้เชี่ยวชาญได้รายงานผลงานของตนเองเสร็จแล้ว ควรมีการอภิปรายร่วมกันทั้งห้องอีกครั้งหนึ่ง หรือมีการถามคำถามและตอบคำถาม ในหัวข้อเรื่องที่คุณเชี่ยวชาญแต่ละคนได้ศึกษา หลังจากนั้น ครูทดสอบย่อย เกณฑ์การประเมินการให้คะแนนเหมือนกับวิธีการของ STAD

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 178) ได้กล่าวว่าการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ต้องมียุทธศาสตร์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. การเตรียมสื่อการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องเตรียมใบงาน ใบความรู้ สื่อการเรียนรู้อื่น ๆ สำหรับผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่ม และสร้างแบบทดสอบย่อยในแต่ละหน่วยการเรียนรู้

2. การจัดสมาชิกของกลุ่ม ผู้สอนจะต้องทำการแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่า “กลุ่มบ้าน” (Home group) ซึ่งแต่ละกลุ่มจะมีผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ในแต่ละเรื่องตามใบงานที่ผู้สอนสร้างขึ้น

3. การรายงานและการทดสอบย่อย เมื่อผู้เชี่ยวชาญกลับเข้าไปกลุ่มตัวเองและสอนเรื่องที่ตนเองได้เรียนรู้มาสอนหรือรายงานให้กับสมาชิกในกลุ่มแล้ว ควรมีการอภิปรายกันทั้งห้องเรียนอีกครั้ง หรือมีการถาม – ตอบ ในหัวข้อเรื่องที่เรียนรู้ หลังจากนั้นผู้สอนทำการทดสอบย่อย และประเมินให้คะแนน

ฆนัท ธาตุทอง (2551: 184) ได้กล่าวว่าองค์ประกอบแบบเทคนิคจิ๊กซอว์ไว้ดังนี้

1. เตรียมสื่อ
  - ใบงาน ใบความรู้ สื่อ แบบทดสอบย่อย
2. จัดสมาชิกกลุ่ม
  - กลุ่มบ้าน (Home group)
  - กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group)
3. การรายงานและการทดสอบย่อย
  - นำเสนอ อภิปรายร่วมกัน ถาม – ตอบ
  - ทดสอบย่อย ประเมินผล

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มีองค์ประกอบสำคัญ 3 ส่วน คือ 1) การเตรียมสื่อการเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องเตรียมใบงาน ใบความรู้ สื่ออื่น ๆ เช่น เทป วิดิทัศน์ อินเทอร์เน็ต และแบบทดสอบ 2) การจัดสมาชิกของกลุ่มโดยผู้สอน จะต้องแบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ เรียกว่ากลุ่มบ้าน และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เมื่อนักเรียนพร้อมที่จะทำกิจกรรม ครูแยกไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แต่ละกลุ่มอาจแตกต่างกันครูพยายามกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าหัวข้อตามใบงานที่แตกต่างกัน ซึ่งผู้เชี่ยวชาญในแต่ละกลุ่ม อาจลงมือปฏิบัติการทดลอง หรืออ่านหนังสือ หรือบางกลุ่มอาจใช้โทรศัพท์ เป้าหมายหลักของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ก็คือ ต้องศึกษาเกี่ยวกับสิ่งที่ได้รับมอบหมาย พร้อมกับเตรียมการเสนอสิ่งนั้น อย่างสั้น ๆ 3) การรายงานและการทดสอบย่อย ผู้เรียนที่เป็นผู้เชี่ยวชาญกลับเข้ากลุ่มบ้านของตนเอง และสอนเรื่องที่ตนเองได้เรียนรู้มาให้กับสมาชิกในกลุ่มฟัง จากนั้นผู้สอนทำการทดสอบย่อยและประเมินให้คะแนน

### 2.3 บทบาทของครูและผู้นำกลุ่มในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

Aronson, et. al (1978: 49 – 58 ; อ้างถึงใน รัชณี ทาเหล็ก. 2556: 19 – 21) ได้สรุปบทบาทหน้าที่ในการเรียนรู้แบบเทคนิคจิ๊กซอว์ มีอยู่ด้วยกัน 2 บทบาทด้วยกัน คือ บทบาทของครู และบทบาทของหัวหน้ากลุ่ม ซึ่งทั้ง 2 บทบาทนั้นจะทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานให้แก่การดำเนินงานของกลุ่ม เพื่อช่วยเหลือ และให้คำแนะนำกลุ่ม เพื่อให้ทำงานได้สำเร็จลุล่วงด้วยดี ซึ่งครูผู้ทำหน้าที่เป็นผู้คอยช่วยเหลือจำเป็นต้องมีผู้ช่วย ซึ่งก็คือนักเรียนที่เป็นหัวหน้ากลุ่ม โดยครูและหัวหน้ากลุ่มมีหน้าที่และบทบาท ดังนี้

#### 1. บทบาทของครู

ในบางครั้งการทำงานร่วมกันของกลุ่มอาจเกิดปัญหาขึ้น เช่น บางคนไม่ยอมสนใจฟังสิ่งที่เพื่อนนำเสนอ ครูไม่ควรแก้ปัญหาให้กลุ่มนั้น ๆ ด้วยวิธีการบอกให้เพื่อนคนนั้น ๆ ทำงาน แต่ควรให้หัวหน้ากลุ่มเป็นผู้ช่วยสอบถามว่าปัญหาเกิดขึ้นที่ไหน เพราะบางทีนักเรียนอาจจะฟังการนำเสนอของเพื่อนไม่ทัน จึงเลิกสนใจ หัวหน้าก็ควรจะช่วยแก้ปัญหาด้วยการให้เพื่อนที่นำเสนอ

ทบทวนอีกครั้งหรือบางทีปัญหาอาจเกิดจากการที่สมาชิกเรียนรู้ได้เร็วจนรู้สึว่าการนำเสนอของเพื่อน นำเป้าหมายหัวหน้าอาจแก้ปัญหาโดยให้เพื่อนที่นำเสนอเปลี่ยนมาใช้คำพูดของตัวเอง เพื่อให้เกิดความน่าสนใจและสุดท้ายมีบางครั้งที่เราเห็นว่าควรให้มีการอภิปรายกลุ่มถึงสภาพการทำงาน เพื่อให้เกิดการพูดคุยทำความเข้าใจกัน เพื่อให้เกิดการร่วมมือกันอย่างมีประสิทธิภาพในการเป็นผู้ประสานการทำงานกลุ่มของแต่ละกลุ่ม ครูต้องเป็นแหล่งข้อมูลที่ดี เมื่อนักเรียนมีคำถามจึงจะสามารถให้คำแนะนำได้ โดยการให้ศึกษาเพิ่มเติมส่วนใด แต่ที่สที่สุดก็ยังคงให้อิสระกับการทำงานของนักเรียนเอง

การเลิกวิธีสอนแบบเดิม ๆ จะเป็นเรื่องยากสำหรับครู แต่ก็เป็นเรื่องที่น่าตื่นเต้น เมื่อความรับผิดชอบตกไปอยู่ที่ตัวนักเรียนเอง ทำให้นักเรียนไม่สามารถบ่นว่าครูสอนน่าเบื่อได้อีก ในขณะที่นักเรียนเป็นผู้กำหนดเอง แต่ไม่ใช่ว่าครูจะไม่ต้องทำอะไรเลย เพราะครูยังต้องคอยวางโครงสร้างของการทำงานกลุ่มอย่างเป็นลำดับขั้นตอนให้แก่ นักเรียน เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพ

## 2. บทบาทของหัวหน้ากลุ่ม

ครูคาดหวังว่าหัวหน้าจะเข้าใจระบบการทำงานกลุ่ม โดยครูจะให้เหล่าสมาชิกช่วยกัน คิดรายการหน้าที่ และความรับผิดชอบของหัวหน้ากลุ่ม เพื่อหัวหน้ากลุ่มจะได้รับบทบาทหน้าที่ของตน ซึ่งมีดังนี้

2.1 ช่วยกลุ่มให้มีการจัดการที่ดี คือ มีแฟ้ม เลือกคนจับเวลาและผู้จดบันทึกข้อมูล ในแต่ละวัน เป็นผู้รวมหรือเลิกกลุ่ม ช่วยกลุ่มหาข้อสรุปการดำเนินการปฏิบัติกิจกรรม ช่วยทำ กำหนดการทำงาน

2.2 ให้สมาชิกทำตามหน้าที่ของตน โดยคอยชี้แนะและเตือน ถ้ามถึงสิ่งที่ทำเสร็จไปแล้วต่อผู้บันทึก เวลาเหลือเท่าไร

2.3 เป็นผู้ประสานงานระหว่างครูกับกลุ่ม ทำความเข้าใจกับภาระงานจากผู้สอน ก่อนทำจะนำมาอธิบายต่อเพื่อนสมาชิก

2.4 สร้างพฤติกรรมอันจะนำไปสู่ความสำเร็จแก่สมาชิก

2.5 ถ้ามคำถามเพื่อให้ได้ข้อมูลหรือความชัดเจน

2.6 อดทนและทำความเข้าใจได้ดี มีความเชื่อมั่นว่าการดำเนินงานของกลุ่มจะมี ประสิทธิภาพหากร่วมมือกัน

2.7 ขอร้องให้เพื่อนสมาชิกทำอะไรสักอย่างให้อย่างสุภาพ

2.8 ช่วยให้กลุ่มแก้ปัญหาความไม่เป็นอันหนึ่งอันเดียวกันด้วยความยุติธรรมและช่วยให้ สมาชิกกลุ่มทำความเข้าใจซึ่งกันและกันได้

2.9 พร้อมรับฟังข้อคิดเห็นที่เพื่อน ๆ จะมีต่อตนเอง เพื่อให้สามารถทำหน้าที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ เช่น ถ้ามว่า “ฉันควรจะต้องเพิ่มเติม หรือปรับปรุงตรงไหนบ้าง” หัวหน้ากลุ่มเหล่านี้ ต้องผ่านการฝึกฝน โดยตอนแรกครูอาจจะนัดพบตอนกลางวันเพื่อพูดคุยเกี่ยวกับกระบวนการและ

การทำงานกลุ่มเพื่อช่วยให้มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาและมีโอกาสซักถามหรือแลกเปลี่ยนกัน  
ซึ่งจะมีประโยชน์มากในช่วงแรก ๆ ที่ต่างคนต่างขาดประสบการณ์

สาวตรี โรจนะสมิต (2553: 4) ได้สรุปบทบาทหน้าที่ของครูผู้สอน และผู้เรียนในแต่ละ  
ลำดับขั้นของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ ดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์

กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
1. เตรียมสื่อการสอน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- แบ่งเนื้อหาในแต่ละหัวข้อ และกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน</li> <li>- สร้างใบความรู้ให้กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ และสร้างใบงานให้สมาชิกของกลุ่มบ้าน</li> <li>- สร้างแบบทดสอบย่อย หรือเอกสารการประเมินอื่น ๆ</li> </ul>	
2. การแบ่งกลุ่ม	<ul style="list-style-type: none"> <li>- อธิบายขั้นตอนการปฏิบัติ เช่น การแบ่งกลุ่ม วิธีการเปลี่ยนกลุ่ม หัวข้อ และกำหนดเวลาในการศึกษาเป็นต้น</li> <li>- แบ่งผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ กลุ่มบ้าน (Home group) โดยเลือกหมายเลขประจำตัว หรือนำเสนอหัวข้อทั้งหมดที่จะต้องศึกษาเพื่อให้ผู้เรียนเลือกตามความสนใจ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฟังคำอธิบายของครูผู้สอน</li> <li>- เลือกหมายเลขประจำตัว หรือเลือกหัวข้อที่ตนเองสนใจ ภายในกลุ่มบ้าน (Home group)</li> </ul>
3. การเปลี่ยนกลุ่มไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ส่งสัญญาณเตือนผู้เรียนให้เปลี่ยนจากกลุ่มบ้าน (Home group) ไปยัง กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group)</li> <li>- คอยให้ความช่วยเหลือและประเมินการทำงานของนักเรียนภายในห้อง</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ฟังสัญญาณ รีบย้ายไปยังกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group)</li> <li>- ร่วมกันศึกษาใบความรู้ และใบงาน</li> <li>- ร่วมกันทำใบงานให้เสร็จ</li> </ul>



ตารางที่ 4 บทบาทของครูผู้สอนและผู้เรียนในกิจกรรมการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ (ต่อ)

กิจกรรมการเรียนรู้	บทบาทของครูผู้สอน	บทบาทของผู้เรียน
4. การรายงาน	- ส่งสัญญาณเตือนผู้เรียนให้กลับมายังกลุ่มบ้าน (Home group)	- กลับไปยังกลุ่มบ้าน (Home group) และถ่ายทอดสิ่งที่ตนเองได้ศึกษามาจนครบทุกคน
5. การวัดและประเมินผล	- ควรประเมินผู้เรียนทั้งระหว่าง ทำกิจกรรม และหลังจากจบกิจกรรม	- ทำใบงานหรือแบบทดสอบร่วมกันภายในกลุ่มบ้าน (Home group)

จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า บทบาทหน้าที่ในการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์นั้น มีอยู่ด้วยกัน 2 บทบาท คือ

1. บทบาทของครู ซึ่งครูจะทำหน้าที่เป็นผู้คอยช่วยเหลือ เป็นแหล่งข้อมูลที่ดีเมื่อนักเรียนมีคำถามจะสามารถให้คำแนะนำได้ และประเมินการทำงานของนักเรียนอย่างใกล้ชิด

2. บทบาทของนักเรียน นักเรียนจะมีหัวหน้ากลุ่ม โดยทำหน้าที่เป็นผู้ประสานงานให้การดำเนินงานของกลุ่ม เพื่อช่วยเหลือและแนะนำกลุ่ม เพื่อให้ทำงานได้สำเร็จลุล่วงและนักเรียนในกลุ่มร่วมมือกันทำกิจกรรมตามที่ได้รับมอบหมายเพื่อให้งานนั้นสำเร็จตามเป้าหมาย

#### 2.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

มีนักวิชาการกล่าวถึงขั้นตอนของการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ไว้ดังนี้ สไตน์บริงค์ และสตาล (Steinbrink, & Stahl 1994: 138) อธิบายถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ดังนี้

การเตรียมความพร้อมของกลุ่ม

1. ครูจัดนักเรียนเข้ากลุ่มตามระดับความสามารถ โดยแต่ละกลุ่มจะประกอบไปด้วยเด็กที่มีคะแนนดี 1 คน เด็กที่มีคะแนนปานกลาง 2 – 4 คน และเด็กที่มีคะแนนต่ำ 1 คน

2. ครูอธิบายถึงบทบาทหน้าที่ต่าง ๆ ในการเข้ากลุ่มให้นักเรียนฟังขั้นที่ 1 การประชุมกลุ่มบ้าน

3. ครูให้นักเรียนเลือกสมาชิกในกลุ่มเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามคำสั่งในใบงาน “บทบาทของสมาชิกในกลุ่มบ้าน” ที่ครูแจกให้

4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนด้วยวิธีการต่าง ๆ และอธิบายถึงรายชื่อหัวข้อในเรื่องที่เรียนแต่ละหัวข้อ โดยจำนวนหัวข้อย่อยจะเท่ากับจำนวนของสมาชิกในแต่ละกลุ่ม

5. นักเรียนเลือกศึกษาหัวข้อย่อยที่ไม่ซ้ำกันกับสมาชิกในกลุ่ม ครูแจกใบงานที่ 2 ซึ่งเป็นคำถามในแต่ละหัวข้อย่อยที่แตกต่างกันไป เพื่อให้นักเรียนที่เลือกแต่ละหัวข้อตอบ คำถามให้ถูกต้อง  
ขั้นที่ 2 การประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

6. นักเรียนที่เลือกศึกษาหัวข้อเดียวกันมารวมกันในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ แต่งตั้งสมาชิกในกลุ่มเพื่อทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามคำสั่งในใบงานที่ 3 “กฎของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ” ที่ครูแจกให้

7. นักเรียนแต่ละกลุ่มอ่านเอกสารหนังสือที่ครูเตรียมไว้ให้ โดยรายละเอียดการศึกษาเนื้อหาจะระบุอยู่ในใบงานที่ 3 จากนั้นนักเรียนช่วยกันอภิปราย เพื่อตอบคำถามจากใบงานที่ 2 และสรุปความรู้เพื่อนำไปอธิบายในกลุ่มบ้านต่อไป

ขั้นที่ 3 การเสนอความรู้ในกลุ่มบ้าน

8. นักเรียนกลับไปทีกลุ่มบ้านของตน สมาชิกในกลุ่มแต่ละคนจะผลัดกันเพื่อเสนอความรู้ที่ได้รับในการเข้าประชุมกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยปฏิบัติตามคำสั่งในใบงานที่ 4 “นำเสนออย่างผู้เชี่ยวชาญ” สมาชิกในกลุ่มจะร่วมกันอภิปรายเกี่ยวกับหัวข้อที่ผู้อื่นในกลุ่มรับผิดชอบ

9. นักเรียนในชั้นเรียนร่วมกันอภิปรายในชั้น มีการนำเสนอผลงานของแต่ละกลุ่ม และตรวจสอบความถูกต้องของเนื้อหาของแต่ละกลุ่มบ้านให้ตรงกัน

การให้คะแนนจะได้เป็นคะแนนกลุ่ม โดยการนำคะแนนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนมาเปรียบเทียบกับระดับคะแนนที่นักเรียนได้ทำไว้ก่อนการเรียน

การให้คะแนนพัฒนาการจากการเปรียบเทียบคะแนนได้ดังนี้

คะแนนสอบพัฒนาการ	คะแนน
ต่ำกว่าคะแนนเปรียบเทียบมากกว่า 10 คะแนน	5
ต่ำกว่าคะแนนเปรียบเทียบระหว่าง 1-10 คะแนน	10
มากกว่าคะแนนเปรียบเทียบระหว่าง 1-10 คะแนน	20
มากกว่าคะแนนเปรียบเทียบมากกว่า 10 คะแนน	30
ได้คะแนนเต็มในการทดสอบ	35

คะแนนเฉลี่ยของกลุ่มที่ได้ คือ การนำคะแนนพัฒนาการที่ได้ในแต่ละคนมาเฉลี่ยโดยมีเกณฑ์ในการให้รางวัลกลุ่มที่ได้คะแนนเฉลี่ยระดับต่าง ๆ ดังนี้

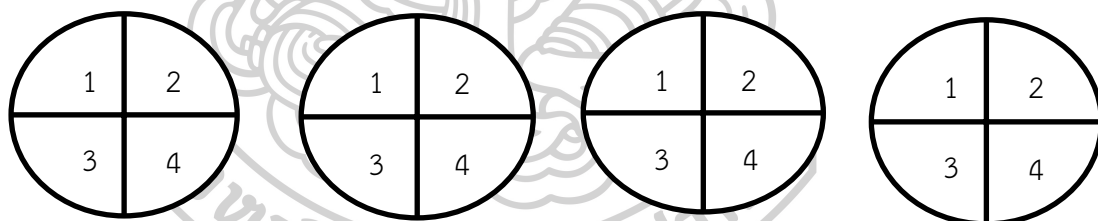
คะแนนเฉลี่ยกลุ่ม	รางวัล
16	GOOD TEAM
21	GREAT TEAM
26	SUPER TEAM

การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนมีความมั่นใจในการเรียนรู้มากขึ้น เนื่องจากแต่ละคนมีบทบาทหน้าที่ในการศึกษา และให้ความรู้แก่สมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่ม ดังนั้นคะแนนของกลุ่มขึ้นกับคะแนนของตนด้วย

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และคนอื่น ๆ (2545: 33 – 35) กล่าวถึงขั้นตอนของเทคนิคจิ๊กซอว์สรุปได้ดังนี้

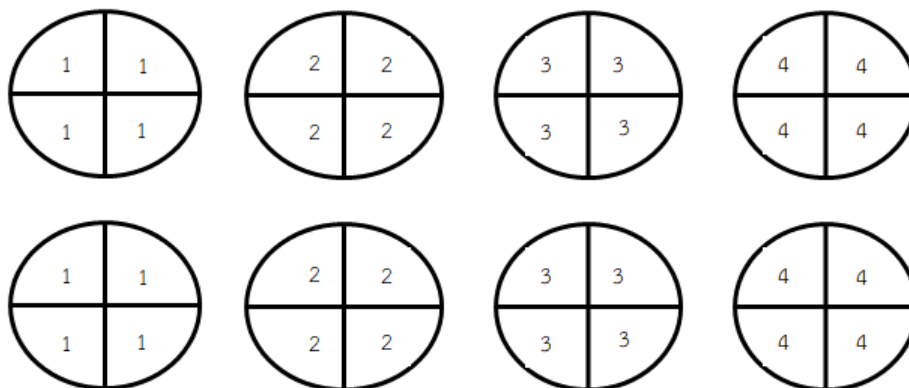
1. ผู้สอนกำหนดหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาเป็นหัวข้อย่อย ๆ โดยมีเนื้อหาหรือเรื่องราวที่จะศึกษาเท่า ๆ กัน และชี้แจงผู้เรียนว่ามีการแบ่งกลุ่มตามจำนวนหัวข้อที่กำหนดให้ และแนะวิธีการศึกษา

2. ผู้สอนกำหนดผู้เรียนออกเป็นกลุ่ม กลุ่มละเท่ากับจำนวนหัวข้อเรื่องที่จะศึกษาสมมติว่าถ้ามี 4 หัวข้อ สมาชิกจะต้องมีกลุ่มละ 4 คน และสมาชิก 4 คนนี้จะมีความสามารถแตกต่างกันทั้งเก่ง ปานกลาง กลาง อ่อน เมื่อมาอยู่รวมกันเรียกว่า กลุ่มบ้าน (Home group) ให้สมาชิกแต่ละคนเลือกหมายเลขประจำตัวตามความสมัครใจตั้งแต่หมายเลข 1, 2, 3, 4 และตั้งชื่อกลุ่มของตนพร้อมเขียนชื่อบนป้ายนิเทศหน้าชั้นเรียน ผู้สอนแจ้งกติกาว่าห้ามสมาชิกออกจากกลุ่มจนกว่าจะทำงานที่ได้รับมอบหมายเสร็จสิ้นลง ถ้าคนใดสงสัยไม่เข้าใจเรื่องใดจะต้องขอความช่วยเหลือจากเพื่อนในกลุ่ม ดังภาพที่ 5



ภาพที่ 5 การแบ่งกลุ่มบ้าน

3. ผู้เรียนที่มีหมายเลขเดียวกันจากกลุ่มบ้านมานั่งรวมกัน เพื่อศึกษาความรู้และทำงานร่วมกันตามประเด็นใบงานที่ผู้สอนกำหนดให้ ดังนั้น กลุ่มหมายเลข 1 ก็จะนั่งรวมกัน 4 คน หรือตามที่ผู้สอนกำหนดหมายเลข 2 หมายเลข 3 หมายเลข 4 ต่างก็ไปนั่งรวมกัน 4 คน หรือตามที่ผู้สอนกำหนดเช่นเดียวกัน ดังภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การศึกษาของกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

ดังนั้น แต่ละหมายเลขอาจจะมีหลายกลุ่มก็ได้ ถ้าผู้เรียนในห้องนั้นมีจำนวนมาก ตัวอย่างเช่น กลุ่มหมายเลข 1 อาจจะมี 3 – 4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 2 อาจจะมี 3 – 4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 3 อาจจะมี 3 – 4 กลุ่ม กลุ่มหมายเลข 4 อาจจะมี 3 – 4 กลุ่ม เป็นต้น ผู้เรียนในแต่ละหมายเลข จะศึกษาหัวข้อเรื่องเดียวกัน ร่วมกันอภิปรายและตอบคำถามตามประเด็นที่ผู้สอนกำหนด ผู้สอน อาจจะทำให้งานให้ผู้เรียน โดยกำหนดประเด็นหัวข้อให้ผู้เรียนตอบจนกระทั่งทุกคนมีความกระจ่าง ในหัวข้อเรื่องที่ศึกษาเป็นอย่างดี เราเรียกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ

4. ให้สมาชิกในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มเดิมของตนที่เรียกว่ากลุ่มบ้านและผลิตกัน อภิปรายเพื่อถ่ายทอดความรู้ที่ตนศึกษามา หรือตามที่ตนได้ร่วมกันถามคำถามตามหัวข้อในใบงาน ที่ผู้สอนกำหนด โดยเริ่มจากหมายเลข 1, 2, 3, 4 ตามลำดับ หรืออาจจะให้สมาชิกถ่ายทอดความรู้ ตามความสมัครใจ โดยไม่ต้องเรียงตามหมายเลขก็ได้ แต่ทุกคนต้องถ่ายทอดความรู้จนครบ

5. ผู้สอนทดสอบความรู้ตามเนื้อหาที่กำหนด และให้คะแนนเป็นรายบุคคล เทคนิคแบบ Jigsaw II นี้มีการพัฒนาจากเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้เรียนได้มีส่วนช่วยเหลือและ พึ่งพากันในกลุ่ม มีกระบวนการเหมือนจิ๊กซอว์เดิมทุกประการ แต่ในช่วงประเมินผลผู้สอนจะนำ คะแนนของทุกคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย กลุ่มใดได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดถือได้ว่าการร่วมมือ ช่วยเหลือกันเป็นอย่างดี ผู้สอนอาจจะมีการตีป้ายประกาศผลไว้เพื่อเป็นกำลังใจ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 178 – 180) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ดังนี้

### 1. ขั้นเตรียมเนื้อหา

ผู้สอนจัดเตรียมเนื้อหาสาระหรือเรื่องที่จะให้ผู้เรียนได้เรียนรู้โดยแบ่งเนื้อหาหรือหัวข้อที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่ม เช่น ถ้ามีขนาดกลุ่มละ 4 คน ก็แบ่งเนื้อหาออกเป็น 4 ส่วน เป็นต้น

### 2. ขั้นจัดกลุ่มผู้เรียน

2.1 ผู้สอนจัดแบ่งกลุ่มผู้เรียนให้มีสมาชิกที่มีความสามารถต่างกันเป็นกลุ่มพื้นฐาน (Home group) จำนวนสมาชิกในกลุ่มอาจมี 2 – 6 คนก็ได้

2.2 ผู้สอนแจกเอกสาร อุปกรณ์หรือสื่อการเรียนรู้ให้กลุ่มละ 1 ชุด หรือให้สมาชิกคนละ 1 ชุดก็ได้ (ซึ่งทุกกลุ่มจะศึกษาในเรื่องเดียวกัน)

2.3 มอบหมายให้สมาชิกในกลุ่มรับผิดชอบศึกษาค้นคว้าเพียงคนละ 1 ส่วนเท่านั้นซึ่งหากผู้สอนแจกเอกสารให้เพียงกลุ่มละ 1 ชุด ก็จะทำให้ผู้เรียนแยกเอกสารออกเป็นส่วน ๆ ตามหัวข้อย่อย เช่น แบ่งสมาชิกออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 4 คน ควรมอบหมายงานดังนี้

สมาชิกคนที่ 1 ของแต่ละกลุ่มรับผิดชอบศึกษาหรือค้นคว้าเฉพาะหัวข้อย่อยที่ 1

สมาชิกคนที่ 2 “.....” หัวข้อย่อยที่ 2

สมาชิกคนที่ 3 “.....” หัวข้อย่อยที่ 3

สมาชิกคนที่ 4 “.....” หัวข้อย่อยที่ 4

### 3. ขั้นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ศึกษา ค้นคว้า และเรียนรู้

3.1 สมาชิกที่ทำหน้าที่ผู้เชี่ยวชาญแต่ละคนจะแยกย้ายกันออกจากกลุ่มพื้นฐาน (Home group) ไปจับกับกลุ่มใหม่ เพื่อทำการศึกษาเอกสารหรือค้นคว้าเนื้อหาเพิ่มเติมในส่วนที่ตนเองได้รับมอบหมาย โดยสมาชิกที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อย่อยเดียวกันจะไปในรรวมกลุ่มกันกลุ่มละ 3 – 6 คน หรือตามจำนวนที่ผู้สอนกำหนด

3.2 สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญแต่ละกลุ่มจะอ่านเอกสาร ศึกษาหรือค้นคว้า สรุป เนื้อหาสาระ จัดลำดับขั้นตอนการนำเสนอ และเตรียมนำไปสอนให้ความรู้แก่สมาชิกในกลุ่มพื้นฐาน (Home group) หรือกลุ่มเดิมของตนเอง ในขั้นนี้ผู้สอนจะต้องดูแลเอาใจใส่เป็นที่ปรึกษาให้คำแนะนำช่วยเหลืออย่างใกล้ชิด

### 4. ขั้นสมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญเสนอความรู้

ผู้เชี่ยวชาญของแต่ละกลุ่มกลับกลุ่มเดิมของตน แล้วผลัดเปลี่ยนหมุนเวียนกันอธิบายให้ความรู้แก่เพื่อนสมาชิกภายในกลุ่มทีละคนจนครบ มีการซักถามข้อสงสัย ตอบปัญหา ทบทวนให้เกิดความเข้าใจอย่างชัดเจน

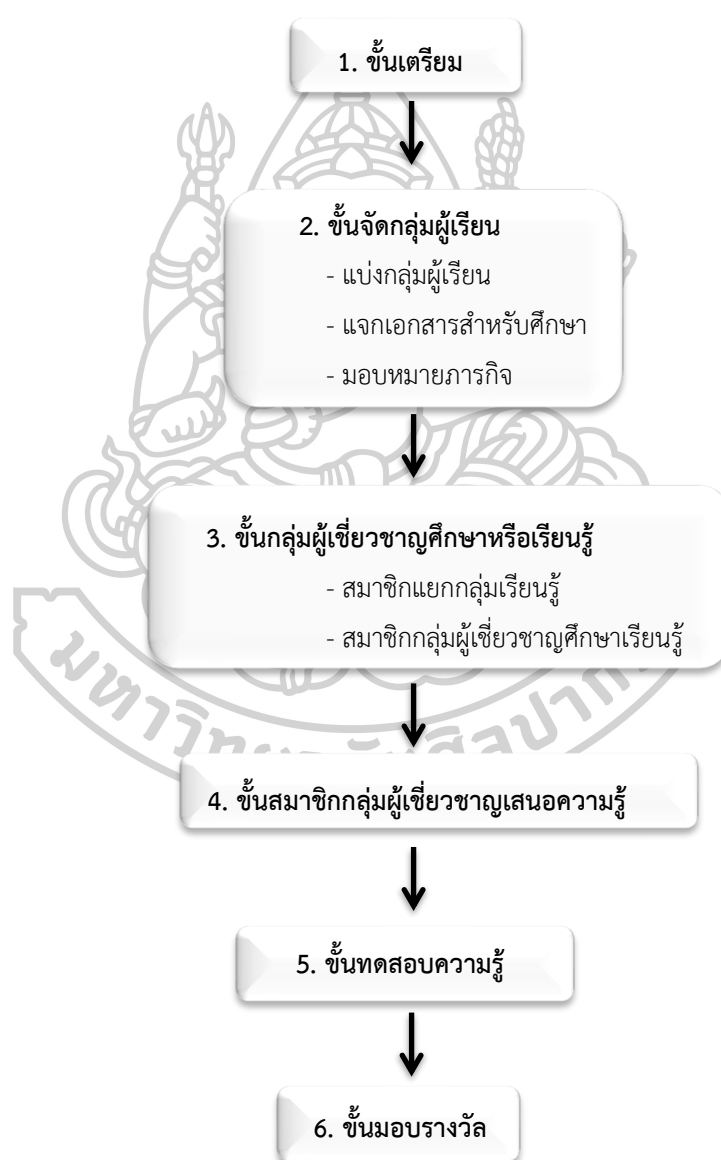
### 5. ขั้นทดสอบความรู้

ผู้สอนได้ให้ผู้เรียนแต่ละคนทดสอบเกี่ยวกับเนื้อหาความรู้ที่ครอบคลุมในทุกหัวข้อที่เรียนรู้ แล้วนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันเป็นคะแนนของกลุ่ม

### 6. ขึ้นมอบรางวัล

ผู้สอนมอบรางวัลหรือให้คำชื่นชม ชมเชยกลุ่มที่ได้คะแนนรวมสูงสุด

ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ สรุปลงเป็นแผนภูมิได้ดังแผนภาพที่ 7



ภาพที่ 7 แสดงแผนภูมิแสดงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์  
ที่มา: สุวิทย์ มูลคำ, และอรทัย มูลคำ. (2545: 180)

ทศนา แคมมณี (2554: 65) ได้อธิบายถึงขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค จิกซอร์ ดังนี้

1. จัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง-กลาง-อ่อน) กลุ่มละ 4 คน และเรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้านของเรา
2. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราได้มอบหมายให้ศึกษาเนื้อหาสาระคนละ 1 ส่วน (เปรียบเทียบได้ชิ้นส่วนของภาพตัดต่อคนละ 1 ชิ้น) และหาคำตอบในประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้
3. สมาชิกในกลุ่มบ้านของเราแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับเนื้อหาเดียวกัน ตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) ขึ้นมาและร่วมกันทำความเข้าใจในเนื้อหาสาระนั้นอย่างละเอียด และร่วมกันอภิปรายหาคำตอบประเด็นปัญหาที่ผู้สอนมอบหมายให้
4. สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปสู่กลุ่มบ้านของตนเอง แต่ละคนช่วยสอนเพื่อนในกลุ่มให้เข้าใจในสาระที่ตนได้ศึกษาร่วมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญมา เช่น สมาชิกทุกคนก็จะได้เรียนรู้เกี่ยวกับภาพรวมของสาระทั้งหมด
5. ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ แต่ละคนจะได้คะแนนเป็นรายบุคคล และนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มบ้านของเรามารวมกัน (หรือหาค่าเฉลี่ย) เป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล

จากข้อความข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิคจิกซอร์ ประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน โดยผู้สอนกำหนดขนาดของกลุ่มตามจำนวนหัวข้อย่อยของเนื้อหาสาระ กลุ่มละ 3 – 5 คน และจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มโดยความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน ผู้สอนแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มบ้าน โดยให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาไปศึกษาค้นคว้า คนละ 1 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้า โดยสมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายกันไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่น ซึ่งได้รับมอบหมายศึกษาเนื้อหาหัวข้อเดียวกัน มารวมกันตั้งเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อศึกษาหาความรู้จากสื่อ เอกสาร ใบงาน ใบความรู้ และทำการเตรียมการถ่ายทอดความรู้ต่อสมาชิกกลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้ สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตน แล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและซักถาม

ขั้นที่ 5 ทดสอบความรู้ ผู้เรียนทุกคนทำแบบทดสอบ โดยผู้สอนจะต้องนำคะแนนของทุกคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ย กลุ่มใดได้ค่าเฉลี่ยสูงสุดได้รับรางวัล

## 2.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

มีนักวิชาการกล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ดังนี้

เอรอนสัน และคณะ (Aronson; et al. 1978: 30 – 31) ใช้เทคนิคการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์กับหลาย ๆ ชั้นเรียน เป็นเวลา 6 สัปดาห์ เพื่อเปรียบเทียบระหว่างชั้นเรียนที่ใช้การเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์กับชั้นเรียนอื่นที่เก่งๆ และมีครูเก่งๆ สอน ซึ่งผลที่ได้มีดังนี้

1. นักเรียนในชั้นเรียนที่เรียนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เริ่มมีการยอมรับเพื่อนร่วมกลุ่มมากกว่าเพื่อนคนอื่น ๆ ในห้องเดียวกัน
2. ทั้งนักเรียนเชื้อสายสเปนและกลุ่มผิวดำ เริ่มจะชอบโรงเรียนมากขึ้น (หรือเกลียดน้อยลง) กว่าพวกที่เรียนอยู่ในชั้นเรียนเก่งๆ
3. นักเรียนในกลุ่มการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ มีการยอมรับซึ่งกันและกันมากขึ้นกว่ากลุ่มชั้นเรียนเก่งๆ
4. นักเรียนในกลุ่มการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ มีองค์ความรู้มากกว่าหรือเท่ากับนักเรียนในชั้นเรียนเก่งๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ขณะที่พวกเชื้อสายสเปนทำได้ดีพอๆ กัน ในทั้ง 2 ชั้น เรียน กลุ่มผิวดำและพวกอเมริกันเชื้อสายสเปนในโรงเรียนต่อต้านการเหยียดสีผิวในชั้นเรียนแบบจิ๊กซอว์ มีการแสดงออกที่ดีกว่าในชั้นเรียนเก่งๆ อย่างมีนัยสำคัญ
5. นักเรียนในกลุ่มการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์ มีการร่วมมือกันมากกว่าและยอมรับว่าเพื่อนเป็นแหล่งความรู้มากกว่ากลุ่มนักเรียนในชั้นเรียนเก่ง ๆ

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545: 181) สรุปข้อดีของการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ดังนี้

1. ผู้เรียนมีความเอาใจใส่ รับผิดชอบต่อตนเองและกลุ่มร่วมกับสมาชิกอื่น
2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีความสามารถต่างกันได้เรียนรู้ร่วมกัน
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนผลัดกันเป็นผู้นำ
4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกและเรียนรู้ทักษะทางสังคมโดยตรง

ฉันท ชาติทอง (2551: 185) ได้สรุปข้อดีของเทคนิคต่อเติม (Jigsaw) ไว้ดังนี้

1. ผู้เรียนเอาใจใส่รับผิดชอบตนเอง
2. ส่งเสริมผู้ที่มีความรู้ความสามารถต่างกัน เรียนรู้ร่วมกันได้
3. ฝึก เรียนรู้ทักษะทางสังคม
4. มีความตื่นตัว สนุกสนานกับการเรียน



จากข้อความดังกล่าวข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ คือ

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้ร่วมกัน
2. นักเรียนมีภาวะความเป็นผู้นำ
3. มีการยอมรับฟังซึ่งกันและกัน
4. เป็นมิตรสัมพันธ์ที่ดีต่อกันระหว่างกลุ่มของผู้เรียน
5. เกิดความสนุกสนานกับการเรียน

### 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

#### 3.1 ความหมายของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์

วิลสัน (Wilson. 1796 : 643 – 655 , อ้างอิงใน ไกรพลุฑ พลพา. 2551 : 56 – 59) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถทางด้านสติปัญญาในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ซึ่งจำแนกพฤติกรรมทางพุทธิพิสัยในการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ไว้ 4 ระดับ คือ

1. ความรู้ความจำด้านคิดคำนวณ (Computation) พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมที่อยู่ในระดับต่ำสุด แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1.1 ความรู้ความจำเกี่ยวกับข้อเท็จจริง (Knowledge of Specific Facts) ความหมาย ที่จะระลึกถึงข้อเท็จจริงต่างๆ ที่นักเรียนเคยได้รับการเรียนการสอนมาแล้ว คำถามที่เกี่ยวข้องกับข้อเท็จจริง ตลอดจนความรู้พื้นฐาน ซึ่งนักเรียนได้สั่งสมมาเป็นระยะเวลานานแล้ว

1.2 ความรู้ความจำเกี่ยวกับศัพท์และนิยาม (Knowledge of Tenninogy) เป็นความสามารถในการระลึก หรือจำศัพท์นิยามต่างๆ ได้โดยคำถามอาจจะเป็นถามโดยตรง หรือโดยอ้อมก็ได้ แต่ไม่อาศัยการคิดคำนวณ

1.3 ความสามารถในการใช้กระบวนการการคิดคำนวณ (Ability to Carry out Algorithms) เป็นความสามารถในการใช้ข้อเท็จจริง หรือนิยาม และกระบวนการที่ได้เรียนมาแล้ว มาคิดคำนวณตามลำดับขั้นตอนที่เคยเรียนมาแล้ว ข้อสอบวัดความสามารถด้านนี้ต้องเป็นโจทย์ที่ง่าย คล้ายคลึงกับตัวอย่าง นักเรียนไม่ต้องพบกับความยุ่งยากในการตัดสินใจเลือกใช้กระบวนการ

2. ความเข้าใจ (Comprehensive) เป็นพฤติกรรมที่ใกล้เคียงกับพฤติกรรมระดับความรู้ความจำเกี่ยวกับการคิดคำนวณซับซ้อนกว่า แบ่งเป็น 6 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 ความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติ(Knowledge of Concepts) เป็นความสามารถที่ซับซ้อนกว่าความรู้เกี่ยวกับข้อเท็จจริง เพราะมโนคติเป็นนามธรรม ซึ่งประมวลจากข้อเท็จจริงต่างๆ ต้องอาศัยการตัดสินใจ การตีความ หรือยกตัวอย่างใหม่ที่แตกต่างไปจากที่เคยเห็น

2.2 ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการ กฎทางคณิตศาสตร์และการสรุปอ้างอิงเป็นกรณีทั่วไป (Knowledge of Principles Rules and Generalization) เป็นความสามารถในการนำเอาหลักการ กฎ และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนคติไปสัมพันธ์กับโจทย์ปัญหาจนได้

แนวทางในการแก้ปัญหา ถ้าคำถามเกี่ยวกับหลักการและกฎที่นักเรียนเพิ่งเคยพบเป็นครั้งแรกอาจจัดเป็นพฤติกรรมในระดับการวิเคราะห์ก็ได้

2.3 ความเข้าใจเกี่ยวกับโครงสร้างทางคณิตศาสตร์ (Knowledge of Mathematical Structure) คำถามที่วัดพฤติกรรมระดับนี้เป็นคำถามที่วัดเกี่ยวกับคุณสมบัติระบบจำนวนและโครงสร้างทางพีชคณิต

2.4 ความสามารถในการเปลี่ยนรูปแบบของปัญหาจากแบบหนึ่งไปอีกแบบหนึ่ง (Ability to Transform Problem from One Mode to Another) เป็นความสามารถในการแปลข้อความที่กำหนดให้เป็นข้อความใหม่ หรือภาษาใหม่ เช่น แปลจากภาษาพูดให้เป็นสมการซึ่งมีความหมายคงเดิม โดยไม่รวมถึงกระบวนการคิดคำนวณ หลังจากแปลแล้วอาจกล่าวได้ว่า เป็นพฤติกรรมที่ง่ายที่สุดของพฤติกรรมระดับความเข้าใจ

2.5 ความสามารถในการคิดตามแนวของเหตุผล (Ability to Follow A Line of Reasoning) เป็นความสามารถในการอ่านและเข้าใจข้อความทางคณิตศาสตร์ ซึ่งแตกต่างจากความสามารถในการอ่านทั่ว ๆ ไป

2.6 ความสามารถในการอ่านและตีความโจทย์ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (Ability to Read and Interpret a Problem) ข้อความที่วัดความสามารถในขั้นนี้อาจดัดแปลงมาจากข้อสอบที่วัดความสามารถในขั้นอื่นๆ โดยให้นักเรียนอ่าน และตีความโจทย์ปัญหาซึ่งอาจจะอยู่ในรูปของข้อความ ตัวเลข ข้อมูลทางสถิติ หรือกราฟ

3. การนำไปใช้ (Application) เป็นความสามารถในการตัดสินใจแก้ปัญหาที่นักเรียนคุ้นเคย เพราะคล้ายกับปัญหาที่นักเรียนประสบอยู่ในระหว่างเรียน หรือแบบฝึกหัดที่นักเรียนเลือกกระบวนการแก้ปัญหา และดำเนินการแก้ปัญหาจนได้คำตอบมา พฤติกรรมในระดับนี้แบ่งออกเป็น 4 ชั้น คือ

3.1 ความสามารถในการแก้ปัญหาที่คล้ายกับปัญหาที่ประสบอยู่ในระหว่างเรียน (Ability to Solve Routine Problem) นักเรียนต้องอาศัยความสามารถในระดับความเข้าใจและเลือกกระบวนการแก้ปัญหาจนได้คำตอบออกมา

3.2 ความสามารถในการเปรียบเทียบ (Ability to Make Comparisons) เป็นความสามารถในการค้นหาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล 2 ชุด เพื่อสรุปการตัดสินใจ ซึ่งในการแก้ปัญหาขั้นนี้อาจต้องใช้วิธีการคิดคำนวณ และจำเป็นต้องอาศัยความรู้ที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งใช้ความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผล

3.3 ความสามารถในการวิเคราะห์ข้อมูล (Ability to Analyze Data) เป็นความสามารถในการตัดสินใจอย่างต่อเนื่องในการหาคำตอบจากข้อมูลที่กำหนดให้ ซึ่งอาจต้องอาศัยการแยกข้อมูลที่เกี่ยวข้องมาพิจารณาว่าอะไรคือข้อมูลที่ต้องการเพิ่มเติมมีปัญหาอื่นใดบ้างที่อาจเป็นตัวอย่งในการหาคำตอบของปัญหาที่กำลังประสบอยู่หรือต้องแยกโจทย์ปัญหา

ออกมาพิจารณาเป็นส่วนๆ มีการตัดสินใจหลายๆ ครั้ง อย่างต่อเนื่องตั้งแต่ต้นจนได้คำตอบหรือผลลัพธ์ที่ต้องการ

3.4 ความสามารถในการมองเห็นแบบลักษณะโครงสร้างที่เหมือนกันและการสมมาตร (Ability to Recognize Patterns Isomorphism and Symmetries) เป็นความสามารถที่ต้องอาศัยพฤติกรรมอย่างต่อเนื่อง ตั้งแต่การระลึกถึงข้อมูลที่กำหนดให้ การเปลี่ยนรูปปัญหา การจัดกระทำข้อมูล การระลึกถึงความสัมพันธ์ นักเรียนต้องสำรวจหาสิ่งที่คุ้นเคยกันจากข้อมูล หรือสิ่งที่กำหนดจากโจทย์ปัญหาที่พบ

4. การวิเคราะห์ (Analysis) เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาที่นักเรียนไม่เคยเห็นหรือไม่เคยทำแบบฝึกหัดมาก่อน ซึ่งส่วนใหญ่เป็นโจทย์พลิกแพลงแต่ก็อยู่ในขอบเขตเนื้อหาวิชาที่เรียน การแก้โจทย์ปัญหาดังกล่าว ต้องอาศัยความรู้ที่ได้เรียนมารวมกับความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกันเพื่อแก้ปัญหา พฤติกรรมในระดับนี้ถือว่าเป็นพฤติกรรมขั้นสูงสุดของการสอนคณิตศาสตร์ ซึ่งต้องใช้สมรรถภาพสมองระดับสูง แบ่งเป็น 5 ชั้น ดังนี้

4.1 ความสามารถในการแก้โจทย์ที่ไม่เคยประสบมาก่อน คำถามในชั้นนี้เป็นคำถามที่ซับซ้อน ไม่มีในแบบฝึกหัดหรือตัวอย่างไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยความคิดสร้างสรรค์ผสมผสานกับความเข้าใจ มโนคติ นิยาม ตลอดจนทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาแล้วเป็นอย่างดี

4.2 ความสามารถในการแก้โจทย์ปัญหาที่ไม่เคยประสบมาก่อน เป็นความสามารถในการจัดส่วนต่างๆ ที่โจทย์กำหนดให้ใหม่ แล้วสร้างความสัมพันธ์ขึ้นใหม่ เพื่อใช้ในการแก้ปัญหาแทนการจำความสัมพันธ์ที่เคยพบมา แล้วมาใช้กับข้อมูลชุดใหม่เท่านั้น

4.3 ความสามารถในการพิสูจน์ ความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ไม่เคยเห็นมาก่อน นักเรียนต้องอาศัยนิยาม ทฤษฎีต่างๆ ที่เรียนมาช่วยในการแก้ปัญหา

4.4 ความสามารถในการวิจารณ์ การพิสูจน์ ความสามารถในชั้นนี้เป็นการใช้เหตุผลที่ควบคู่กับความสามารถในการสร้างข้อพิสูจน์แต่ความสามารถในการพิจารณาเป็นพฤติกรรมที่ยู่ยากซับซ้อนกว่า ความสามารถในชั้นนี้ต้องการให้นักเรียนมองเห็นและเข้าใจการพิสูจน์นั้นว่าถูกต้องหรือไม่ มีตอนใดผิดพลาดไปจากมโนคติ หลักการ กฎ นิยาม หรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

4.5 ความสามารถในการสร้างสูตรและทดสอบความถูกต้องของสูตร นักเรียนต้องสร้างสูตรขึ้นมาใหม่ โดยให้สัมพันธ์กับเรื่องเดิมและสมเหตุสมผลด้วย คือ การถามให้หาและพิสูจน์

ประโยชน์ทางคณิตศาสตร์ หรืออาจถามให้นักเรียนสร้างกระบวนการคิดคำนวณใหม่ พร้อมทั้งแสดงการใช้กระบวนการนั้น

สมยศ ชิตมงคล (2545 : 41) ได้อธิบายว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ คือ นักเรียนมีความรู้ ความเข้าใจในทศน์ทางคณิตศาสตร์และสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

คาร์เพนเทอร์และเลเซอร์ (Carpenter & Lehrer. 1999 : 20-23) ได้กล่าวถึงกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้เกิดความเข้าใจควรมีลักษณะ ดังนี้ 1) การสร้างความสัมพันธ์ หมายถึง การเชื่อมโยงแนวคิด หรือกระบวนการใหม่กับแนวคิดเดิมที่นักเรียนเข้าใจแล้ว 2) การขยายและประยุกต์ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การพัฒนาความรู้ที่นักเรียนสามารถรวมแนวคิดใหม่และแนวคิดที่มีอยู่เดิมเข้าด้วยกัน ทำให้เกิดความเข้าใจได้ดีขึ้น 3) ผลสะท้อนจากประสบการณ์ กล่าวคือ นักเรียนสามารถสำรวจแนวคิดที่พวกเขาเรียนรู้และรู้ว่าจะใช้แนวคิดนั้นได้อย่างไร 4) การแสดงออกอย่างชัดเจนในสิ่งที่รู้ หมายถึง การเขียนหรืออภิปรายเพื่อสะท้อนสิ่งที่นักเรียนรู้ และ 5) การสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์โดยตนเอง หมายถึง การที่นักเรียนสร้างความรู้ผ่านกิจกรรมการสอนได้อย่างมีเหตุมีผลด้วยตนเอง

สรุปได้ว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สามารถนำความรู้และทักษะไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมทางด้านสติปัญญา 4 ระดับ คือ ระดับความรู้ความจำ ระดับความเข้าใจ ระดับการนำไปใช้ และระดับการวิเคราะห์ ซึ่งผู้วิจัยสนใจที่จะทำการวิจัยเพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### 3.2 ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

นักวัดผลและนักการศึกษา ได้ให้ความหมายของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ไว้ในแนวทางเดียวกัน ดังนี้

เยาวดี วิบูลย์ศรี (2540 : 28) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบวัดความรู้เชิงวิชาการ มักใช้วัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เน้นการวัดความรู้ ความสามารถจากการเรียนรู้ในอดีต หรือสภาพปัจจุบันของแต่ละบุคคล

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2545 : 96) ได้สรุปว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์เป็นแบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และความสามารถทางวิชาการที่ผู้เรียนรู้อมาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

สมนึก ภัททิยธนี (2546 : 73) ได้ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดสมรรถภาพทางสมองด้านต่างๆ ที่นักเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้ว

ศิริชัย กาญจนวาสี (2548 : 163) ให้ความหมายว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน หมายถึง แบบทดสอบวัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ ที่เด็กได้รับจากประสบการณ์ ทั้งปวง ทั้งจากโรงเรียนและที่บ้าน

สรุปได้ว่า แบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ ทักษะ และสมรรถภาพด้านต่างๆ หลังจากที่คุณเรียนได้รับการเรียนรู้ผ่านมาแล้วว่าบรรลุผลสำเร็จตามจุดประสงค์ที่กำหนดไว้เพียงใด

### 3.3 ประเภทของแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์

ทิวต์ล มณีโชติ (2549: 44 – 46) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียน มีขั้นตอนการสร้าง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นวางแผน การวางแผนเพื่อสร้างแบบทดสอบที่ดี ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ ก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบ ควรดำเนินการดังนี้

1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ว่าแบบทดสอบนั้นมีกี่ประเภทอะไรบ้าง แบบทดสอบแต่ละประเภทมีวิธีการสร้างข้อดี และข้อจำกัดอย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะใช้ผลการวัดเพื่ออะไรจะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่จะวัด

1.4 การกำหนดลักษณะของข้อสอบ และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับแนวทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หรืออิงกลุ่ม เป็นแบบปรนัย หรืออัตนัย ซึ่งผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ประกอบการกำหนดลักษณะข้อสอบ

1.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมิน

1.4.2 ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด

1.4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

1.4.4 จำนวนผู้สอบ

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ

2. ขั้นการสร้างข้อสอบ การสร้างข้อสอบมีขั้นตอนหลัก ๆ 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างข้อสอบตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และตามลักษณะของข้อสอบ โดยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนน

2.2 ตรวจทานข้อสอบโดยทบทวน ตรวจทานข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้น มีความถูกต้องและครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจัดพิมพ์และจัดฉบับเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพโดยทั่วไปมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีหลายวิธีที่สะดวกที่สุดคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 3 – 5 คน ตรวจสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่า ข้อสอบแต่ละข้อนั้น สร้าง ได้ถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด จากนั้นพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหา หรือจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มาตรฐานการเรียนรู้ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อ หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อ หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบไม่วัดตรงเนื้อหา หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

นำข้อมูลที่ได้หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่

3.2 วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบรายข้อ โดยนำแบบทดสอบไปลองสอบ (Try out) คือ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุง แก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แล้วนำผลของการสอบมาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3 วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยนำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แบบทดสอบที่ดีควรมีค่าความเที่ยงสูง โดยทั่วไปไม่ควรต่ำกว่า 0.75

3.4 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

บุญชม ศรีสะอาด (2553: 53 – 54) ได้กล่าวถึงประเภทของแบบทดสอบ คือ แบบทดสอบสามารถแบ่งออกเป็นประเภทได้หลากหลายรูปแบบ แล้วแต่ทัศนะ และเกณฑ์ที่ใช้แบ่งในที่นี้จะกล่าวถึงการแบ่งตามสมรรถภาพที่จะวัด ซึ่งแบ่งเป็น 3 ประเภท คือ

1. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ (Achievement Test) หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดความรู้ความสามารถของบุคคลในด้านวิชาการ ซึ่งเป็นผลจากการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระและตามจุดประสงค์ของวิชาหรือเนื้อหาที่สอบนั้นโดยทั่วไปจะวัดผลสัมฤทธิ์ในวิชาต่าง ๆ ที่เรียนในโรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือสถาบันการศึกษาต่าง ๆ อาจจำแนกออกได้เป็น 2 ประเภท คือ

1.1 แบบทดสอบอิงเกณฑ์ (Criterion Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม จะมีคะแนนจุดตัดหรือคะแนนเกณฑ์สำหรับใช้ตัดสินว่าผู้สอบ

มีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้หรือไม่ การวัดผลตรงตามจุดประสงค์ซึ่งถือเป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบ  
ในแบบทดสอบประเภทนี้

1.2 แบบทดสอบอิงกลุ่ม (Norm Referenced Test) หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งสร้าง  
เพื่อวัดให้ครอบคลุมหลักสูตร จึงสร้างตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรความสามารถในการจำแนกผู้สอบ  
ตามความเก่ง อ่อนได้ดี เป็นหัวใจสำคัญของข้อสอบในแบบทดสอบประเภทนี้ การรายงานผลการสอบ  
อาศัยคะแนนมาตรฐานซึ่งเป็นคะแนนที่สามารถ

ให้ความหมาย แสดงถึงสถานภาพความสามารถของบุคคลนั้น เมื่อเปรียบเทียบกับ  
บุคคลนั้น ๆ ที่ใช้เป็นกลุ่มเปรียบเทียบ

2. แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาและความถนัด (Intelligence and Aptitude Test)  
หมายถึง แบบทดสอบที่ใช้วัดสมรรถภาพในการเรียนรู้ของบุคคล และความพร้อมที่จะพัฒนาอย่างดี  
ในด้านหนึ่ง อาจแบ่งออกได้เป็น

2.1 แบบทดสอบความถนัดทั่วไปรายบุคคล (Individually Administered Test of  
General Aptitude) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ทำนายผลสำเร็จทางการเรียนรู้ และใช้ในทางคลินิกของ  
นักจิตวิทยา ได้แก่ แบบทดสอบวัดเชาว์ปัญญาเด็กของเวคสเลอร์ (Wechsler Intelligence Scale  
for Children) แบบทดสอบสแตนฟอร์ด – บิน (Stanford – Binet Scale) เป็นต้น

2.2 แบบทดสอบความถนัดทั่วไปกลุ่ม (Group Test of General Aptitude) เป็น  
แบบทดสอบที่ใช้ทำนายผลสำเร็จทางการเรียน โรงเรียนและสถาบันทางการศึกษาในสหรัฐอเมริกา  
ใช้แบบทดสอบประเภทนี้กว้างขวางกว่าแบบทดสอบทั่วไปรายบุคคล

2.3 แบบทดสอบความถนัดพหุคุณ (Multiple Aptitude Battery) เป็นแบบทดสอบ  
ที่มุ่งวัดสมรรถภาพทางสมองหลายชนิด แต่ละชนิดมีคะแนนแยกเฉพาะของตนสามารถจัดทำเกณฑ์  
ปกติของแต่ละฉบับและหาความเที่ยงตรงของแต่ละฉบับกับผลการเรียนแต่ละด้าน และกับอาชีพต่าง ๆ

2.4 แบบทดสอบความถนัดพิเศษ (Special Aptitude Test) เป็นแบบทดสอบที่ใช้ใน  
การพิจารณาตัดสินเกี่ยวกับการคัดเลือกทางอาชีพและทางการศึกษา

3. แบบทดสอบวัดบุคลิกภาพและสังคม (Personal – Social Test) หมายถึงแบบทดสอบ  
ที่ใช้วัดคุณลักษณะในตัวบุคคล การปรับตัวให้เข้ากับสังคม เช่น แบบทดสอบวัดความซื่อสัตย์  
วัดความวิตกกังวล วัดเจตคติ เป็นต้น

นอกจากนี้สามารถจำแนกจุดประสงค์ทางการศึกษาด้านพุทธิพิสัย สามารถแบ่งออก  
ได้เป็น 6 ประเภท ได้แก่ (บุญชม ศรีสะอาด. 2553: 54)

1. ความรู้ (Knowledge)
2. ความเข้าใจ (Comprehension)
3. การนำไปใช้ (Application)

4. การวิเคราะห์ (Analysis)
5. การสังเคราะห์ (Synthesis)
6. การประเมินค่า (Evaluation)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556: 96) ได้แบ่งประเภทของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. แบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้น หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียน โดยเฉพาะกลุ่มที่ครูสอน เป็นแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นใช้กันโดยทั่วไปในสถานศึกษา มีลักษณะเป็นแบบทดสอบข้อเขียน (Paper and pencil test) ซึ่งแบ่งออกได้อีก 2 ชนิด คือ

1.1 แบบทดสอบอัตนัย (subjective or essay test) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดคำถาม หรือปัญหาให้แล้วให้ผู้ตอบเขียนโดยแสดงความรู้ ความคิด และเจตคติได้อย่างเต็มที่

1.2 แบบทดสอบปรนัย หรือ แบบให้ตอบสั้น ๆ (objective test or short answer) เป็นแบบทดสอบที่กำหนดให้ผู้สอบเขียนตอบสั้น ๆ หรือ มีคำตอบให้เลือกแบบจำกัดคำตอบ (restricted response type) ผู้ตอบไม่มีโอกาสได้แสดงความรู้ ความคิดได้อย่างกว้างขวาง แบบทดสอบชนิดนี้แบ่งออกเป็น 4 แบบ คือ แบบทดสอบถูก – ผิด แบบทดสอบเติมคำ แบบทดสอบจับคู่และแบบทดสอบเลือกตอบ

2. แบบทดสอบมาตรฐาน หมายถึง แบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนทั่วไป ซึ่งสร้างโดยผู้เชี่ยวชาญ มีการวิเคราะห์ และปรับปรุงแก้ไขเป็นอย่างดีจนมีคุณภาพ มีมาตรฐานกล่าวคือ มีมาตรฐานในการดำเนินการสอบ วิธีการให้คะแนนและการแปลความหมายของคะแนน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ แบบทดสอบมาตรฐานซึ่งสร้างขึ้นโดยผู้เชี่ยวชาญ โดยมีการทดสอบใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบหลายด้าน หลายครั้งจนได้มาตรฐาน และแบบทดสอบที่ครูสร้างขึ้นซึ่งเป็นแบบทดสอบที่มุ่งวัดผลสัมฤทธิ์ของผู้เรียนโดยเฉพาะ กลุ่มที่ครูสอน ซึ่งในการวิจัยนี้ ผู้วิจัยได้เลือกแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนแบบปรนัย 4 ตัวเลือก เป็นแบบทดสอบที่สร้างขึ้นตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม มีคะแนนเกณฑ์สำหรับตัดสินว่าผู้เรียนมีความรู้ตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ และจำแนกจุดประสงค์ด้านพุทธิพิสัยออกเป็น 6 ระดับ ได้แก่ ความรู้ ความจำ ความเข้าใจ การนำไปใช้ การวิเคราะห์ การสังเคราะห์ และการประเมินค่า

### 3.4 การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

ทิวัดถ์ มณีโชติ (2549: 44 – 46) กล่าวถึงการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์การเรียน มีขั้นตอนการสร้าง 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขึ้นวางแผน การวางแผนเพื่อสร้างแบบทดสอบที่ดี ทำให้ได้แบบทดสอบที่มีคุณภาพ ก่อนที่จะสร้างแบบทดสอบ ควรดำเนินการดังนี้



1.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบทดสอบจากเอกสาร และงานวิจัยต่าง ๆ ว่าแบบทดสอบนั้นมีกี่ประเภทอะไรบ้าง แบบทดสอบแต่ละประเภทมีวิธีการสร้างข้อดี และข้อจำกัดอย่างไร

1.2 กำหนดจุดมุ่งหมายการใช้แบบทดสอบให้ชัดเจนว่าจะใช้ผลการวัดเพื่ออะไรจะได้เขียนข้อสอบให้เหมาะสมและสอดคล้องกับจุดมุ่งหมายนั้น

1.3 สร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร โดยกำหนดขอบเขตเนื้อหามาตรฐานการเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง สารการเรียนรู้ และพฤติกรรมที่จะวัด

1.4 การกำหนดลักษณะของข้อสอบ และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องกับแนวทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน อาจจะเป็นแบบทดสอบอิงเกณฑ์ หรืออิงกลุ่ม เป็นแบบปรนัย หรืออัตนัย ซึ่งผู้สร้างแบบทดสอบอาจใช้เกณฑ์ต่อไปนี้ ประกอบการกำหนดลักษณะข้อสอบ

1.4.1 วัตถุประสงค์ของการวัดและประเมิน

1.4.2 ระดับพฤติกรรมการเรียนรู้ที่จะวัด

1.4.3 ลักษณะหรือคุณสมบัติผู้เข้าสอบ

1.4.4 จำนวนผู้สอบ

1.4.5 ระยะเวลาที่ใช้ในการสร้างข้อสอบ

2. ขั้นตอนการสร้างข้อสอบ การสร้างข้อสอบมีขั้นตอนหลัก ๆ 2 ขั้นตอน ดังนี้

2.1 สร้างข้อสอบตามรายละเอียดในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และตามลักษณะของข้อสอบ โดยคำนึงถึงความยากของข้อสอบ ระยะเวลาที่ใช้สอบ คะแนน และการตรวจให้คะแนน

2.2 ตรวจสอบข้อสอบโดยทบทวน ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบที่สร้างขึ้นมานั้นมีความถูกต้องและครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตรแล้วจัดพิมพ์และจัดฉบับเพื่อนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ

3. ขั้นตอนการตรวจสอบคุณภาพ จัดเป็นขั้นตอนที่สำคัญของการสร้างแบบทดสอบ การตรวจสอบคุณภาพโดยทั่วไปมีขั้นตอน ดังนี้

3.1 การตรวจสอบความตรงเชิงเนื้อหา (Content Validity) มีหลายวิธีที่สะดวกที่สุดคือ ให้ผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบ โดยนำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา และด้านวัดผลการศึกษา จำนวน 3 – 5 คน ตรวจสอบ โดยให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาว่าข้อสอบแต่ละข้อนั้นสร้างได้ถูกต้องและเหมาะสมเพียงใด จากนั้นพิจารณาความสอดคล้องของข้อสอบกับเนื้อหา หรือจุดประสงค์การเรียนรู้ ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง มาตรฐานการเรียนรู้ ตามตารางวิเคราะห์หลักสูตรโดยใช้เกณฑ์ประเมิน ดังนี้

+ 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อ หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

0 หมายถึง ไม่แนใจว่าข้อสอบวัดตรงเนื้อ หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

- 1 หมายถึง แนใจว่าข้อสอบไม่วัดตรงเนื้อหา หรือจุดประสงค์การเรียนรู้

นำข้อมูลที่ได้หาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) และคัดเลือกข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.50 ขึ้นไป จัดพิมพ์เป็นแบบสอบฉบับใหม่

3.2 วิเคราะห์หาคุณภาพข้อสอบรายข้อ โดยนำแบบทดสอบไปลองสอบ (Try out) คือ นำแบบทดสอบที่ได้ปรับปรุง แก้ไขปรับปรุงแล้วนำไปทดลองสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แล้วนำผลของการสอบมาวิเคราะห์หาความยากง่าย และอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

3.3 วิเคราะห์ค่าความเที่ยง (Reliability) ของแบบทดสอบทั้งฉบับโดยนำข้อสอบที่ได้คัดเลือกแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับใหม่ จากนั้นนำไปทดสอบกับนักเรียนที่มีลักษณะคล้ายคลึง หรือนักเรียนที่เพิ่งเคยเรียนในเรื่องนั้น ๆ จำนวนตั้งแต่ 30 คนขึ้นไป แบบทดสอบที่ดีควรมีค่าความเที่ยงสูง โดยทั่วไปไม่ควรต่ำกว่า 0.75

3.4 จัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงเพื่อนำไปใช้กับกลุ่มเป้าหมาย

บุญชม ศรีสะอาด (2553: 59-66) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจำแนกได้ 2 ประเภท ดังนี้

1. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

1.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา และทำตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบขั้นแรกสุดจะต้องทำการวิเคราะห์ว่าวิชาหรือหัวข้อที่จะสร้างข้อสอบนั้น มีจุดประสงค์ของการสอนหรือมีจุดประสงค์ของการเรียนรู้อะไรบ้าง จากนั้นทำการวิเคราะห์เนื้อหาภายในวิชาว่ามีโครงสร้างเป็นอย่างไร ทำการวิเคราะห์หัวข้อใหญ่หัวข้อย่อยทุกหัวข้อ พิจารณาความเกี่ยวข้อง ความสัมพันธ์ระหว่างเนื้อหาเหล่านั้น จากนั้นก็จัดทำตารางกำหนดลักษณะข้อสอบ หรือที่เรียกว่าตารางวิเคราะห์หลักสูตร ตารางนี้มี 2 มิติ คือ ด้านเนื้อหา กับด้านสมรรถภาพที่ต้องการวัด ผู้วิจัยได้เขียนหัวข้อเนื้อหา ที่เป็นหัวข้อเรื่องใหญ่ๆ ตามหลักสูตรวิชานั้นลงในแต่ละแถวของตารางตามลำดับ ส่วนด้านบนจะเป็นสมรรถภาพ ซึ่งได้จากวิเคราะห์จุดประสงค์ ดังในตารางตัวอย่างที่ 5

ตารางที่ 5 แสดงตัวอย่างการกำหนดลักษณะของข้อสอบ

สมรรถภาพ หัวข้อเนื้อหา	ความรู้	ความ เข้าใจ	การ นำไปใช้	การ วิเคราะห์	รวม	ลำดับ ความสำคัญ
1. เนื้อหาที่ 1	2	4	-	1	7	7
2. เนื้อหาที่ 2	2		-	1	4	13
3. ....	-	-	-	-	-	-
10. เนื้อหาที่ 10	1	2	3	-	6	9
รวม	31	25	20	14	90	
อันดับความสำคัญ	2	1	3	4		

การออกข้อสอบจะต้องออกตามตารางที่กำหนดลักษณะของข้อสอบ สำหรับจำนวนข้อสอบทั้งหมดนั้น จะไม่ใช่จำนวนข้อสอบที่จะใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลจริง แต่จะมีจำนวนมากกว่าที่ต้องการจริงไม่ต่ำกว่า 50% การที่ต้องกำหนดจำนวนข้อสอบมากกว่าจำนวนที่ต้องการ เนื่องจากเมื่อนำข้อสอบไปทดลองใช้และวิเคราะห์คุณภาพรายข้อแล้ว จะมีข้อที่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ ต้องตัดทิ้งไปส่วนหนึ่ง การกำหนดจำนวนเกินไว้จะทำให้ได้ข้อสอบที่จะใช้ในการรวบรวมข้อมูล 60 ข้อ แต่จะออกเกินไว้ 30 จึงออกข้อสอบ 90 ข้อ

1.2 กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ทำการพิจารณาและตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด ศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ หลักในการเขียนข้อคำถามศึกษาวิธีเขียนข้อสอบสมรรถภาพต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อนำมาใช้เป็นหลักในการเขียนข้อสอบ

1.3 เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบ ใช้ตารางกำหนดลักษณะของข้อสอบที่จัดทำไว้ในขั้นตอนที่ 1 เป็นกรอบ ซึ่งจะทำให้สามารถออกข้อสอบที่สามารถวัดได้ครอบคลุมทุกหัวข้อเนื้อหาและทุกสมรรถภาพ ส่วนรูปแบบและเทคนิคในการเขียนข้อสอบยึดตามที่ได้ศึกษาในขั้นตอนที่ 2

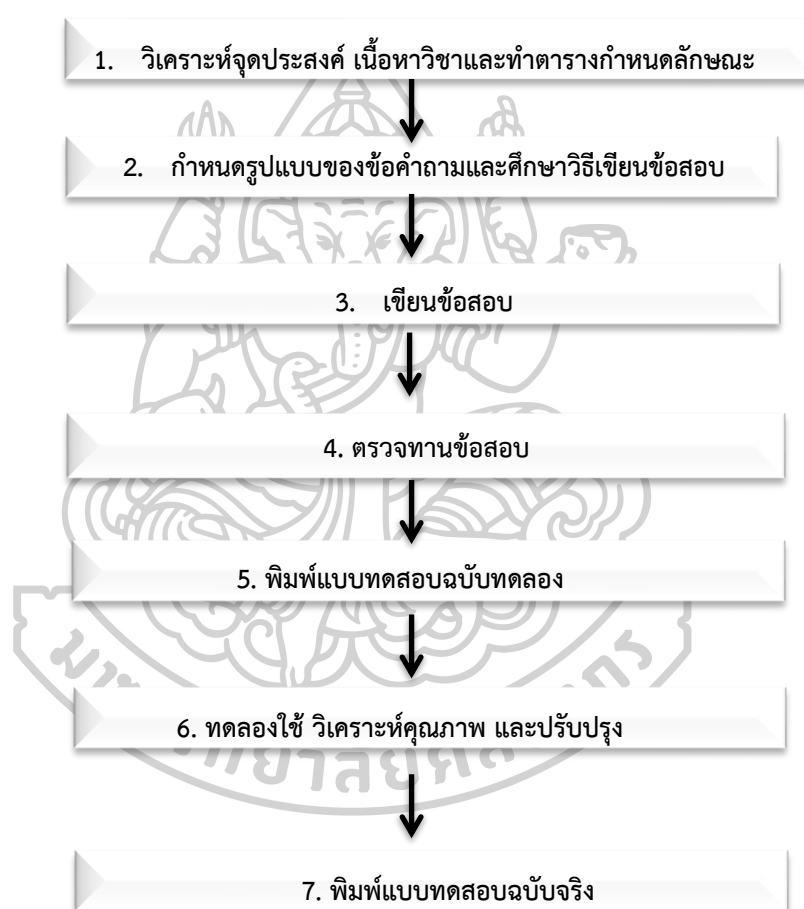
1.4 ตรวจสอบข้อสอบ นำข้อสอบที่เขียนไว้ในขั้นตอนที่ 3 มาพิจารณาทบทวนอีกหนึ่งครั้ง โดยพิจารณาถึงความถูกต้องตามหลักวิชา พิจารณาว่าแต่ละข้อวัดในเนื้อหาและสมรรถภาพตามตารางกำหนดลักษณะข้อสอบหรือไม่ ภาษาที่ใช้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายเหมาะสมดีแล้วหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสมเข้าหลักเกณฑ์หรือไม่ หลังพิจารณาทบทวนเองแล้ว นำไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านวัดผล และด้านเนื้อหาสาระ พิจารณาข้อบกพร่องแล้วนำเอาข้อวิจารณ์เหล่านั้นมาพิจารณา ปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

1.5 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดมาพิมพ์เป็นแบบทดสอบโดยจัดพิมพ์คำชี้แจง หรือคำอธิบายเกี่ยวกับวิธีทำแบบทดสอบไว้ที่ปกของแบบทดสอบอย่างละเอียดและชัดเจน การจัดพิมพ์วางรูปแบบให้เหมาะสม

1.6 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำแบบทดสอบไปทดลองกับกลุ่มที่คล้ายกันกลุ่มตัวอย่างที่ต้องการจะสอบจริง ซึ่งได้เรียนในวิชาหรือเนื้อหาที่จะสอบแล้ว จากนั้นนำผลการสอบมาตรวจให้คะแนน ทำการวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนก ค่าความยากของข้อสอบแต่ละข้อ โดยใช้วิธีวิเคราะห์ตามแบบอิงกลุ่ม คัดเลือกเอาข้อที่มีคุณภาพเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ ถ้าข้อที่เข้าเกณฑ์ มีจำนวนมากกว่าที่ต้องการก็ตัดข้อที่มีเนื้อหามากกว่าที่ต้องการ ซึ่งเป็นข้อที่มีอำนาจจำแนกต่ำสุดออกตามลำดับ จากนั้นนำผลการสอบที่คิดเฉพาะข้อสอบที่เข้าเกณฑ์เหล่านั้นมาคำนวณหาค่าความเชื่อมั่น

1.7 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีอำนาจจำแนก และระดับความยาก เข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับที่ต้องการจะใช้จริง ซึ่งจะต้องมีคำชี้แจงวิธีทำด้วย และในการพิมพ์นอกจากใช้รูปแบบที่เหมาะสมแล้วควรคำนึงถึงความประหยัด ความถูกต้อง ซึ่งจะต้องตรวจทานให้ดี

ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่ม สามารถเขียนแผนภาพสรุปขั้นตอนได้ ดังภาพที่ 8



ภาพที่ 8 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงกลุ่ม

ที่มา : บุญชม ศรีสะอาด. (2553: 59)

## 2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงเกณฑ์ ดำเนินตามขั้นตอนต่อไปนี้

2.1 วิเคราะห์จุดประสงค์ เนื้อหาวิชา ชั้นแรกจะต้องทำการวิเคราะห์ดูว่ามีหัวข้อเนื้อหาใดบ้างที่ต้องการให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ และที่จะต้องวัด แต่ละข้อเหล่านั้นต้องการให้ผู้เรียนเกิดพฤติกรรมหรือสมรรถภาพอะไร กำหนดออกมาให้ชัดเจน

2.2 กำหนดพฤติกรรมย่อยที่จะออกข้อสอบจากข้อแรก พิจารณาต่อไปว่าจะวัดพฤติกรรมย่อยอะไรบ้าง อย่างละเอียดข้อ พฤติกรรมย่อยดังกล่าว นั่นคือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมนั่นเอง เมื่อกำหนดจำนวนข้อที่ต้องการจริงเสร็จแล้วต่อมาพิจารณาว่าต้องออกข้อสอบเกินไว้ หัวข้อละกี่ข้อ ควรออกเกินไว้ไม่ต่ำกว่า 25% ทั้งนี้หลังจากที่นำไปทดลองใช้ และวิเคราะห์หาคุณภาพของข้อสอบ รายข้อแล้วตัดข้อที่ไม่มีคุณภาพไม่เข้าเกณฑ์ออก ข้อสอบที่เหลือจะได้ไม่น้อยกว่าจำนวนที่ต้องการจริง ดังตัวอย่างในตารางที่ 6

ตารางที่ 6 แสดงจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

หัวข้อเนื้อหา	จุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่	จำนวนข้อสอบที่ต้องการจริง	จำนวนข้อสอบที่ออกทั้งหมด
1. หัวข้อเนื้อหาที่ 1	1	2	3
	2	3	4
	3	3	4
	4	2	3
2. หัวข้อเนื้อหาที่ 2	5	3	4
	6	4	6
	7	2	3
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
12. หัวข้อเนื้อหาที่ 12	34	4	6
	35	3	4
รวม		100	130

2.3 กำหนดรูปแบบของข้อคำถาม และศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบ ซึ่งในขั้นตอนนี้ จะเหมือนกับขั้นตอนที่ 2 ของการวางแผนสร้างข้อสอบแบบอิงกลุ่มทุกประการ นั่นคือการตัดสินใจว่าจะใช้ข้อคำถามรูปแบบใด และศึกษาวิธีเขียนข้อสอบ เช่น ศึกษาหลักในการเขียนข้อคำถามนั้น ๆ ศึกษาวิธีการเขียนข้อสอบเพื่อวัตถุประสงค์ประเภทต่าง ๆ ศึกษาเทคโนโลยีในการเขียนข้อสอบ เพื่อที่จะใช้ในการเขียนข้อสอบของตน

2.4 เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมตามตารางที่ได้ กำหนดจำนวนข้อสอบของแต่ละจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และใช้รูปแบบ เทคนิคการเขียนตามที่ได้ ศึกษาในขั้นที่ 3

2.5 ตรวจสอบข้อสอบ ขั้นตอนนี้จะเหมือนขั้นตอนที่ 4 ของการวางแผนสร้างแบบทดสอบแบบอิงกลุ่ม กล่าวคือ นำข้อสอบที่ได้เขียนไว้แล้วในขั้นตอนที่ 4 มาพิจารณาทบทวนอีกครั้งหนึ่ง โดยพิจารณาจากความถูกต้องตรงตามหลักวิชา แต่ละข้อวัดพฤติกรรมย่อยหรือจุดประสงค์เชิงพฤติกรรมที่ต้องการหรือไม่ ภาษาที่ให้เขียนมีความชัดเจนเข้าใจง่ายหรือไม่ ตัวถูกตัวลวงเหมาะสม เข้าเกณฑ์หรือไม่ ทำการปรับปรุงให้เหมาะสมยิ่งขึ้น

2.6 ให้ผู้เชี่ยวชาญพิจารณาความเที่ยงตรงตามเนื้อหาจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม และข้อสอบที่วัดแต่ละจุดประสงค์ไปให้ผู้เชี่ยวชาญประเมินความตรงเชิงเนื้อหาเพื่อตรวจสอบคุณภาพเบื้องต้น โดยใช้แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ การเรียนรู้ (อิงเกณฑ์) หรือระดับพฤติกรรม (อิงกลุ่ม) แล้วนำมาหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) (นวลศรี ชำนาญกิจ.2555: 57)

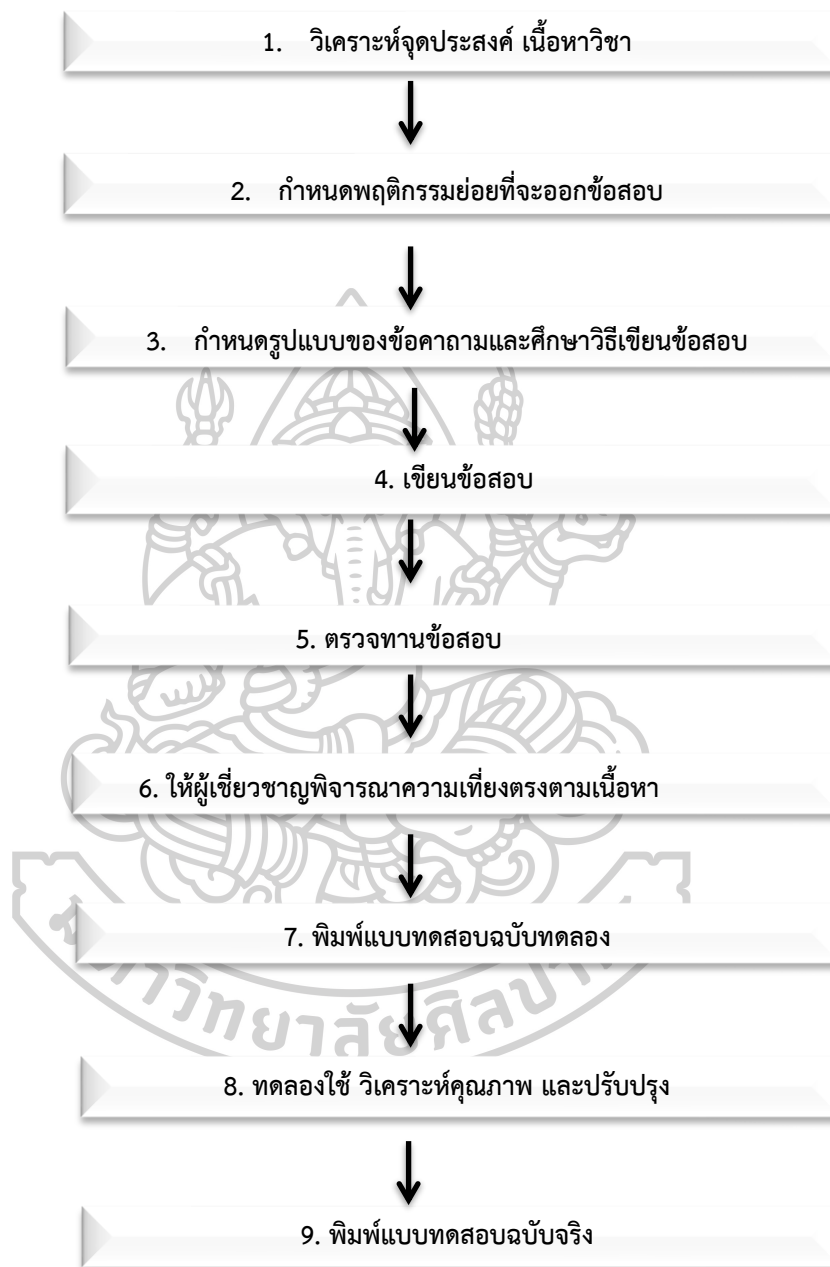
2.7 พิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง นำข้อสอบทั้งหมดที่ได้ผ่านการพิจารณามาแล้วว่าเหมาะสมเข้าเกณฑ์ในขั้นที่ 6 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบ มีคำชี้แจงเกี่ยวกับแบบทดสอบวิธีตอบ จัดรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม

2.8 ทดลองใช้ วิเคราะห์คุณภาพ และปรับปรุง นำเอาแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่คล้ายกลุ่มตัวจริง จำนวน 30 คน หรือมากกว่า โดยสอบในช่วงแรกของการเรียนวิชานั้น เรียกว่าการสอบก่อนเรียน และนำแบบทดสอบเดิมมาสอบกับกลุ่มเดิมอีกครั้งหลังจากที่เรียนวิชานั้น จบแล้ว เรียกว่าการทดสอบหลังเรียน จากนั้นนำผลการสอบครั้งแรกมาวิเคราะห์หาค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบรายข้อ โดยการวิเคราะห์ตามแบบอิงกลุ่ม คัดเลือกข้อสอบที่มีอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ตามจำนวนที่ต้องการ หาค่าความเชื่อมั่นแบบอิงกลุ่ม

2.9 พิมพ์แบบทดสอบฉบับจริง นำข้อสอบที่มีค่าอำนาจจำแนกเข้าเกณฑ์ จากผลการวิเคราะห์ในข้อที่ 8 มาพิมพ์เป็นแบบทดสอบฉบับจริงต่อไป โดยเน้นรูปแบบการพิมพ์ที่ประณีตและมีความถูกต้อง มีคำชี้แจงที่ละเอียดแจ่มชัด ผู้อ่านเข้าใจง่าย

ซึ่งในการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์เชิงเกณฑ์ สามารถเขียนแผนภาพสรุปขั้นตอนได้

ดั่งภาพที่ 9



ภาพที่ 9 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบอิงเกณฑ์

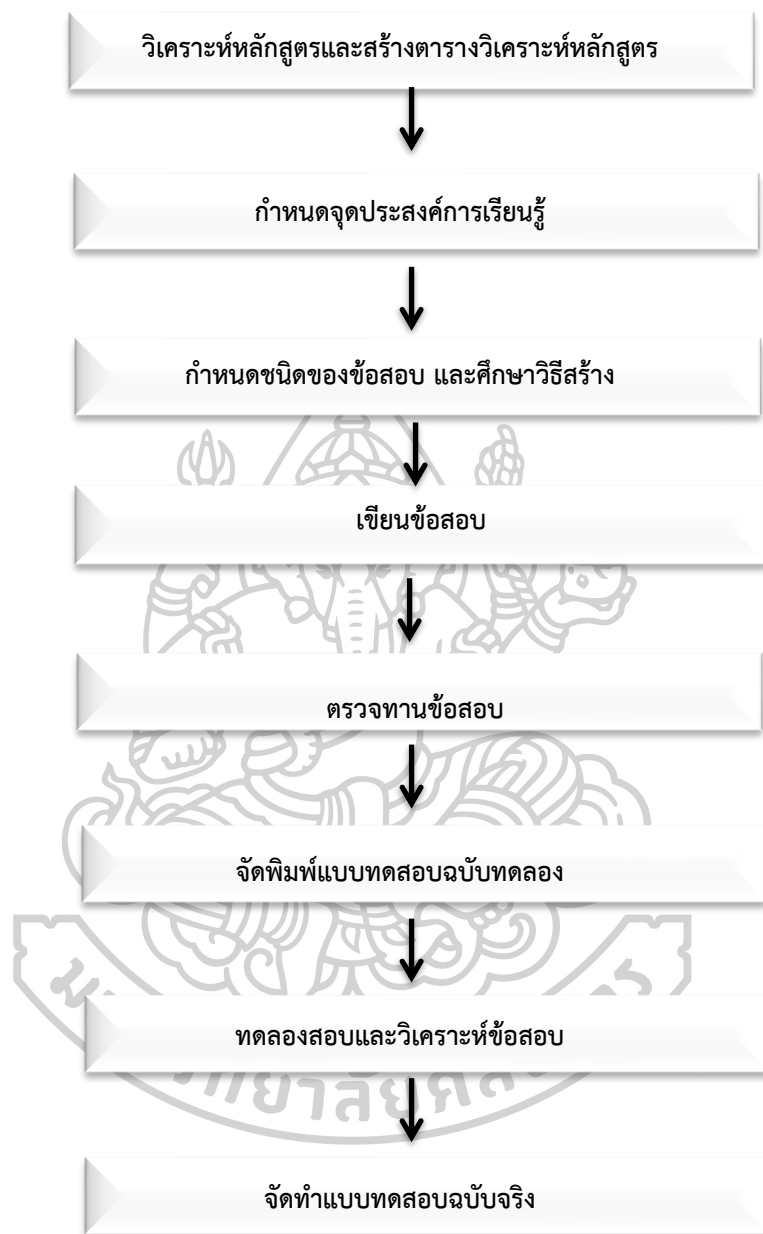
ที่มา : บุญชม ศรีสะอาด. (2553: 62)

พิชิต ฤทธิ์จรูญ (2556: 97-99) ได้กล่าวถึงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดังนี้

1. วิเคราะห์หลักสูตรและสร้างตารางวิเคราะห์หลักสูตร เพื่อวิเคราะห์เนื้อหาสาระและพฤติกรรมที่ต้องการวัด ตารางวิเคราะห์หลักสูตรจะใช้เป็นกรอบในการออกข้อสอบโดยระบุจำนวนข้อสอบในแต่ละเรื่อง และพฤติกรรมที่ต้องการจะวัดไว้
2. กำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้ ผู้สอนจะต้องกำหนดไว้ล่วงหน้าสำหรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนและการสร้างข้อสอบวัดผลสัมฤทธิ์
3. กำหนดชนิดของข้อสอบและศึกษาวิธีสร้าง ผู้ออกข้อสอบต้องเลือกชนิดของข้อสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ และเหมาะสมกับวัยของผู้เรียน แล้วศึกษาวิธีเขียนข้อสอบชนิดนั้นให้มีความรู้ความเข้าใจในหลัก และวิธีการเขียนข้อสอบ
4. เขียนข้อสอบ ลงมือเขียนข้อสอบตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร และให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้
5. ตรวจสอบข้อสอบ เพื่อให้ข้อสอบมีความถูกต้องตามหลักวิชา มีความสมบูรณ์ครบถ้วนตามรายละเอียดที่กำหนดไว้ในตารางวิเคราะห์หลักสูตร ผู้ออกข้อสอบต้องพิจารณา ทบทวน ตรวจสอบข้อสอบอีกครั้งก่อนที่จะพิมพ์ และนำไปใช้ต่อไป
6. จัดพิมพ์แบบทดสอบฉบับทดลอง โดยทำการจัดพิมพ์ข้อสอบทั้งหมด จากนั้นจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับทดลองโดยมีคำชี้แจง หรือคำอธิบายวิธีตอบแบบทดสอบ (Direction) และวางรูปแบบการพิมพ์ให้เหมาะสม
7. ทดลองสอบและวิเคราะห์ข้อสอบ เป็นวิธีการตรวจสอบคุณภาพของแบบทดสอบก่อนนำไปใช้จริง โดยนำแบบทดสอบไปทดลองสอบกับกลุ่มที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับกลุ่มที่ต้องการสอบจริง แล้วนำผลการทดสอบมาวิเคราะห์และปรับปรุงข้อสอบให้มีคุณภาพ
8. จัดทำแบบทดสอบฉบับจริงจากผลการวิเคราะห์ข้อสอบ หากพบว่าข้อสอบข้อใดไม่มีคุณภาพ หรือคุณภาพไม่ดีพอ อาจจะต้องตัดทิ้ง หรือปรับปรุงแก้ไขข้อสอบนั้นให้มีคุณภาพดีขึ้น แล้วจึงจัดทำเป็นแบบทดสอบฉบับจริงที่จะนำไปทดสอบกับกลุ่มเป้าหมายต่อไป



ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบดังกล่าว สรุปได้ดังแผนภาพที่ 10



ภาพที่ 10 แสดงขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์

ที่มา : พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2556: 99)

จากขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนต้องเป็นแบบทดสอบที่วัดความรู้ ความสามารถด้านพุทธิพิสัยที่มีความตรง และครอบคลุมเนื้อหา สอดคล้องกับจุดประสงค์ และเนื้อหาสาระที่ต้องการจะวัดผลการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์นั้นสามารถจัดจำแนกได้ 2 ประเภท ได้แก่ การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงกลุ่มและการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์ ซึ่งความแตกต่างของการสร้างแบบทดสอบทั้ง 2 ประเภทนี้คือ วิธีการวิเคราะห์ข้อสอบ จากทฤษฎีที่กล่าวมาข้างต้นนั้นผู้วิจัยได้เลือกการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์อิงเกณฑ์

#### 4. ความพึงพอใจต่อการเรียน

##### 4.1 ความหมายของความพึงพอใจ

พจนานุกรมฉบับราชบัณฑิตสถาน (2542 : 775) ได้ให้ความหมายของความพึงพอใจไว้ว่า พึงพอใจ หมายถึง รัก ชอบใจ และพึงใจ หมายถึง พอใจ ชอบใจ

วิรุฬ พรรณเทวี (2542 : 11) ให้ความหมายไว้ว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในจิตใจของมนุษย์ที่ไม่เหมือนกัน ซึ่งเป็นอยู่กับแต่ละบุคคลว่าจะคาดหวังกับสิ่งหนึ่ง สิ่งใดอย่างไร ถ้าคาดหวังหรือมีความตั้งใจมากและได้รับการตอบสนองด้วยดี จะมีความพึงพอใจมากแต่ในทางตรงกันข้ามอาจผิดหวังหรือไม่พึงพอใจเป็นอย่างยิ่ง เมื่อไม่ได้รับการตอบสนองตามที่คาดหวังไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งที่ตนตั้งใจไว้ว่าจะมีมากหรือน้อย

กาญจนา อรุณสุขจุฑา (2546 : 5) กล่าวว่า ความพึงพอใจของมนุษย์ เป็นการแสดงออกทางพฤติกรรมที่เป็นนามธรรม ไม่สามารถมองเห็นเป็นรูปร่างได้ การที่เราจะทราบว่า บุคคลมีความพึงพอใจหรือไม่ สามารถสังเกตโดยการแสดงออกที่ค่อนข้างสลับซับซ้อน และต้องมีสิ่งที่ตรงต่อความต้องการของบุคคล จึงจะทำให้บุคคลเกิดความพึงพอใจ ดังนั้นการสร้างสิ่งเร้าจึงเป็นแรงจูงใจของบุคคลนั้นให้เกิดความพึงพอใจในงานนั้น

Campbell (1976 : 117 – 124, อ้างถึงใน วาณี ทองเสวต, 2548) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกภายในที่แต่ละคนเปรียบเทียบระหว่างความคิดเห็นต่อสภาพการณ์ที่อยากให้เป็นหรือคาดหวัง หรือรู้สึกว่าจะสมควรจะได้รับ ผลที่ได้จะเป็นความพึงพอใจหรือไม่พึงพอใจเป็นการตัดสินของแต่ละบุคคล

กชกร เป้าสุวรรณ และคณะ (2550) ได้กล่าวถึง ความหมายของความพึงพอใจว่า สิ่งที่เราจะพึงพอใจจะเป็นไปตามความต้องการ ความพึงพอใจเป็นผลของการแสดงออกของทัศนคติของบุคคลอีกรูปแบบหนึ่ง ซึ่งเป็นความรู้สึกเอนเอียงของจิตใจที่มีประสบการณ์ที่มนุษย์เราได้รับอาจจะมีมากหรือน้อยก็ได้ และเป็นความรู้สึกที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งเป็นไปได้ทั้งทางบวกและทางลบ แต่ก็เมื่อได้สิ่งนั้นสามารถตอบสนองความต้องการ หรือทำให้บรรลุจุดมุ่งหมายได้ ก็จะเกิดความรู้สึกบวก เป็นความรู้สึก

ที่พึงพอใจ แต่ในทางตรงกันข้าม ถ้าสิ่งนั้นสร้างความรู้สึกผิดหวัง ก็จะทำให้เกิดความรู้สึกทางลบ เป็นความรู้สึกไม่พึงพอใจ

ศิริวรรณ วรโพด (2551, หน้า 16) ได้สรุปความพึงพอใจในการปฏิบัติงานไว้ว่า หมายถึง ความรู้สึกชอบของคนที่มีต่องาน เมื่อความรู้สึกชอบของคนได้รับการตอบสนองจากองค์กรก็จะทำให้เกิดความพึงพอใจในการทำงานมาก ซึ่งส่งผลต่อความสำเร็จในการปฏิบัติงาน

จากการศึกษาผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความหมายของความพึงพอใจ คือความรู้สึกนึกคิด หรือทัศนคติของบุคคลที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งสามารถเป็นไปในทางที่ดีหรือไม่ดี หรือในด้านบวกและด้านลบ ซึ่งจะเกิดขึ้นก็ต่อเมื่อสิ่งนั้น สามารถตอบสนองความต้องการแก่บุคคลนั้น

#### 4.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับความพึงพอใจ

พฤติกรรมของมนุษย์เกิดขึ้นต้องมีสิ่งจูงใจ (motive) หรือแรงขับเคลื่อน (drive) เป็นความต้องการที่กดดันจนมากพอที่จะจูงใจให้บุคคลเกิดพฤติกรรมเพื่อตอบสนองความต้องการของตนเอง ความต้องการส่วนใหญ่อาจไม่มากพอที่จะจูงใจให้บุคคลกระทำในช่วงเวลานั้น ความต้องการกลายเป็นสิ่งจูงใจ เมื่อได้รับการกระตุ้นอย่างเพียงพอจนเกิดความตึงเครียด โดยทฤษฎีที่ได้รับความนิยมมากที่สุด มี 2 ทฤษฎี คือ ทฤษฎีของอับราฮัม มาสโลว์ และทฤษฎีของซิกมันด์ ฟรอยด์

##### 1. ทฤษฎีแรงจูงใจของมาสโลว์ (Maslow's theory motivation)

อับราฮัม มาสโลว์ (A.H.Maslow) ค้นหารีวิธีที่จะอธิบายว่าทำไมคนจึงถูกผลักดันโดยความต้องการบางอย่าง ณ เวลาหนึ่ง ทำไมคนหนึ่งจึงทุ่มเทเวลาและพลังงานอย่างมากเพื่อให้ได้มาซึ่งความปลอดภัยของตนเองแต่อีกคนหนึ่งกลับทำสิ่งเหล่านั้น เพื่อให้ได้รับการยกย่องนับถือจากผู้อื่น คำตอบของมาสโลว์ คือ ความต้องการของมนุษย์จะถูกเรียงตามลำดับจากสิ่งที่กดดันมากที่สุดไปถึงน้อยที่สุด ทฤษฎีของมาสโลว์ ได้จัดลำดับความต้องการตามความสำคัญ คือ

1.1 ความต้องการทางกาย (physiological needs) เป็นความต้องการพื้นฐาน คือ อาหาร ที่พัก อากาศ ยารักษาโรค

1.2 ความต้องการความปลอดภัย (safety needs) เป็นความต้องการที่เหนือกว่าความต้องการเพื่อความอยู่รอด เป็นความต้องการในด้านความปลอดภัยจากอันตราย

1.3 ความต้องการทางสังคม (social needs) เป็นการต้องการการยอมรับจากเพื่อน

1.4 ความต้องการการยกย่อง (esteem needs) เป็นความต้องการการยกย่องส่วนตัว ความนับถือและสถานะทางสังคม

1.5 ความต้องการให้ตนประสบความสำเร็จ (self – actualization needs) เป็นความต้องการสูงสุดของแต่ละบุคคล ความต้องการทำทุกสิ่งทุกอย่างได้สำเร็จ

## 2. ทฤษฎีแรงจูงใจของฟรอยด์

ซิกมันด์ ฟรอยด์ ( S. M. Freud) ตั้งสมมุติฐานว่าบุคคลมักไม่รู้ตัวมากกว่าพลังทางจิตวิทยามีส่วนช่วยสร้างให้เกิดพฤติกรรม ฟรอยด์พบว่าบุคคลเพิ่มและ ควบคุมสิ่งเร้าหลายอย่าง สิ่งเร้าเหล่านี้อยู่นอกเหนือการควบคุมอย่างสิ้นเชิง บุคคลจึงมีความฝัน พูดคำที่ไม่ตั้งใจพูด มีอารมณ์อยู่เหนือเหตุผล และมีพฤติกรรมหลอกหลอนหรือเกิดอาการวิตกกังวลอย่างมาก

ขณะที่ ชาริณี (2535) ได้เสนอทฤษฎีการแสวงหาความพึงพอใจไว้ว่า บุคคลพอใจจะกระทำการสิ่งใด ๆ ที่มีความสุขและจะหลีกเลี่ยงไม่กระทำ ในสิ่งที่เขาจะได้รับความสุขหรือความยากลำบาก โดยอาจแบ่งประเภทความพอใจกรณีนี้ได้ 3 ประเภท คือ

1. ความพอใจด้านจิตวิทยา (psychological hedonism) เป็นทรศณะของความพึงพอใจว่ามนุษย์โดยธรรมชาติจะมีความแสวงหา ความสุขส่วนตัวหรือหลีกเลี่ยงจากความทุกข์ใดๆ
2. ความพอใจเกี่ยวกับตนเอง (egoistic hedonism) เป็นทรศณะของความพอใจว่ามนุษย์จะพยายามแสวงหาความสุขส่วนตัว แต่ไม่จำเป็นว่าการแสวงหาความสุขต้องเป็นธรรมชาติของมนุษย์เสมอไป
3. ความพอใจเกี่ยวกับจริยธรรม (ethical hedonism) ทรศณะนี้ถือว่ามนุษย์แสวงหาความสุขเพื่อผลประโยชน์ของมวลมนุษยหรือ สังคมที่ตนเป็นสมาชิกอยู่และเป็นผู้ได้รับผลประโยชน์ผู้หนึ่งด้วย

### 4.3 การวัดความพึงพอใจ

ความพึงพอใจเกิดขึ้นหรือไม่ขึ้นอยู่กับกระบวนการจัดการเรียนรู้ประกอบกับระดับความรู้สึกของนักเรียนตั้งนั้นในการวัด ความพึงพอใจในการเรียนรู้กระทำได้หลายวิธี ต่อไปนี้ (สารโรจน์ ไสยสมบัติ, 2534: 39)

1. การใช้แบบสอบถามซึ่งเป็นวิธีที่นิยมใช้มากอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ซึ่งเป็นวิธีที่ต้องอาศัย เทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้สัมภาษณ์ที่จะจูงใจให้ผู้ตอบคำถามตามข้อเท็จจริง
3. การสังเกต เป็นการสังเกตพฤติกรรมทั้ง ก่อนการปฏิบัติกิจกรรม ขณะปฏิบัติกิจกรรม และ หลังการปฏิบัติกิจกรรมจะเห็นได้ว่าการวัดความพึงพอใจในการเรียนรู้สามารถที่จะวัดได้หลายวิธี ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความ สะดวกความเหมาะสม ตลอดจนจุดมุ่งหมาย หรือเป้าหมายของการวัดด้วยจึงจะส่งผลให้การวัดนั้น มีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ

จากการศึกษา ผู้วิจัย สรุปได้ว่า ความพึงพอใจในการเรียนและผลการเรียน จะมีความสัมพันธ์กันในทางบวก ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ กิจกรรมที่ผู้เรียนได้ปฏิบัตินั้น ทำให้ผู้เรียนได้รับการตอบสนองความต้องการทางด้านร่างกายและจิตใจ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้เกิดความสมบูรณ์ของชีวิตอย่างน้อยเพียงใด นั่นคือสิ่ง ที่ครูผู้สอนจะคำนึงถึงองค์ประกอบต่างๆในการเสริมสร้างความพึงพอใจในการเรียนรู้ให้กับผู้เรียน

## 5. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

### 5.1 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม

ศราวุฒิ พรภูเขียว (2555) ทำการวิจัยเรื่อง รายงานการพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การดำเนินการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1. เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยแบบฝึกและ 3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแบบฝึก ผลการศึกษาพบว่า 1. ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่พัฒนาขึ้นมีค่าเท่ากับ 83.49/82.22 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนด้วยแบบฝึกทักษะ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.01 3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนรู้ด้วยแบบฝึกทักษะ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค STAD กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยรวมและรายด้านอยู่ในระดับมากที่สุด

เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล, กัญญา ลินทรัดนศิริกุล และอุษาวดี จันทรสุนธิ (2556) ได้ทำการศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยใช้ปัญหาปลายเปิด ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเพชรวิทย์ จังหวัดตาก เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ และเปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหา เรื่อง ลำดับและอนุกรมของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่จัดการเรียนรู้โดยใช้ปัญหาปลายเปิดกับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ซึ่งกลุ่มตัวอย่าง เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเพชรวิทย์ จังหวัดตาก ในภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2554 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องละ 21 คน ซึ่งได้มาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย 1) แผนจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรมโดยใช้ปัญหาปลายเปิด 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม และ 3) แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหา สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการวิเคราะห์ความแปรปรวนร่วม (ANCOVA)

วิจิตรา บังกิโล และชาญณรงค์ เชียงราช (2556) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และเทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูง เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และเทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูง เรื่อง ลำดับและอนุกรม 2) เพื่อพัฒนา ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เรื่อง ลำดับและอนุกรม ให้นักเรียนจำนวน ไม่น้อยกว่าร้อยละ 70 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนร้อยละ 70 ขึ้นไป 3) เพื่อศึกษา ความสามารถในการคิดขั้นสูง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า 1. การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์และเทคนิค ระดมสมองที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูง ประกอบด้วย 5 ขั้นตอนคือ 1) ชี้นำเข้าสู่บทเรียน 2) จัดกิจกรรม การเรียนรู้เป็นการจัดกิจกรรม เพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือการแก้ปัญหาโดยกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่ ใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ 5 ขั้นตอน คือ (1) ชี้นำกำหนดสิ่งที่ต้องการวิเคราะห์ (2) ชี้นำกำหนดปัญหา/วัตถุประสงค์ (3) ชี้นำกำหนดหลักการ/กฎเกณฑ์ (4) พิจารณาแยกแยะหรือแจกแจงข้อมูล และ (5) ชี้นำสรุปคำตอบ หรือกิจกรรม การแก้ปัญหาใช้กระบวนการแก้ปัญหาของ Polya4 ขั้นตอนคือ (1) ชี้นำทำความเข้าใจปัญหา (2) ชี้นำวางแผน (3) ชี้นำดำเนินการตามแผนและ (4) ชี้นำตรวจสอบการจัดกิจกรรมเพื่อสร้างองค์ความรู้ใหม่หรือกิจกรรมแก้ปัญหาจะใช้ เทคนิคระดมสมองเพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดสร้างสรรค์ และการคิดอย่างมีวิจารณญาณ มีขั้นตอนดังนี้ 2.1) ชี้นำระดมความคิดหรือการคิดรายบุคคลเป็นการระดมความคิดของตนเอง ในการคิดหาแนวทางในการสร้าง องค์ความรู้หรือการแก้ปัญหา สมาชิกทุกคนมีอิสระในการคิดวิธีการได้ไม่จำกัด 2.2) ชี้นำอภิปรายและคิดสรร สมาชิกในกลุ่มจะอภิปรายวิธีการที่สมาชิกแต่ละคนนำเสนอทั้งหมดในชั้นระดมความคิด เพื่อคัดสรรวิธีการที่เป็นไปได้ และการจัดลำดับความสำคัญของวิธีการทั้งหมด 2.3) ชี้นำสรุปความคิดเห็นของกลุ่มเพื่อนำเสนอสมาชิกในกลุ่ม เลือกวิธีการที่ดีที่สุดเพื่อนำเสนอต่อชั้นเรียน 2.4) ชี้นำเสนอวิธีการที่ถูกเลือกต่อชั้นเรียน 3) ชี้นำสรุปกิจกรรม 4) ชี้นำฝึกทักษะและ 5) ชี้นำประเมินผล 2. ผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนพบว่านักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเฉลี่ยร้อยละ 80.47 และนักเรียนจำนวนร้อยละ 78.57 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป เป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ 3. นักเรียนมีความสามารถในการคิดวิเคราะห์อย่างสร้างสรรค์และมีวิจารณญาณ โดยการสังเกตจากกิจกรรม สร้างองค์ความรู้ พบว่า นักเรียนสามารถใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์ ในการดำเนินการตามขั้นตอนได้ครบถ้วนและ ใช้เทคนิคระดมสมอง ทำให้มีวิธีการคิดที่หลากหลาย เกิดการคิดสร้างสรรค์ด้านการคิดคล่อง คิดยืดหยุ่น และการคิด ริเริ่ม มีวิจารณญาณในการจัดลำดับความสำคัญของวิธีการและการตัดสินใจเลือกวิธีการที่ดีที่สุดและนักเรียนมีความ สามารถในการ

แก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีวิจารณ์ญาณ พบว่าวงจรที่ 1 วงจรที่ 2 วงจรที่ 3 และแบบวัดความสามารถ ในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์และมีวิจารณ์ญาณ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 75.12, 82.74 85.60, 85.95 ตามลำดับ

สุจิน เปี่ยมอริยธน (2557) ทำการวิจัยเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียนของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน 3) เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่เรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/2 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน ปีการศึกษา 2557 ภาคเรียนที่ 1 จำนวน 43 คน ที่ได้จากการสุ่มอย่างง่าย โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม เนื่องจากทางโรงเรียนได้จัดห้องเรียน โดยการลดความสามารถเครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาได้แก่ แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน แบบวัดความพึงพอใจ และคู่มือการใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน สถิติที่ใช้ในการศึกษาวิเคราะห์ข้อมูลโดยการหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ทดสอบสมมติฐาน โดยใช้สถิติ t-test dependent ผลการศึกษาพบว่า ประสิทธิภาพของแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน มีประสิทธิภาพ (81.81/81.62) ซึ่งมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดไว้ (80/80) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มตัวอย่างหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 และ ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของกลุ่มตัวอย่างที่มีต่อแบบฝึกทักษะที่สร้างขึ้น พบว่า นักเรียนมีความคิดเห็นต่อการเรียนโดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนปัว อำเภอปัว จังหวัดน่าน อยู่ในระดับมาก ( $X = 4.39, S.D. = 0.53$ )

จรัสพงษ์ ศีกสงคราม (2560) ได้ทำการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม ความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่ผู้วิจัยได้สร้างขึ้น ในการศึกษาได้เลือกกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพุลเจริญวิทยาคม จำนวน 50 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ 1) แบบฝึกทักษะเรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 1 ชุด ใน 1 ชุด จะมีแบบฝึกหัด 16 แบบฝึกหัด โดย

แบบฝึกหัดที่ 1-8 จะเป็นแบบฝึกหัดเรื่อง ลำดับ และแบบฝึกหัดที่ 9-16 จะเป็นแบบฝึกหัดเรื่องอนุกรม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยแบ่งเป็น 2 ชุด ได้แก่ แบบทดสอบก่อนเรียน และแบบทดสอบหลังเรียน ทั้งสองชุดเป็นแบบทดสอบ 4 ตัวเลือก จำนวน 30 ข้อ 3) แผนการจัดการเรียนรู้โดยการใช้แบบฝึกทักษะเรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 4 แผน แผนละ 4 ชั่วโมง 4) แบบประเมินความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้แบบฝึกทักษะ เรื่อง ลำดับและอนุกรมซึ่งเป็นแบบประเมินชนิดมาตรฐานประมาณค่า 5 ระดับ จำนวน 10 ข้อ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน ประสิทธิภาพของแบบทดสอบ และการทดสอบที่ แบบสองกลุ่มอิสระต่อกัน (t-test dependent)

ศุภลักษณ์ สุวรรณ (2560) ทำการวิจัยเรื่อง รายงานการพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 2) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 3) เพื่อศึกษาระดับความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผลการวิจัย พบว่า 1. แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มีประสิทธิภาพ 81.07/82.44 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 80/80 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนเรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์ที่ใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ .05 3. ความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิค TAI โดยใช้แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเฉลี่ยอยู่ในระดับมากที่สุด

มณฑนา ประสีพฉาย (2561) ได้ทำการศึกษาและทำวิจัยการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี เรื่องลำดับและอนุกรมจากการใช้แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งดำเนินการวิจัยกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 สายการเรียนวิทยาศาสตร์-คณิตศาสตร์ โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โดยมีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 จำนวน 24 คน ที่ทำการเลือกมาโดยการสุ่มแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม 2) แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม การวิเคราะห์ข้อมูลใช้สถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{X}$ ) ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และ การทดสอบค่าที (t-test)



ผลการวิจัยพบว่า 1. แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 82.92/83.72 2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังจากการใช้แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์ เรื่องลำดับและอนุกรม สูงกว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนการใช้แบบฝึกทักษะอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 3. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังจากการใช้แบบฝึกทักษะที่เน้นกระบวนการคิดวิเคราะห์เรื่อง ลำดับและอนุกรม สูงกว่าเกณฑ์ (ร้อยละ 80) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

## 5.2 งานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์

มณีรัตน์ ผลประเสริฐ (2555) ทำการวิจัยเรื่อง ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชากระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์ 1 โดยใช้วิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการสอนแบบจิ๊กซอว์ โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนกับเกณฑ์ที่กำหนด และศึกษาความพึงพอใจของผู้เรียนที่เรียนด้วยวิธีการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคการสอนแบบจิ๊กซอว์ ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญ และผู้เรียนมีความพึงพอใจในทุก ๆ ด้านในระดับมากถึงมากที่สุด เมื่อพิจารณาค่าเฉลี่ยรวมพบว่าอยู่ในระดับมากที่สุด

รัชณี ทาเหล็ก (2556) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ก่อนและหลังที่ได้จะรับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนาน และมีการเปรียบเทียบความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์กับเกณฑ์ ผลการวิจัยพบว่า ความสามารถในการคิดวิเคราะห์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 65 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

อิสริย์ น้อยมิ่ง (2557) ได้ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียน เรื่องการสร้างคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์การเรียน ในเรื่องการสร้างคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียก่อน และหลังเรียน และศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง การสร้างคำภาษาไทย ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง การสร้างคำในภาษาไทยของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โดยมีความคิดเห็นต่อการจัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย โดยภาพรวมอยู่ในระดับเห็นด้วยมาก

ศิริพร ศรีจันทะ และประดิษฐ์วิชัย (2560) ทำการวิจัยเรื่อง การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ รายวิชาการพัฒนาหลักสูตรของนักศึกษาระดับปริญญาตรี การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนเรียนและหลังเรียน ด้วยการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ 2) เพื่อศึกษาระดับความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ 3) เพื่อศึกษาความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่มีต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ ผลการวิจัยพบว่า 1) การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์ กลุ่มตัวอย่างมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) ความเหมาะสมต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ด้วยกลุ่มร่วมมือแบบจิ๊กซอว์อยู่ในระดับมากที่สุด 3) ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะที่น่าสนใจ คือ 1) ด้านเนื้อหา วิธีการและเทคนิคการเรียนการสอนวิธีนี้เหมาะสมกับเรื่องการสอนช่วย สร้างบรรยากาศการเรียนให้สนุกสนาน ไม่น่าเบื่อ สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาได้ดี การจับกลุ่มเหมาะสม ไม่ใหญ่เกินไปเวลาเหมาะสมกับเนื้อหา 2) ด้านบุคลิกลักษณะของอาจารย์ผู้สอนมีความรู้ดีเข้าสอนตรงเวลา ใช้คำพูดเหมาะสม แต่งกายสุภาพ สะอาดเป็นแบบอย่างที่ดีแก่นักศึกษา 3) ด้านสื่อประกอบการสอนอาจารย์มีหนังสือ เอกสารประกอบการสอนรายวิชา การจัดการเรียนรู้ และห้องเรียนมีเครื่องมือ อุปกรณ์ เช่น คอมพิวเตอร์ เครื่องเสียง ไมโครโฟน ที่มีประสิทธิภาพสูงมาก ทำให้การเรียนการสอนเป็นไปด้วยความราบรื่นและมีประสิทธิผล 4) ด้านการวัดและประเมินผลข้อสอบ ค่อนข้างยากการออกข้อสอบคิดว่าอาจารย์ได้ออกข้อสอบครอบคลุมทุกประเด็นแล้ว การตรวจให้คะแนน ประเมินผลมีความยุติธรรมกับผู้เรียน

สาวิตรี เถาว์ (2561) ทำการวิจัยเรื่อง ผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และเทคนิค LT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานกลุ่มในรายวิชา การออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนครพนม การวิจัยครั้งนี้มีความมุ่งหมายเพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน ของนักศึกษาระดับปริญญาตรี มหาวิทยาลัยนครพนม ทั้งก่อนและหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ และเทคนิค LT 2) ศึกษาพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักศึกษาและ 3) ศึกษาความพึงพอใจของนักศึกษา ภายหลังจากได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือที่พัฒนาขึ้น ผลการวิจัย พบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักศึกษาหลังเรียนที่เรียนด้วยการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และเทคนิค LT มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) หลังจากได้รับการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และเทคนิค LT ค่าเฉลี่ยของการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มของนักศึกษา มีคะแนนรวมเฉลี่ยอยู่ในระดับดีมาก ( $\bar{X}$  = 3.02, S.D. = 0.29) 3) นักศึกษามีความพึงพอใจต่อ

การเรียนรู้ภายหลังการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และเทคนิค LT อยู่ในระดับมาก ( $\bar{X} = 4.49$ , S.D. = 0.35)

มนัสวี อุตระภาศ (2562) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 การศึกษาค้นคว้าครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ของ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังจากใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์กับเกณฑ์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ เป็นนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนวิชาเลือก คณิตศาสตร์ ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2562 โรงเรียนท่าฉางวิทยาคาร อำเภอท่าฉาง จังหวัด สุราษฎร์ธานี จำนวน 13 คน เครื่องมือที่ใช้ในการศึกษาค้นคว้า ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือ ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ และแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดำเนินการสอนโดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ จำนวน 4 คาบ แบบแผน การวิจัยเป็นแบบ One-Group Posttest only Design สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล คือ t-test for one sample ผลการศึกษาพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05.

Tukur, M.Y., Nurulwahida, B.H.A., & Madya, R.B.M.A. (2018) ทำการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนระดับมัธยมศึกษา โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (SS1) ประเทศไนจีเรีย รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 80 คน โดยแบ่ง นักเรียนออกเป็น 2 กลุ่ม โดยในกลุ่มแรกใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบสุ่ม เพื่อใช้เทคนิคการสอน แบบจิ๊กซอว์ กลุ่มที่สองใช้การเลือกกลุ่มตัวอย่างแบบมีกลุ่มควบคุม เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเทคนิค การสอนแบบดั้งเดิม ผลการวิจัยพบว่า ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ได้ผลดีมากกว่าเทคนิคการสอนแบบดั้งเดิม และส่งผลให้นักเรียนมีทัศนคติที่ดีต่อการเรียนในวิชา คณิตศาสตร์

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์เรื่อง ลำดับและ อนุกรม และงานวิจัยที่เกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ ที่กล่าวมาข้างต้นสามารถ สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียน สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และนักเรียนชอบวิธีการเรียนรู้โดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ มากกว่าการเรียนรู้แบบดั้งเดิม ส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงขึ้น อีกทั้งนักเรียนยังมีความพึงพอใจ มีทัศนคติที่ดีต่อรายวิชาคณิตศาสตร์

ตารางที่ 7 สรุปวิธีการสอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ของเอรอนสัน (Aronson) และสลาวิน (Slavin)

ขั้นที่	เอรอนสัน (Aronson)	สลาวิน(Slavin)
1	นักเรียนในห้องเรียนถูกแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 6 คน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน”	นักเรียนในห้องเรียนถูกแบ่งกลุ่มเป็นกลุ่มละ 3 – 5 คน เรียกว่า “กลุ่มบ้าน”
2	นักเรียนได้รับมอบหมายเนื้อหาที่จะศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ	นักเรียนได้รับมอบหมายเนื้อหาที่จะศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ
3	สมาชิกแต่ละคนจะไปศึกษา ค้นคว้าหัวข้อที่ตนเองได้รับมอบหมายกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ในหัวข้อเดียวกัน เรียกกลุ่มนี้ “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”	สมาชิกแต่ละคนจะไปศึกษา ค้นคว้าหัวข้อที่ตนเองได้รับมอบหมายกับสมาชิกกลุ่มอื่น ๆ ในหัวข้อเดียวกัน เรียกกลุ่มนี้ “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”
4	สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนเองแล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้จนครบสมาชิกทุกคนในกลุ่ม	สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนเองแล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้จนครบสมาชิกทุกคนในกลุ่ม
5	นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล ได้คะแนนรายบุคคล	นักเรียนทุกคนทำแบบทดสอบเป็นรายบุคคล ได้คะแนนรายบุคคล แล้วนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่มกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะได้รับรางวัลหรือคำกล่าวชมเชยจากครูผู้สอน

ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์โดยใช้ตามขั้นตอนการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ของทีศนา แคมมณี (2554: 65) มาจัดช่วยแก้ปัญหาการเรียนเรื่องลำดับและอนุกรม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จึงเกิดเป็นงานวิจัยเรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

### บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย

การดำเนินการวิจัย เรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ซึ่งมีรายละเอียดและขั้นตอนในการดำเนินการวิจัย ดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. รูปแบบการวิจัย
3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย
5. การเก็บรวบรวมข้อมูล
6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร**ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11 จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 50 คน

**กลุ่มตัวอย่าง**ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นนักเรียนในความรับผิดชอบของผู้วิจัย

#### 2. รูปแบบการวิจัย

การวิจัยนี้มีรูปแบบการวิจัยเป็นแบบ One Group Pretest-Posttest Design (วาโร เพิงส์วัสดิ์, 2550 : 96) โดยผู้วิจัยได้ทำการทดสอบกลุ่มตัวอย่าง ก่อนและหลัง การจัดการเรียนรู้เรื่องการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม โดยมีลักษณะการทดลองดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 รูปแบบการวิจัย

กลุ่ม	ทดสอบก่อนเรียน	ทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
กลุ่มทดลอง	T <sub>1</sub>	X	T <sub>2</sub>

เมื่อ	T <sub>1</sub>	หมายถึง การทดสอบก่อนเรียน (Pretest)
	T <sub>2</sub>	หมายถึง การทดสอบหลังเรียน (Posttest)
	X	หมายถึง การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์

### 3. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยกำหนดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม จำนวน 10 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง โดยสอนสัปดาห์ละ 2 คาบ รวม 20 คาบ
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม จำนวน 2 ฉบับ ใช้ทั้งทดสอบก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) ในแต่ละบท โดยเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ กำหนดให้คะแนน คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน
3. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม ที่สร้างขึ้นเพื่อประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนโดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท จำนวน 15 ข้อ

### 4. ขั้นตอนการสร้างเครื่องมือวิจัย

เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการวิจัย ผู้วิจัยได้กำหนดรายละเอียดวิธีการและขั้นตอนในการสร้าง และตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ ดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้
  - 1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง 2560) กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ในด้านมาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ เรื่อง ลำดับและอนุกรม
  - 1.2 ศึกษาหลักสูตรโรงเรียนเขาทะเลชุพิตยาคม พุทธศักราช 2561 (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
  - 1.3 ศึกษาการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ จากงานวิจัย หนังสือและเอกสารทางวิชาการ รวมถึงเทคนิคการวัดผลและประเมินผลวิชาคณิตศาสตร์

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ ที่มีการกำหนดเวลาเรียนของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ จำนวน 10 แผน แผนละ 2 ชั่วโมง รวมเวลาทั้งสิ้น 20 ชั่วโมง

โดยมีขั้นตอนการจัดกิจกรรมจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน หมายถึง ผู้สอนกำหนดขนาดของกลุ่มตามจำนวนหัวข้อย่อยของเนื้อหาสาระ กลุ่มละ 3 คน และจัดผู้เรียนเข้ากลุ่มละความสามารถ (เก่ง – กลาง – อ่อน) เรียกกลุ่มนี้ว่า กลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน หมายถึง ผู้สอนแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มบ้าน โดยให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาไปศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้ หมายถึง การให้สมาชิกที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อเดียวกันของแต่ละกลุ่มบ้านมารวมเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ เพื่อศึกษาหาความรู้จากหนังสือคณิตศาสตร์ ใบความรู้ ค้นคว้าจากโทรศัพท์ ที่ผู้สอนจัดเตรียมไว้ให้ และผู้เรียนเตรียมการถ่ายทอดความรู้ต่อสมาชิก กลุ่มบ้าน

ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้ หมายถึง สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตน แล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและซักถาม

ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้และมอบรางวัล หมายถึง ผู้เรียนแต่ละคนทำแบบทดสอบโดยผู้สอนนำคะแนนของสมาชิกแต่ละคนในกลุ่มมารวมกันแล้วหาค่าเฉลี่ยเป็นคะแนนของกลุ่มได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและให้คำแนะนำ แล้วนำไปให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านวัดผล ด้านเนื้อหา และด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 3 ท่าน ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ในด้านเวลา เนื้อหา กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อ การวัดและประเมินผลของแผนการจัดการเรียนรู้ แล้ววิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้องของเครื่องมือ (Index of Item Objective Congruence: IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับเนื้อหาตามตัวชี้วัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นสอดคล้องกับเนื้อหาตามตัวชี้วัด

-1 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแผนการจัดการเรียนรู้นั้นไม่สอดคล้องกับเนื้อหาตามตัวชี้วัด

นำคะแนนที่ได้มาแทนค่าในสูตร ดังนี้

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

R แทน คะแนนความเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน

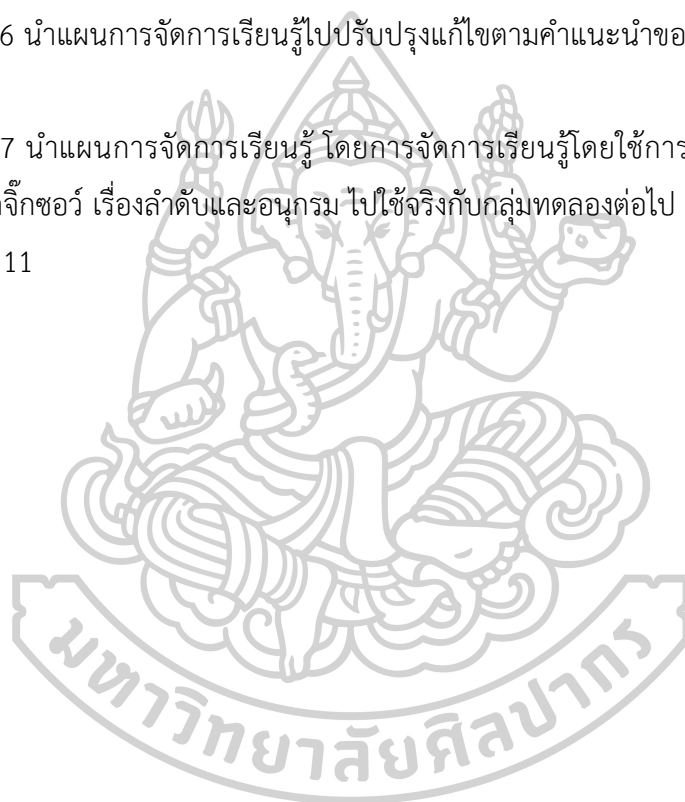
$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

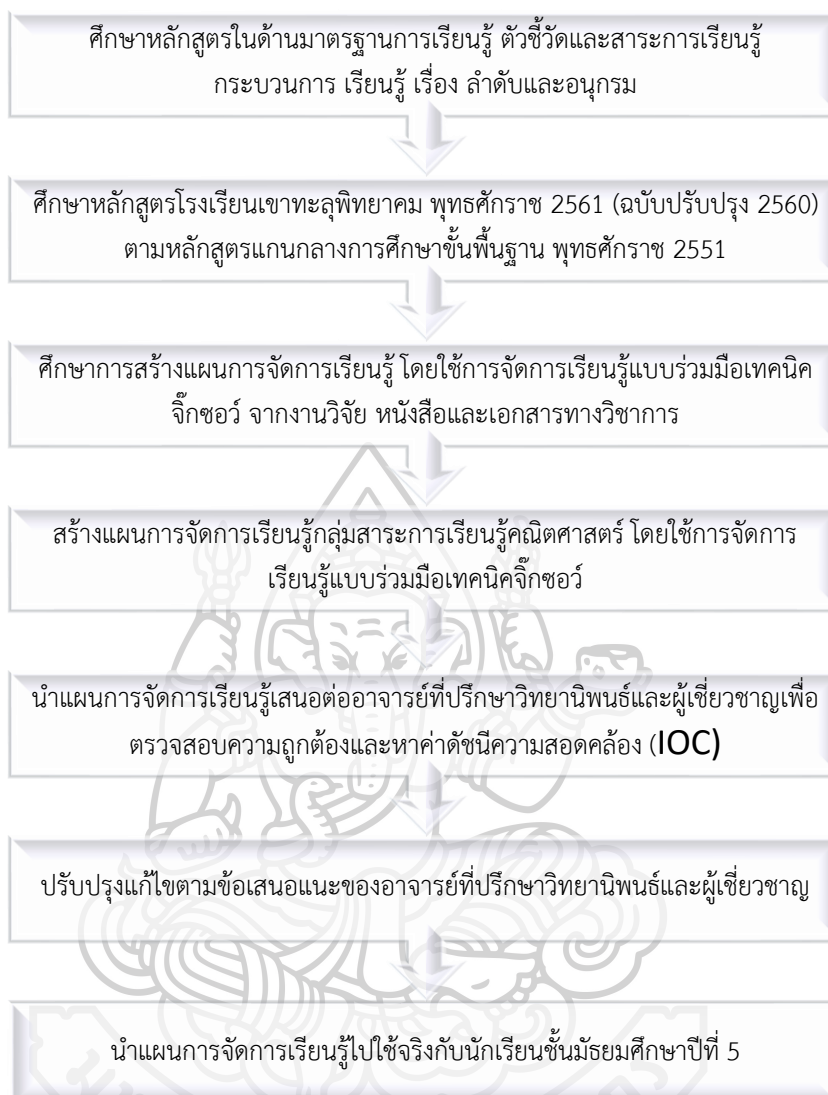
โดยกำหนดเกณฑ์การพิจารณา ดังนี้ (มาเรียม นิลพันธุ์, 2549 : 177) ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ไปปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ก่อนนำไปทดลองจริง

1.7 นำแผนการจัดการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบด้วยร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม ไปใช้จริงกับกลุ่มทดลองต่อไป ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนดังแผนภาพที่ 11







ภาพที่ 11 ขั้นตอนการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์

2. การสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม จำนวน 2 ฉบับ ใช้ทดสอบทั้งก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) โดยเป็นข้อสอบแบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 25 ข้อ กำหนดการให้คะแนน คือ ถูกได้ 1 คะแนน ผิดได้ 0 คะแนน ครอบคลุมเนื้อหาเรื่อง ลำดับและอนุกรม มีขั้นตอนในการดำเนินการสร้าง ดังนี้

2.1 ศึกษาหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 จาก

2.1.1 คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.2 ผังมโนทัศน์และสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.3 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.1.4 การจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

2.2 ศึกษาทฤษฎี หลักการ และวิธีการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากเอกสารหลักสูตรและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.3 วิเคราะห์เนื้อหา สาระสำคัญ และจุดประสงค์การเรียนรู้ เพื่อสร้างแบบทดสอบให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้

2.4 สร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม แบบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก จำนวน 40 ข้อ เพื่อนำไปใช้เป็นแบบทดสอบฉบับจริงจำนวน 25 ข้อ

2.5 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม และตารางวิเคราะห์แบบทดสอบไปให้อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ตรวจสอบ และให้คำแนะนำ

2.6 นำแบบทดสอบไปให้ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 ท่าน ได้แก่ ผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหา ด้านการสอนคณิตศาสตร์ และด้านการวัดและประเมินผล ตรวจสอบความถูกต้องของการวัดและใช้ดุลพินิจเพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา และนำตารางวิเคราะห์ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณค่าดัชนีความสอดคล้อง โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและเหมาะสมดีมาก

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบมีความสอดคล้องกับเนื้อหาที่กำหนดและเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าเนื้อหากับข้อสอบไม่มีความสอดคล้องกัน ต้องตัดข้อสอบนั้นออกหรือปรับปรุงใหม่

โดยมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จากนั้นปรับปรุงแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ

2.7 นำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว ไปทดลองใช้เพื่อตรวจสอบหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จำนวน 18 คน ซึ่งกำลังศึกษาในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการทดลอง เพราะนักเรียนได้ผ่านการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม มาแล้ว

2.8 นำกระดาษคำตอบจากการทำแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนมาตรวจให้คะแนน โดยคำตอบที่ถูกต้องให้ 1 คะแนน และคำตอบที่ตอบผิดหรือไม่ตอบให้ 0 คะแนน แล้วนำมาหาค่าสถิติของแบบทดสอบ ซึ่งเป็นค่าที่ยอมรับกันตามทฤษฎีการสร้างข้อสอบ คือความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก(r) ดังนี้

การตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) คือสัดส่วนระหว่างจำนวนผู้ตอบข้อสอบถูกใน แต่ละข้อต่อจำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด โดยใช้เกณฑ์ความยากง่ายระหว่าง 0.20 – 0.80 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์, 2543 : 129) และการตรวจสอบค่าอำนาจจำแนก (r) คือการตรวจหาความสัมพันธ์ของคะแนนรายข้อ กับคะแนนรวม โดยใช้เกณฑ์ค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.2 ขึ้นไป ถือว่าข้อสอบมีค่าอำนาจจำแนก โดยการคัดเลือกข้อสอบนั้นต้องผ่านเกณฑ์ทั้งเกณฑ์การตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจ จำแนก (r) จำนวน 25 ข้อ ซึ่งครอบคลุมตารางวิเคราะห์ข้อสอบ

2.9 การตรวจสอบค่าความเชื่อมั่น (reliability) คือการตรวจสอบผลการวัดที่สม่ำเสมอ และคงที่ โดยผู้วิจัยเลือกข้อสอบที่ผ่านเกณฑ์การตรวจสอบค่าความยากง่าย (p) และค่าอำนาจจำแนก (r) จำนวน 25 ข้อ นำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบใช้วิธีการของ คูเดอร์ – ริชาร์ดสันจากสูตร KR – 20 (พวงรัตน์ ทวีรัตน์.2543 : 123)

2.10 นำแบบทดสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม ไปใช้กับนักเรียน กลุ่มตัวอย่าง

ซึ่งสรุปขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ดังแผนภาพที่ 12





ภาพที่ 12 ขั้นตอนการสร้างแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน

### 3. การสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

#### 3.1 ศึกษาวิธีการสร้างแบบประเมินความพึงพอใจ

3.2 สร้างแบบประเมินความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ มีลักษณะเป็นมาตราส่วนประเมินค่า(Rating Scale) 5 ระดับ ตามแนวคิดของ ลิเคอร์ท (Likert) ได้แก่ มากที่สุด มากปานกลาง น้อย น้อยที่สุด การวิเคราะห์ค่ามีดังนี้

5 หมายถึง มีความพึงพอใจมากที่สุด

4 หมายถึง มีความพึงพอใจมาก

3 หมายถึง มีความพึงพอใจปานกลาง

2 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อย

1 หมายถึง มีความพึงพอใจน้อยที่สุด

3.3 นำแบบประเมินความพึงพอใจต่อวิชาคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เหมาะสม และแก้ไขปรับปรุงตามคำแนะนำ

3.4 นำแบบประเมินความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ พิจารณาตรวจสอบคุณภาพด้านความถูกต้องเหมาะสม ความชัดเจนความครอบคลุมของข้อคำถามกับสิ่งที่ต้องวัด และหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) โดยกำหนดเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความสอดคล้องเหมาะสม

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจมีความสอดคล้องเหมาะสม

-1 หมายถึง แน่ใจว่าแบบประเมินความพึงพอใจ ไม่มีความสอดคล้องเหมาะสม

ค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป ถือว่ามีความสอดคล้องกันในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

3.5 นำข้อมูลที่ได้จากแบบวัดความพึงพอใจ ตามแบบประเมินแบบมาตราส่วนประมาณค่ามาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย (Mean) และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) โดยทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อและภาพรวม หลังจากนั้นนำค่าเฉลี่ยที่ได้มาแปลความหมายตามเกณฑ์ ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.50 – 5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

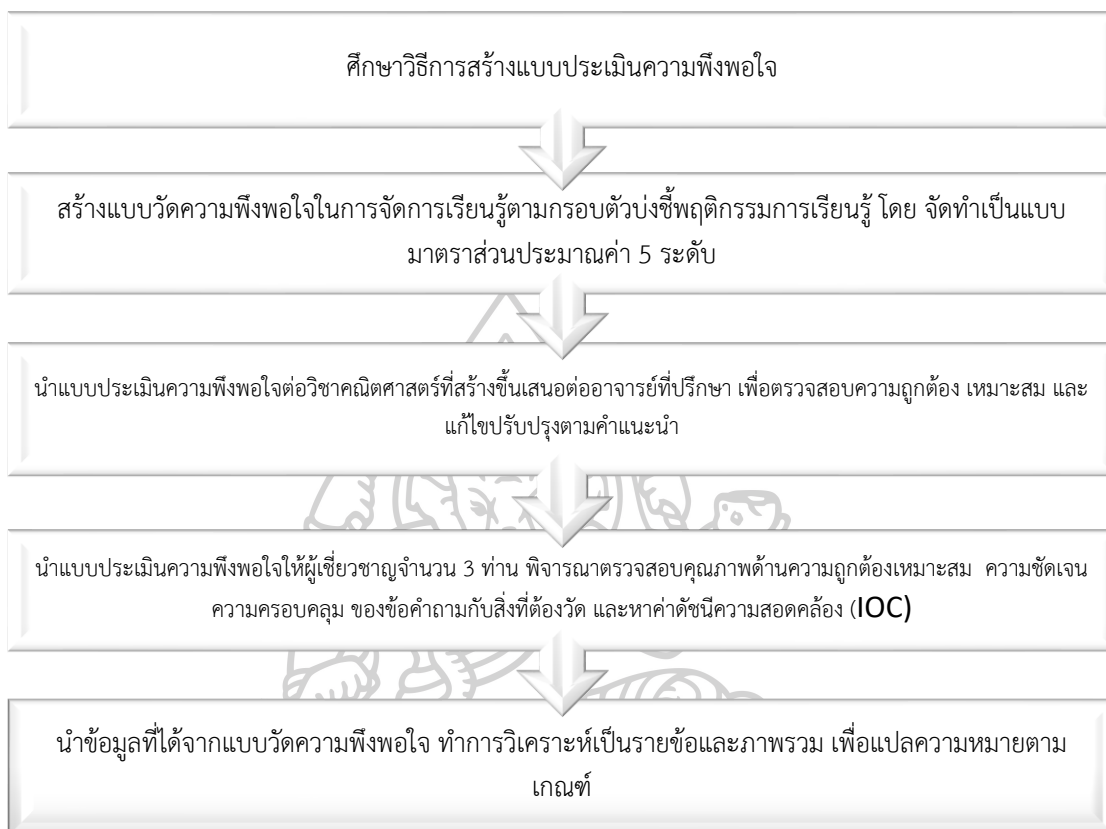
ค่าเฉลี่ย 3.50 – 4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก

ค่าเฉลี่ย 2.50 – 3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.50 – 2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย

ค่าเฉลี่ย 0.50 – 1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

สรุปขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ ดังแผนภาพที่ 13



ภาพที่ 13 ขั้นตอนการสร้างแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้

## 5. การเก็บรวบรวมข้อมูล

ในการทดลองและการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยดำเนินการตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

5.1 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบก่อนเรียน (Pre – test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะเลลูพิทยานคม จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีคะแนนข้อละ 1 คะแนน

5.2 ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ตามแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จำนวน 20 คาบ 10 แผนการจัดการเรียนรู้

5.3 ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน (Post – test) ด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน จำนวน 25 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จากนั้นทำการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยมีคะแนนข้อละ 1 คะแนน

5.4 นำคะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อทดสอบสมมติฐาน โดยใช้ค่าเฉลี่ย (Mean) ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และทดสอบค่าที (t – test) แบบไม่เป็นอิสระต่อกัน (dependent)

5.5 ให้นักเรียนตอบแบบประเมินการวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยใช้แบบประเมินที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นจำนวน 15 ข้อ แล้วนำข้อมูลที่เก็บรวบรวมมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ยและเปรียบเทียบกับเกณฑ์

## 6. สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

### 6.1 สถิติพื้นฐาน

6.1.1 การหาค่าเฉลี่ย (Mean) คำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ, 2538: 73)

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

$\bar{x}$  แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

6.1.2 การหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) คำนวณได้จากสูตร (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2538: 79)

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

S.D แทน ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน

$x$  แทน คะแนนแต่ละตัว

$\sum x$  แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

$n$  แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมดในกลุ่มตัวอย่าง

### 6.2 สถิติที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ ได้แก่

6.2.1 หาดัชนีความเที่ยงตรงของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และแบบวัดความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้ โดยใช้สูตรดัชนีค่าความสอดคล้อง (IOC) (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543: 249)

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

IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องของแผนการจัดการเรียนรู้ที่สร้างขึ้น

R แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญแต่ละท่าน

$\sum R$  แทน ผลรวมของคะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

6.2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543: 196)

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

p แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบมีค่าระหว่าง 0 ถึง 1

R แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูก

N แทน จำนวนผู้เข้าสอบทั้งหมด

6.2.3 หาค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน (ล้วน สายยศ; และ อังคณา สายยศ, 2543: 196)

$$r = \frac{R_u - R_e}{N/2}$$

r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบมีค่าระหว่าง -1 ถึง +1

$R_u$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มสูง

$R_e$  แทน จำนวนคนที่ตอบข้อนั้นถูกในกลุ่มต่ำ

N แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

6.2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยใช้สูตร KR - 20 ของคูเดอร์ - ริชาร์ดสัน (ล้วน สายยศ และ อังคณา สายยศ, 2543: 215)

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

$r_{tt}$  แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

n แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

p แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำแบบทดสอบถูกในแต่ละข้อ

q แทน สัดส่วนของผู้ที่ทำแบบทดสอบผิดในแต่ละข้อ

$s_t^2$  แทน ความแปรปรวนของแบบทดสอบ



โดยที่ 
$$S_t^2 = \frac{N \sum x^2 - (\sum x)^2}{N^2}$$

$S_t^2$  แทน ความแปรปรวนของเครื่องมือทั้งฉบับ

$N$  แทน จำนวนคนเข้าสอบ

### 6.3 สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน ได้แก่

6.3.1 ใช้ค่าสถิติ t - test dependent เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนก่อนและหลังเรียน (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2540: 248)

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - Distribution

$\sum D$  แทน ผลรวมของความแตกต่างรายคู่ระหว่างคะแนนสอบก่อนและหลังสอบ

$(\sum D)^2$  แทน ผลรวมของกำลังสองของความแตกต่างรายคู่ระหว่างจำนวนผู้เรียนในกลุ่มตัวอย่างคะแนนสอบก่อนและหลังสอบ

$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

6.3.2 ใช้ค่าสถิติ โดยใช้สูตร t - test for one sample เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยการคำนวณจากสูตร (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ.2540: 240)

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

เมื่อ  $t$  แทน ค่าที่ใช้ในการพิจารณา t - Distribution

$\bar{x}$  แทน ค่าเฉลี่ยของคะแนน

$\mu_0$  แทน ค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ใช้เป็นเกณฑ์ ( $\mu_0 \geq 70\%$ )

$s$  แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ผู้วิจัยได้ดำเนินการศึกษาตามขั้นตอนการวิจัย และปรากฏผลการวิจัย โดยผู้วิจัยได้นำเสนอเป็นลำดับขั้น ดังนี้

1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล
2. การวิเคราะห์ข้อมูล
3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

#### 1. สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลจากการทดลอง และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ความหมายตรงกัน ผู้วิจัยใช้สัญลักษณ์ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- |           |  |
|-----------|--|
| $n$       | หมายถึงจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง                          |
| $k$       | หมายถึงคะแนนเต็ม   |
| $\bar{x}$ | หมายถึงคะแนนเฉลี่ย   |
| $S$       | หมายถึงส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน                                  |
| $\mu_0$   | หมายถึงค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่เป็นเกณฑ์ (ร้อยละ 70 ของคะแนนเต็ม) |
| $t$       | หมายถึงค่าวิกฤตใน $t$ - distribution                         |

#### 2. การวิเคราะห์ข้อมูล

การเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล และการแปลผลการวิเคราะห์ข้อมูลในการทดลองครั้งนี้ ผู้วิจัยเสนอตามลำดับดังนี้

1. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
2. ผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่องเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. ผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### 3. ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. การนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนมาเปรียบเทียบ โดยใช้ t – test dependent ปรากฏผลดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนและหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

	N	k	$\bar{X}$	S	t	P - value
Pre – test	27	25	9.07	2.716	18.925	0.000
Post – test	27	25	19.07	2.252		

\*p – value < 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางที่ 9 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ได้คะแนนเฉลี่ย 19.07 คะแนน และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.252 คะแนน สูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนการสอน ที่มีคะแนนเฉลี่ย 9.07 คะแนน และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.716 คะแนน อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 แสดงว่า การจัดการเรียนการสอนเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถเพิ่มความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคมได้

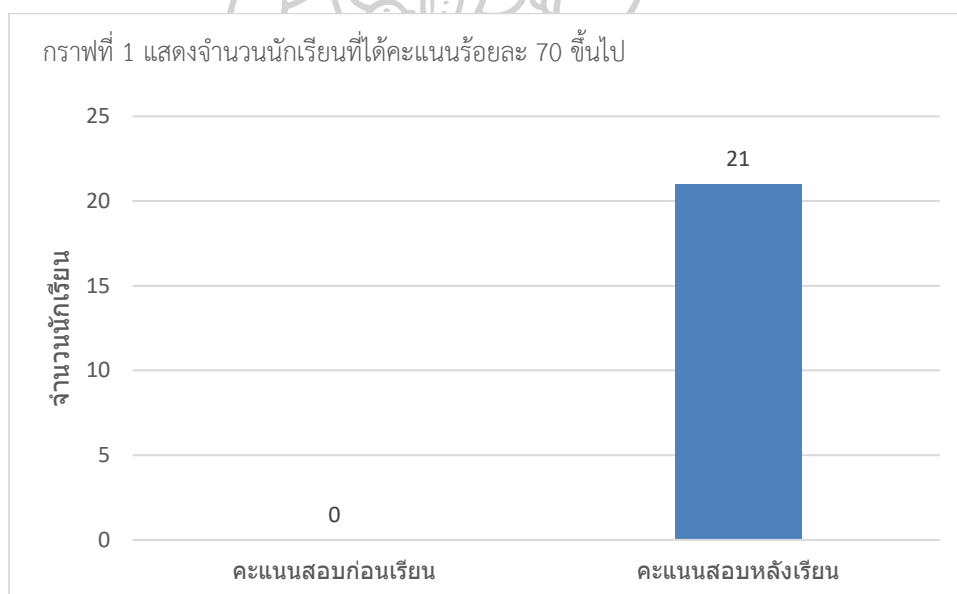
2. การเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group ปรากฏผลดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 แสดงผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70

Test value	N	$\bar{X}$	S	t	P - value
17.50	27	19.07	2.252	3.632	0.001

\*p - value < 0.05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางที่ 10 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน ได้คะแนนเฉลี่ย 19.07 คะแนน และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 2.252 คะแนน ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ตั้งไว้ ที่ร้อยละ 70 (เท่ากับ 17.50 คะแนน) อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 แสดงว่าการจัดการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน



กราฟที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนนักเรียนที่ได้คะแนนร้อยละ 70 ขึ้นไป โดยเปรียบเทียบก่อนเรียนและหลังเรียน พบว่า ก่อนเรียนไม่มีนักเรียนที่สามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป แต่หลังจากที่

นักเรียนได้เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ผลปรากฏว่า นักเรียนสามารถทำคะแนนได้ร้อยละ 70 ขึ้นไป มีจำนวน 21 คน คิดเป็นร้อยละ 77.78

ผู้วิจัยได้สรุปผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 แสดงผลการวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังเรียน โดยแบ่งเนื้อหาตามหัวข้อย่อย ของหน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องลำดับและอนุกรม

เรื่องทดสอบ	n	k	$\bar{X}$	S	t
ลำดับ	27	2	1.71	0.46	3.50
ลำดับเลขคณิต	27	7	5.54	0.99	3.36
ลำดับเรขาคณิต	27	5	3.78	0.70	2.08
อนุกรมเลขคณิต	27	6	4.54	0.87	2.03
อนุกรมเรขาคณิต	27	5	3.52	0.74	0.14

\*k คือคะแนนเต็ม

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางที่ 11 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนสอน เรื่องลำดับได้คะแนนเฉลี่ย 1.71 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 85.5 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.46 คะแนน ลำดับเลขคณิตได้คะแนนเฉลี่ย 5.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 79.14 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.99 คะแนน ลำดับเรขาคณิตได้คะแนนเฉลี่ย 3.78 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.6 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.70 คะแนน อนุกรมเลขคณิตได้คะแนนเฉลี่ย 4.54 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 75.66 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.87 คะแนน โดยจะมีค่าที่คำนวณมากกว่าค่าที่ตาราง ( $t_{ตาราง} = 1.71$ ) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ทำให้ความสามารถในการเรียนรู้ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน แต่หัวข้ออนุกรมเรขาคณิตได้คะแนนเฉลี่ย 3.52 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 70.40 และมีความเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.74 คะแนน โดยมีค่าที่คำนวณน้อยกว่าค่าที่ตาราง ( $t_{ตาราง} = 1.71$ ) จึงทำให้ต่ำกว่าเกณฑ์ที่กำหนด

3. การนำเสนอผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ปรากฏผลดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะเล  
พิทยาคม ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบ  
ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

ข้อความ	$\bar{x}$	S	แปลผล
<b>1. ด้านครูผู้สอน</b>			
1.1 ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน	4.59	0.57	มากที่สุด
1.2 ครูให้คำปรึกษา แนะนำ และดูแลนักเรียนใน การเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์อย่างทั่วถึง	4.59	0.64	มากที่สุด
1.3 ครูให้การเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มบ้านที่ทำ คะแนนได้สูงสุด	4.52	0.64	มากที่สุด
<b>เฉลี่ยรวมด้านที่ 1</b>	<b>4.56</b>	<b>0.62</b>	<b>มากที่สุด</b>
<b>2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>			
2.1 การเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายและซักถามเพื่อนร่วมกลุ่ม	4.26	0.66	มาก
2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์เป็นการฝึก การเรียนรู้แบบกลุ่ม	4.33	0.73	มาก
2.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียน เกิดการ ร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อที่ได้รับ มอบหมาย	4.26	0.76	มาก
2.4 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียน กล้าคิดและ กล้าแสดงออก	4.56	0.70	มากที่สุด
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้	4.19	0.68	มาก
2.6 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนที่ เรียนเก่งได้ มีโอกาสช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน	4.11	0.64	มาก

ตารางที่ 12 แสดงผลการวิเคราะห์ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ต่อการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ (ต่อ)

ข้อความ	$\bar{x}$	S	แปลผล
2.7 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนเป็นคนที่มี เหตุมีผล รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น	3.78	0.64	มาก
2.8 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าในการเรียนการสอนมากขึ้น	4.70	0.54	มากที่สุด
2.9 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนรู้จักบริหาร เรื่องเวลาได้เป็นอย่างดี	4.33	0.62	มาก
<b>เฉลี่ยรวมด้านที่ 2</b>	<b>4.28</b>	<b>0.66</b>	<b>มาก</b>
<b>3. ด้านการวัดและประเมินผล</b>			
3.1 การวัดและประเมินมีการประเมินผลการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม	4.48	0.70	มาก
3.2 มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน	4.30	0.61	มาก
3.3 ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและกลุ่ม	4.44	0.64	มาก
<b>เฉลี่ยรวมด้านที่ 3</b>	<b>4.40</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>
<b>สรุปเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน</b>	<b>4.36</b>	<b>0.65</b>	<b>มาก</b>

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล ตารางที่ 12 พบว่า ภาพรวมความพึงใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ต่อ การจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ สรุปเฉลี่ยรวมทั้ง 3 ด้าน มีค่าเฉลี่ย 4.36 ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามข้อสมมติฐานข้อ 3 เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน ได้แก่ ด้านที่ 1 ด้านครูผู้สอน มีค่าเฉลี่ย 4.56 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.62 อยู่ในระดับมากที่สุด ด้านที่ 2 ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีค่าเฉลี่ย 4.28 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.66 อยู่ในระดับมาก และด้านที่ 3 ด้านการวัดและประเมินผล มีค่าเฉลี่ย 4.40 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน 0.65 อยู่ในระดับมาก เมื่อพิจารณาหัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุด ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าในการเรียนการสอนมากขึ้น ส่วนหัวข้อที่นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุด ได้แก่ การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนเป็นคนที่มีความคิดเห็นของตัวเอง แต่หากจะพิจารณาแต่ละด้าน พบว่าด้านครูผู้สอน นักเรียนพึงพอใจเรื่อง ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจนและครูให้คำปรึกษา แนะนำ และดูแลนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์อย่างทั่วถึง มากที่สุด, ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าในการเรียนการสอนมากขึ้น มากที่สุด และด้านการวัดและประเมินผล นักเรียนพึงพอใจ เรื่อง การวัดและประเมินมีการประเมินผลการเรียนของนักเรียน เป็นรายบุคคลและรายกลุ่มมาก





## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สามารถสรุปผลการวิจัย ตามลำดับได้ดังนี้

#### วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
2. เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หลังเรียนเทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 70
3. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

#### สมมติฐานของการศึกษา

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนการสอนเรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ หลังเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70
3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม มีความพึงพอใจในการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ อยู่ในระดับมาก

## วิธีดำเนินการวิจัย

### ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

**ประชากร**ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษามัธยมศึกษาเขต 11 จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 3 ห้องเรียน มีนักเรียนทั้งหมด 50 คน

**กลุ่มตัวอย่าง**ที่ใช้ในการวิจัย คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 จำนวน 27 คน ซึ่งได้มาจากการเลือกแบบเจาะจง (Purposive Sampling) เนื่องจากเป็นนักเรียนในความรับผิดชอบของผู้วิจัย

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ดำเนินการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2563 โดยทำการจัดการเรียนรู้เป็นเวลา 10 สัปดาห์ สัปดาห์ละ 2 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 20 คาบ 10 แผนการจัดการเรียนรู้ (ไม่รวมสอบก่อนเรียนและหลังเรียน) ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ ได้มีการจัดการเรียนการสอนในชั้นเรียนปกติ เนื่องจากโรงเรียนที่ทำการวิจัยได้มีการจัดการเรียนการสอนตามปกติ

### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ซึ่งเป็นเนื้อหาที่ระบุไว้ใน สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต จากบทเรียนคณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี กระทรวงศึกษาธิการ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) เรื่องลำดับและอนุกรม ประกอบด้วย 1. ลำดับ 2. ลำดับเลขคณิต 3. ลำดับเรขาคณิต 4. อนุกรมเลขคณิต 5. อนุกรมเรขาคณิต

### เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์
2. แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม จำนวน 2 ฉบับ ใช้ทั้งทดสอบก่อนเรียน (pretest) และหลังเรียน (posttest) ในแต่ละบท โดยเป็นข้อสอบปรนัย ชนิด 4 ตัวเลือก
3. แบบประเมินความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### วิธีดำเนินการวิจัย

ผู้วิจัยได้ดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนี้

1. ขอความร่วมมือกับทางโรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม อำเภอสวี จังหวัดชุมพร ที่ผู้วิจัยใช้เป็นกลุ่มตัวอย่างในการศึกษาค้นคว้าในครั้งนี้ ผู้วิจัยจะดำเนินการสอนด้วยตนเอง โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5
2. ดำเนินการทดสอบก่อนเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ใช้เวลา 1 ชั่วโมง
3. ดำเนินการจัดการเรียนรู้ตามแผนการจัดการเรียนการสอนที่สร้างขึ้น โดยทดลองสอนทั้งหมด 20 คาบ คาบละ 1 ชั่วโมง
4. หลังการจัดการเรียนการสอน ผู้วิจัยดำเนินการทดสอบหลังเรียน โดยใช้แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น และพัฒนาขึ้น โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง ซึ่งเป็นฉบับเดียวกับที่ใช้ทดสอบก่อนเรียน
5. ตรวจสอบให้คะแนนแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนทางคณิตศาสตร์ แล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์โดยใช้วิธีทางสถิติเพื่อการทดสอบสมมติฐาน

### การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ก่อนเรียน และหลังเรียน แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยใช้สถิติ  $t$  - test for dependent sample
2. เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคด้วยจิ๊กซอว์เทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้สถิติ  $t$  - test for one sample
3. ศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการเรียนคณิตศาสตร์ โดยใช้แบบประเมินความพึงพอใจที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น จากนั้นนำมาวิเคราะห์เพื่อหาค่าเฉลี่ย, ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน โดยใช้ทำการวิเคราะห์เป็นรายข้อ และภาพรวม

## สรุปผลการวิจัย

จากผลการวิจัยพบว่า

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1
2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 19.07 คิดเป็นร้อยละ 76.28 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2
3. ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3

## อภิปรายผลการวิจัย

จากการศึกษาการพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 สามารถอภิปรายผลการศึกษาค้นคว้าได้ ดังนี้

1. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ นั้นเป็นการเรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่ม โดยสมาชิกแต่ละคนภายในกลุ่มจะมีการระบุหน้าที่ความรับผิดชอบอย่างชัดเจน แต่ละคนต้องออกไปศึกษาในหัวข้อที่ตนเองได้รับมอบหมายแล้วกลับมาสอนเพื่อนๆ ในกลุ่ม เพื่อทำคะแนนกลุ่มให้ได้สูงที่สุดและจะมีรางวัลจากครูเป็นการเสริมแรง ทุกคนจึงมีเป้าหมายเดียวกันในกลุ่ม การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ จึงจำเป็นมากในการช่วยเหลือกันในกลุ่มและจะต้องพึ่งพาอาศัยกัน ทุกคนจึงมีความสำคัญกับกลุ่มอย่างขาดไม่ได้เหมือนเป็นการต่อภาพจิ๊กซอว์ สอดคล้องกับ สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2545 : 177 – 180) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นกระบวนการเรียนรู้ที่ใช้แนวคิดต่อภาพ โดยแบ่งนักเรียนเป็นกลุ่ม ทุกกลุ่มจะได้รับมอบหมายให้ทำกิจกรรมเดียวกัน ผู้สอนจะแบ่งเนื้อหาของเรื่องที่จะให้นักเรียนรู้ออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกแต่ละกลุ่มและมอบหมายให้นักเรียนแต่ละกลุ่มศึกษาค้นคว้าคนละหัวข้อ ซึ่งนักเรียนแต่ละคนจะเป็นผู้เชี่ยวชาญเฉพาะเรื่องที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาจากกลุ่ม สมาชิกต่างกลุ่มที่ได้รับมอบหมายในหัวข้อเดียวกันก็จะทำการศึกษาค้นคว้าร่วมกัน จากนั้นนักเรียนแต่ละคนจะกลับเข้ากลุ่มเดิมของตนเพื่อทำหน้าที่เป็นผู้เชี่ยวชาญอธิบายความรู้เนื้อหาสาระที่ตนได้ศึกษาให้เพื่อนร่วมกลุ่มฟัง เพื่อให้สมาชิกทั้งกลุ่มได้รู้เนื้อหาสาระครบทุกหัวข้อย่อย และเกิดการเรียนรู้เนื้อหาสาระทั้งหมด

1.2 กระบวนการเรียนการสอน ประกอบด้วย 3 ขั้นตอน คือ ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน ขั้นดำเนินการทำกิจกรรม และขั้นสรุป ซึ่งขั้นดำเนินการทำกิจกรรมประกอบด้วยขั้นตอนการจัดกิจกรรมย่อย ดังนี้

ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน โดยกำหนดขนาดของกลุ่มตามจำนวนหัวข้อย่อยในแต่ละคาบเรียน กลุ่มละ 3 คน และจัดนักเรียนเข้ากลุ่มบ้าน (Home group) ซึ่งจะได้นักเรียนที่ความสามารถต่างกัน (เก่ง ปานกลาง อ่อน)

ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน ครูแบ่งเนื้อหาที่จะเรียนออกเป็นหัวข้อย่อยเท่ากับจำนวนสมาชิกในกลุ่มบ้าน ให้สมาชิกแต่ละคนรับผิดชอบเนื้อหาหัวข้อย่อยไปศึกษาค้นคว้าคนละ 1 หัวข้อ

ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้า โดยสมาชิกในกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับสมาชิกกลุ่มอื่นที่ได้รับมอบหมายให้ศึกษาหัวข้อเดียวกัน มารวมกันเป็นกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ (Expert group) เพื่อศึกษาหาความรู้จากสื่อ เอกสาร ใบงาน และใบความรู้ และเตรียมการถ่ายทอดความรู้ต่อสมาชิกกลุ่มบ้าน ซึ่งสอดคล้องกับฮิลการ์ด (Hilgard, 1967: 328) ซึ่งกล่าวไว้ว่า การที่นักเรียนได้เรียนเป็นกลุ่มจะสามารถใช้พลังกลุ่มเป็นสิ่งผลักดันให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ โดยที่นักเรียนเก่งจะเป็นผู้ช่วยเหลือนักเรียนที่อ่อนในกลุ่มของตน เพื่อเป้าหมายและความสำเร็จของกลุ่ม นอกจากนี้นักเรียนยังมีความกระตือรือร้นในการทำใบงาน นักเรียนสามารถดูแลได้ทันทีที่สมาชิกภายในกลุ่มทำงานสำเร็จ ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ยุพิน พิพิธกุล (2530 : 88) ที่กล่าวว่ากิจกรรมที่ผู้เรียนได้มีโอกาสทราบผลได้อย่างชัดเจนในทันทีทันใดนั้น เป็นการเสริมแรงให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนรู้เป็นอย่างดี

ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้ สมาชิกกลุ่มผู้เชี่ยวชาญกลับไปยังกลุ่มบ้านของตนแล้วผลัดกันถ่ายทอดความรู้ให้เพื่อนในกลุ่มจนทุกคนในกลุ่มเข้าใจ สมาชิกในกลุ่มร่วมกันอภิปรายและซักถาม เนื่องจากวัยของนักเรียนเป็นวัยที่ใกล้เคียงกันมากกว่าวัยของนักเรียนกับครู ทำให้ภาษาที่นักเรียนใช้พูดสื่อสารกันนั้น สื่อความเข้าใจได้ดีเหมาะสม (Young, 1972: 603)

ขั้นที่ 5 ทดสอบความรู้ ทุกคนทำแบบทดสอบ ให้คะแนนรายบุคคลแล้วนำคะแนนทุกคนในกลุ่มบ้านมารวมกันเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนสูงสุดได้รับรางวัล ในขั้นตอนนี้การที่นักเรียนทราบว่าคะแนนของตนจะส่งผลต่อคะแนนของกลุ่ม ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและการร่วมกิจกรรมมากขึ้น ซึ่งผลการวิจัยสอดคล้องกับงานวิจัยของลินด์ควิสต์ และ อับราฮัม (Lindquist; & Abraham, 1996: 113 – 121) ที่พบว่า การที่กลุ่มตัวอย่างทราบว่าคะแนนของตนส่งผลให้คะแนนของกลุ่มสูงขึ้นหรือลดลง ทำให้นักเรียนในกลุ่มมีความตั้งใจในการเรียน และทำแบบทดสอบมากขึ้น อันทำให้ผลสัมฤทธิ์ในการเรียนของกลุ่มตัวอย่างสูงขึ้นหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

งานวิจัย	คะแนน ก่อน เรียน ร้อยละ	คะแนน หลังเรียน ร้อยละ	การเปลี่ยนแปลง	จำนวน นักเรียน
สมคิด ทะกัน ชื่อวิจัยเรื่อง การจัดกิจกรรมการ เรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการ สื่อสาร การสื่อความหมายทาง คณิตศาสตร์ และการนำเสนอโดยใช้ เทคนิคจิ๊กซอว์ II ของนักเรียนชั้น มัธยมศึกษาปีที่ 1	คะแนน เฉลี่ย ก่อน เรียนเป็น 12.60 คิดเป็น ร้อยละ 42.00	คะแนน เฉลี่ยหลัง เรียนเป็น 24.05 คิดเป็น ร้อยละ 80.17	คะแนนเฉลี่ยหลัง เรียนสูงกว่าคะแนน เฉลี่ยก่อนเรียนและ สูงกว่าเกณฑ์ที่ โรงเรียนกำหนดไว้ ร้อยละ 65.00 เป็นไปตาม สมมติฐานการวิจัย	20 คน
จิตรลดา จิตรกุล ชื่อวิจัยเรื่อง การเปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐานอาชีพเรื่องพื้นที่ และปริมาตร โดยวิธีการเรียนรู้ แบบจิ๊กซอว์ (JIGSAW) กับการสอนตามปกติ	คะแนน ก่อน เรียน เฉลี่ยอยู่ ที่ 17.85 คะแนน	มีคะแนน หลังเรียน เฉลี่ยอยู่ที่ 23.04 คะแนน	คะแนนเฉลี่ย หลังเรียนสูง กว่าคะแนนเฉลี่ย ก่อนเรียนการ เปรียบเทียบ ผลสัมฤทธิ์ทางการ เรียนวิชา คณิตศาสตร์พื้นฐาน อาชีพเรื่อง พื้นที่ และปริมาตรโดย วิธีการเรียนรู้แบบจิก ซอว์ ( JIGSAW) กับการสอนตามปกติ	33 คน

ตารางที่ 13 เปรียบเทียบงานวิจัยเกี่ยวกับการใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ (ต่อ)

งานวิจัย	คะแนน ก่อน เรียน ร้อยละ	คะแนน หลังเรียน ร้อยละ	การเปลี่ยนแปลง	จำนวน นักเรียน
วิฑูรย์ แก้วสม ชื่อวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ประกอบ หนังสืออิเล็กทรอนิกส์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และ ความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ วิชาคอมพิวเตอร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6	คะแนน เฉลี่ย ก่อน เรียน เท่ากับ 13.53	คะแนน เฉลี่ยหลัง เรียน เท่ากับ 22.83	นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนหลัง เรียนสูงกว่าก่อน เรียน อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .05	30 คน
รัชนี ทาเหล็ก ชื่อวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบ ร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้น ขนาน ที่มีต่อความสามารถในการคิด วิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา ปีที่ 2	คะแนน เฉลี่ย ก่อน เรียน เท่ากับ 7.25	คะแนน เฉลี่ยหลัง เรียน เท่ากับ 14.16	ความสามารถในการ วิเคราะห์ของ นักเรียนหลังได้รับ การจัดการเรียนรู้ สูงกว่าก่อนได้รับการ จัดการเรียนรู้ อย่างมี นัยสำคัญทางสถิติที่ ระดับ .01	32 คน

จากตารางที่ 13 แสดงให้เห็นว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์  
ของผู้วิจัยในครั้งนี้ ได้ผลที่สอดคล้องกับงานวิจัยอื่นในตารางที่ 13 ถึงแม้ว่าระดับการศึกษาที่ใช้กลุ่ม  
ทดลองจะมีความแตกต่างกัน โดยในตารางที่ 13 มีกลุ่มทดลองตั้งแต่ระดับการศึกษาชั้นประถมศึกษา  
ปีที่ 6 จนถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 – 5 แต่ก็ทำให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนไปในทิศทางเดียวกัน  
สามารถส่งเสริมการเรียนรู้ มีความสามารถในการคิดวิเคราะห์ และการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วย  
เทคนิคจิ๊กซอว์ช่วยให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนสูงขึ้น

2. ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้มีคะแนนเฉลี่ย 19.07 คิดเป็นร้อยละ 76.28 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เป็นวิธีสอนแบบหนึ่งที่กำหนดให้นักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน ทำงานร่วมกัน เป็นกลุ่มเล็กๆ สลาวิน (Slavin. 1990 : 71 – 82) กล่าวว่า ลักษณะเด่นของการเรียนแบบนี้ คือ เน้นทักษะการคิด การร่วมมือร่วมแรงกันระหว่างสมาชิกทุกคน สมาชิกแต่ละคนมีหน้าที่และความรับผิดชอบที่จะเรียนรู้กระบวนการแก้ปัญหาและเนื้อหาที่ร่วมกันทำ เพราะถ้าครูเรียกให้สมาชิกคนใดคนหนึ่งตอบหรืออธิบายกระบวนการแก้ปัญหา สมาชิกผู้นั้นต้องสามารถอธิบายได้ การเรียนแบบนี้สมาชิกทุกคนต้องรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ที่ครูสอนและช่วยสอนเพื่อนได้ เพื่อจะได้รับความสำเร็จร่วมกัน ศศิธร ช่วยสงค์ (2551 : 57) กล่าวว่า การจัดรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบจิ๊กซอว์นั้น เป็นการจัดการเรียนรู้แบบการจัดประสบการณ์การเรียนรู้ นักเรียนจะถูกมอบหมายไปหาประสบการณ์นอกกลุ่มแล้วกลับมาที่กลุ่ม เพื่อถ่ายทอดประสบการณ์ โดยทุกคนจะมีส่วนร่วมในการเรียนรู้จนถึงความสำเร็จของกลุ่ม นักเรียนจะมีความแลกเปลี่ยนความคิดเห็นและช่วยเหลือซึ่งกันและกัน นักเรียนมีความสุขที่จะเรียนเพราะเพื่อนให้ความช่วยเหลือ เกิดความภูมิใจกับการมีส่วนร่วมในกลุ่ม และผู้สอนได้สร้างแรงจูงใจโดยเสริมแรงด้วยการชมเชย หรือมอบรางวัลกลุ่มที่ชนะเลิศ ทำให้นักเรียนเกิดความตั้งใจและพยายามทำงานให้สำเร็จ จึงส่งผลให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนที่เพิ่มขึ้น

3. ภาพรวมความพึงพอใจของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ย 4.36 คะแนน ซึ่งอยู่ในระดับมาก ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 3 ทั้งนี้ อาจเนื่องมาจากเหตุผลดังนี้

แผนการเรียนการสอนต่างๆ ที่ได้ผ่านการพิจารณา และแก้ไขจากผู้เชี่ยวชาญ ทำให้บทเรียนมีความเหมาะสมกับนักเรียน และการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในการเรียนตามแผนการสอน การมีสื่อในการเรียนการสอน ซึ่งสอดคล้องกับการสร้างความสนใจในการเรียนเพื่อสร้างความพึงพอใจให้กับนักเรียนของ วีระพงศ์ ล่องลอย (2552) ที่ได้กล่าวว่า การใช้สื่อการสอนประกอบ การเรียนรู้ที่ดีนั้นควรจะให้ผู้เรียนได้ใช้ประสาทสัมผัสหลายๆ อย่าง เช่น ฟัง พูด เขียน การนำสื่อการเรียนเข้ามาใช้ก็เพื่อที่จะทำให้ผู้เรียนสนใจเรียนและเข้าใจบทเรียนดีขึ้น จึงส่งผลให้ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนดีขึ้น นักเรียนเกิดความพึงพอใจ เกิดทัศนคติที่ดีในการเรียน และสอดคล้องกับปริญญา สองสีดา (2550: 31) ที่กล่าวถึงสาเหตุที่ทำให้เกิดปัญหาต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ว่ามีหลายประการซึ่งต่างก็ต้องร่วมกันแก้ไขปัญหา แต่สาเหตุหลักคือ ครูผู้สอน ดังนั้น หากครูมีการเตรียมการสอนที่ดี ใช้สื่อการสอนที่ทันสมัยและหลากหลาย ก็จะทำให้นักเรียน



ขอวิชาคณิตศาสตร์ จึงส่งผลให้นักเรียนตั้งใจเรียนวิชาคณิตศาสตร์มากขึ้น และมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะจากการวิจัย

1.1 ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ควรอธิบายรูปแบบวิธีการจัดการเรียนรู้ให้นักเรียนเข้าใจบทบาทและหน้าที่ของตนเองก่อน เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปตามแผนที่วางไว้

1.2 ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ครูต้องให้คำแนะนำและเอาใจใส่นักเรียนอย่างใกล้ชิด คอยตั้งคำถามเพื่อช่วยกระตุ้นให้เกิดทักษะการคิด

1.3 ในการแบ่งหัวข้อที่จะให้นักเรียนศึกษาเนื้อหาควรมีลักษณะที่คล้ายคลึงกัน ไปในทิศทางเดียวกัน

1.4 จากผลการวิจัยพบว่าผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน และสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ดังนั้น ผู้สอนต้องวางแผนการจัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### 2. ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมีการนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เปรียบเทียบกับวิธีการสอนในรูปแบบอื่นๆ

2.2 ควรมีการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 เทียบกับเกณฑ์ร้อยละ 80

## รายการอ้างอิง

- Johnson, D. W., & R T,. (1 9 9 4 ). **Making Cooperative Learnind Work: Lawrence Erlbaum Associates Taylor and Francis Group**, pp. 55-59, accessed December 16, 2016, <http://www.jstor.org/stable/1477225>.
- Likert, Rensis. (1 9 6 7 ). **The Method of Constructing and Attitude Scale**. Fishbeic, Matin, Ed. New York : Wiley & Son.
- Slavin, R. E. (1 9 8 6 ). “ Cooperative Learning and Cooperative School.” **Educational Leadership**, 45(3), 7-13.
- กชกร เป้าสุวรรณ และคณะ. (2550). **รายงานการวิจัยเรื่อง ความคาดหวังและความพึงพอใจต่อการมาศึกษาต่อที่มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต ศูนย์พิษณุโลก**. กรุงเทพฯ: สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนดุสิต.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2545). **หลักสูตรขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2544**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์คุรุสภาลาดพร้าว.
- \_\_\_\_\_. (2551). **ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์องค์การรับส่งสินค้าและพัสดุภัณฑ์.
- \_\_\_\_\_. (2552). **รายงานการวิจัยสภาพปัญหาและแนวทางแก้ปัญหาการจัดการเรียนการสอนที่ส่งผลต่อการพัฒนาคุณภาพผู้เรียนในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กระทรวงศึกษาธิการ. กรมวิชาการ. (2550). **หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551**. กรุงเทพฯ: กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ.
- กาญจนา อรุณสุขรุจี. (2546). “ความพึงพอใจของสมาชิกสหกรณ์ต่อการดำเนินงานของสหกรณ์การเกษตรไชยปราการจำกัด อำเภอไชยปราการจังหวัดเชียงใหม่.” **วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาส่งเสริมการเกษตร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่**.
- ฉันท ชาติทอง. (2551). **การออกแบบการสอนและบูรณาการ**. นครปฐม: เพชรเกษมการพิมพ์.
- จรัสพงษ์ ศีกสงคราม. (2560). “การพัฒนาแบบฝึกทักษะเรื่อง ลำดับและอนุกรม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนพุลเจริญวิทยาคม.” **วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา มหาวิทยาลัยรามคำแหง**.
- จันทร์พอง รุ่งฤทธิ์ประภากร. (2553). “ผลการสอนแบบสาธิตโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ II ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์

ทางการเรียน และความสามารถในการประดิษฐ์ดอกไม้ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 3.”  
วิทยานิพนธ์ครุศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการจัดการหลักสูตรและการเรียนรู้ มหาวิทยาลัย  
ราชภัฏนครสวรรค์.

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. พิมพ์ครั้งที่ 2.  
กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตโปรดักชั่น.

ทิวต์ถ์ มณีโชติ. (2549). การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน. กรุงเทพฯ:  
ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.

ทิตินา แคมมณี. (2554). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย. พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ:  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

เนตรนารี ไพโรจน์พิริยะกุล และคณะ. (2556). “ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ  
และอนุกรมโดยใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์และ  
ความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเทศบาลเพชรวิทย์  
จังหวัดตาก.” วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร.

บุญชม ศรีสะอาด. (2553). วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.

ปริญญา สองสีดา. (2550). “ผลการจัดการเรียนการสอนแบบ 4MAT เรื่องทศนิยม และเศษส่วน ที่มีต่อ  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และทักษะการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 1.” ปริญญานิพนธ์ กศ.ม. สาขาการมัธยมศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัย  
ศรีนครินทรวิโรฒ.

พวงรัตน์ ทวีรัตน์. (2543). วิธีการวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 7.  
กรุงเทพฯ : สำนักทดสอบทางการศึกษาและจิตวิทยา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

พิชิต ฤทธิ์จรูญ. (2545). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ : แฮร์ส ออฟ  
เคอร์มิสท์.

\_\_\_\_\_. (2556). หลักการวัดและประเมินผลการศึกษา. พิมพ์ครั้งที่ 8. กรุงเทพฯ:แฮร์ส ออฟ เคอร์มิสท์.

มัทนา ประชีพนาย. (2561). “การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6  
โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย สระบุรี เรื่อง ลำดับและอนุกรม จากการใช้แบบฝึกทักษะที่เน้น  
กระบวนการคิดวิเคราะห์.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์ศึกษา  
มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

มาเรียม นิลพันธุ์. (2549). วิธีวิจัยทางพฤติกรรมศาสตร์และสังคมศาสตร์. พิมพ์ครั้งที่ 2. นครปฐม:  
โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยศิลปากร.

ยุพิน พิพิธกุล. (2530). การสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: ภาควิชาการมัธยมศึกษาคณะครุศาสตร์  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ยุพิน พิพิธกุล. (2554). "แผนการจัดการเรียนรู้" **วารสารคณิตศาสตร์** 56, 632-634 (พฤษภาคม-กรกฎาคม): 3-23.
- เยาวดี วิบูลย์ศรี. (2540). **การวัดผลและการสร้างแบบสอบสัมฤทธิ์**. กรุงเทพฯ : จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- รัชนี ทาเหล็ก. (2556). "ผลการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง เส้นขนานที่มีต่อความสามารถในการคิดวิเคราะห์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2." สารนิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต สาขาการมัธยมศึกษา มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ. (2540). **เทคนิคการสร้างและข้อสอบความถนัดทางการเรียน**. กรุงเทพฯ : ชมรมเด็ก.
- \_\_\_\_\_. (2543). **เทคนิคการวิจัยทางการศึกษา**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น.
- วาโร เพ็งสวัสดิ์. (2550). "ปัจจัยทางการบริหารบางประการที่มีอิทธิพลต่อความเป็นองค์การแห่งการเรียนรู้ของโรงเรียนขนาดเล็กในประเทศไทย." **วารสารวิทยบริการ**, 18(1): 1-8.
- วิจิตรา บังกิโล และ ดร. ชาญณรงค์ เฮียงราช. (2556). "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์และเทคนิคระดมสมองที่ส่งเสริมความสามารถในการคิดขั้นสูงเรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." **วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น**.
- วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2545). **เอกสารประกอบการสอนวิชา 0506703 พัฒนาการเรียนการสอน**. มหาสารคาม: มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.
- วิรุฬ พรรณเทวี. (2542). "ความพึงพอใจของประชาชนต่อการให้บริการของหน่วยงานกระทรวงมหาดไทยในอำเภอเมืองจังหวัดแม่ฮ่องสอน." วิทยานพนธ์ปริญญาศึกษาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาการบริหารการศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเชียงใหม่.
- วีระพงศ์ ล่องลอย. (2552). **ทักษะการเร้าความสนใจ**. เข้าถึงเมื่อ 24 ธันวาคม 2562. เข้าถึงได้จาก <https://www.gotoknow.org/posts/253801>.
- ศราวดี พรภูเขียว. (2555). "การพัฒนารูปแบบการสอนคณิตศาสตร์เพื่อส่งเสริมความสามารถในการคิดวิเคราะห์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5." โรงเรียนเพชรวิทยาคาร จังหวัดชัยภูมิ.
- ศศิธร ช่วยสงค์. (2551). "การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนกลุ่มสาระการเรียนรู้ภาษาไทย และทักษะการคิดพื้นฐานของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือโดยใช้เทคนิคจิ๊กซอว์ (JIGSAW) กับแบบปกติ." วิทยานิพนธ์ ค.ม. สาขาการศึกษาและการสอน นครศรีธรรมราช มหาวิทยาลัยราชภัฏนครศรีธรรมราช (สำเนา).
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). **คู่มือการจัดการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้ คณิตศาสตร์**. กรุงเทพฯ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี.

สาวิตรี เถาว์โท. (2561). “ผลของการจัดประสบการณ์การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์และเทคนิค LT ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและทักษะการทำงานกลุ่ม ในรายวิชาการออกแบบและการจัดการเรียนรู้ในชั้นเรียน สำหรับนักศึกษาระดับปริญญาตรีมหาวิทยาลัยนครพนม.”  
วารสารศิลปการศึกษาศาสตร์วิจัย มหาวิทยาลัยนครพนม.

สาวิตรี โรจนะสมิต. (2553). **โครงการผลิตนักวิจัยพัฒนาด้านการเรียนการสอนวิทยาศาสตร์**. กรุงเทพฯ: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สำนักงานคณะกรรมการพัฒนาการเศรษฐกิจ และสังคมแห่งชาติ. (2550). **แผนพัฒนาสุขภาพแห่งชาติ ในช่วงแผนพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมแห่งชาติ ฉบับที่ 10 (พ.ศ.2550-2554)**. กรุงเทพฯ: สำนักพัฒนาสังคมและคุณภาพชีวิต.

สุคนธ์ สินธพานนท์ และคนอื่น ๆ. (2545). **การจัดกระบวนการเรียนรู้ : เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญตามหลักสูตรการศึกษาขั้นพื้นฐาน**. พิมพ์ครั้งที่ 2. นนทบุรี: ไทยร่มเกล้า.

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ. (2545ก). **19 วิธีการจัดการเรียนรู้ : เพื่อพัฒนาความรู้และทักษะ**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

\_\_\_\_\_. (2545ข). **วิธีจัดการเรียนรู้ : เพื่อเพิ่มกระบวนการคิด**. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.

อิสริย์ น้อยมิ่ง. (2557). “การศึกษาผลสัมฤทธิ์การเรียน เรื่อง การสร้างคำในภาษาไทยของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่จัดการเรียนรู้ด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ร่วมกับบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดีย.” วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาหลักสูตรและวิธีสอน มหาวิทยาลัยศิลปากร.

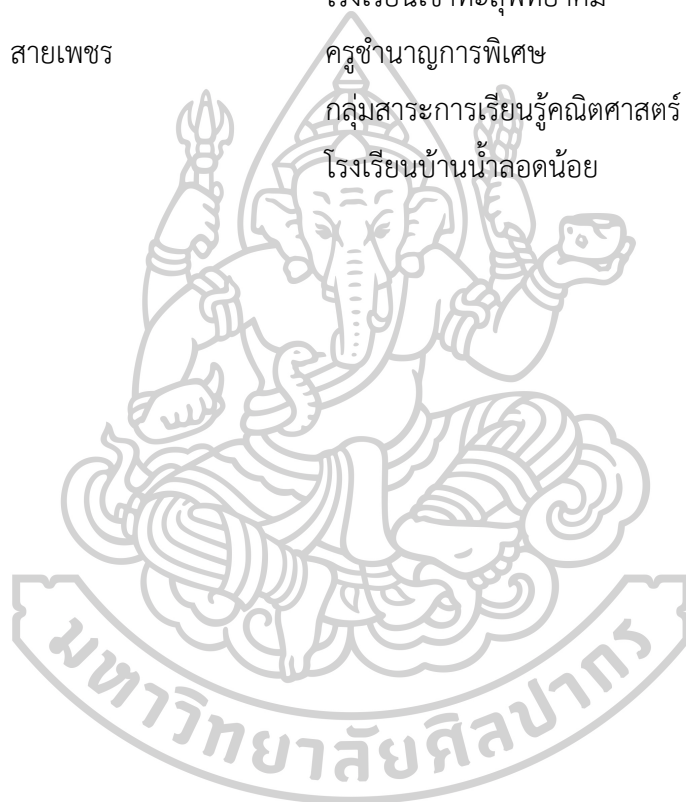


ภาคผนวก



### ชื่อผู้เชี่ยวชาญที่ตรวจเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ประกอบด้วย

- |                           |  |
|---------------------------|--|
| 1. อาจารย์แก้วตา เจื่อนาค | ภาควิชาคณิตศาสตร์<br>มหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม   |
| 2. นางสาวศิริอร คล้ายสกุล | ครูชำนาญการพิเศษ<br>กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์<br>(หลักสูตรและการสอน)<br>โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม |
| 3. นางสุภาพร สายเพชร      | ครูชำนาญการพิเศษ<br>กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์<br>โรงเรียนบ้านน้ำลดน้อย                          |







ที่ อว 8606 (ทศ)/3870  
↘



บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เรียน ผู้อำนวยการ โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม

ด้วย นางสาวกาญจนา สมนรัมย์ รหัสประจำตัว 60316317 นักศึกษาระดับปริญญาโท มหาวิทยาลัยศิลปากร สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรมโดยใช้การจัดการเรียนรู้ร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม " มีความประสงค์จะขอเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร จึงขอความอนุเคราะห์จากท่าน โปรดแจ้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5/1 ทราบ เพื่อขอความร่วมมือในการเก็บรวบรวมข้อมูลให้แก่ นักศึกษาดังกล่าวด้วย

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากจ้อย )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย  
รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร. 034-218790



ที่ อว 8606/๒๕๖๓/๓๕๖๖

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน อาจารย์แก้วดา เขื่อนาค

ด้วย นางสาวกาญจนา สนรัมย์ รหัสประจำตัว 60316317 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชา คณิตศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ใน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาชะอุ่มพิทยาคม "

ในกรณีนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ  
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากสู้อ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร. 034-218790



ที่ อว 8606/เขตฯ/3867

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสาวศิริอร คล้ายสกุล

ด้วย นางสาวกาญจนา สมนรัมย์ รหัสประจำตัว 60316317 นักศึกษาระดับปริญญาโท สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร. อธิกมาส มากสู้อย )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790



ที่ ฮว 8606 (๒๖๓) / 3๕๖๕

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร  
พระราชวังสนามจันทร์  
เชียงใหม่ จ.นครปฐม 73000

17 มิถุนายน 2563

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัย

เรียน นางสุภาพร สายเพชร

ด้วย นางสาวกาญจนา สมนรัมย์ รหัสประจำตัว 60316317 นักศึกษาระดับปริญญาโทบัณฑิต  
สาขาวิชา ศึกษาศาสตร์ศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร กำลังทำวิทยานิพนธ์ เรื่อง " การพัฒนา  
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง สี่เหลี่ยมและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้ร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ ใน  
ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาชะภาวิทยาคม "

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยศิลปากร มีความประสงค์ ขอเรียนเชิญท่านในฐานะผู้เชี่ยวชาญ  
เป็นผู้ตรวจคุณภาพเครื่องมือวิจัยให้กับนักศึกษาดังกล่าว เพื่อประกอบการทำวิทยานิพนธ์

จึงเรียนมาเพื่อโปรดให้ความอนุเคราะห์ จักขอบพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

( อาจารย์ ดร.อิทธิมาศ มากซ้อ )

รองคณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ฝ่ายวิชาการและวิจัย

รักษาการแทน คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

สำนักงานบัณฑิตวิทยาลัย  
นครปฐม โทร.034-218790



ภาคผนวก ค  
แผนการจัดการเรียนรู้

มหาวิทยาลัยศิลปากร

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค32101 จำนวน 1.0 หน่วยกิต  
 หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
 เรื่อง ลำดับ (1) จำนวน 2 ชั่วโมง  
 ครูผู้สอน นางสาวกาญจนา สนมรัมย์ วันที่ใช้สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

\*\*\*\*\*

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

#### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม.5/2 เข้าใจความหมายของลำดับและหาพจน์ทั่วไปของลำดับจำกัด

#### สาระการเรียนรู้

ความหมายของลำดับ  
 การเขียนลำดับ  
 การหาพจน์ถัดไปของลำดับ

#### สาระสำคัญ

ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก  $n$  ตัวแรก หรือ ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวกที่เรียงจากน้อยไปมาก โดยเริ่มตั้งแต่ 1 ลำดับที่มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, \dots, n\}$  เรียกว่าลำดับจำกัด (finite Sequence) และลำดับที่มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, \dots\}$  เรียกว่าลำดับอนันต์ (infinite Sequence)

การเขียนลำดับ เขียนได้ 2 วิธี ดังนี้

1. เขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ คือ เขียนเฉพาะค่าสมาชิกของเรนจ์หรือสมาชิกตัวหลังของคู่อันดับเรียงกันไป เช่น 3, 6, 9, 12 หรือ 20, 40, 80, 160, ...

2. เขียนลำดับในรูปพจน์ทั่วไป คือ การเขียนในรูปฟังก์ชันพร้อมทั้งระบุสมาชิกในโดเมน เช่น  $a_n = 2n + 3$ ,  $n = \{1, 2, 3, 4, 5\}$ ,  $a_n = 3^{n-1}$

การหาพจน์ถัดไปของลำดับแบบแจกแจงพจน์

หลักการ จากลำดับแบบแจกแจงพจน์ที่กำหนดให้ ต้องทำการหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพจน์ในลำดับ

1. จากพจน์ที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 2
2. จากพจน์ที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 3 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกพจน์ในลำดับ
3. พจน์ถัดไปในลำดับก็จะเปลี่ยนแปลงค่าในลักษณะเดียวกัน

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับได้ (K)
2. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ได้ (K)
3. นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ได้ (P)
4. นักเรียนสามารถหาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดให้ได้ (P)
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม (A)

### สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อความหมาย
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

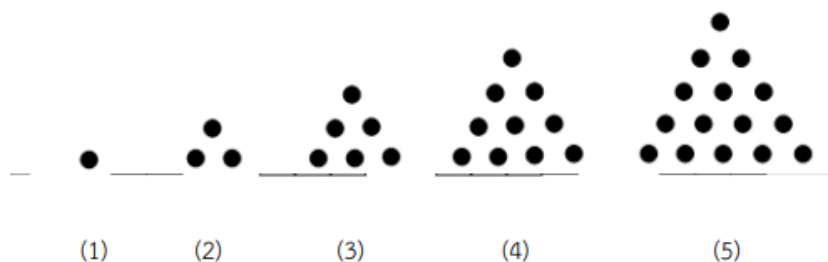
1. มุ่งมั่นในการทำงาน

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นกิจกรรมเข้าสู่บทเรียน (เวลา 5 นาที)

1. แจกจุดประสงค์การเรียนรู้ให้นักเรียนทราบ เมื่อเรียนจบตามแผนการจัดการเรียนรู้แล้ว นักเรียนจะสามารถบอกความหมายของลำดับ ลำดับจำกัด และลำดับอนันต์ได้ เขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ได้
2. ครูให้นักเรียนพิจารณาความสัมพันธ์ของแบบรูปบนกระดาน





จากนั้นครูถามนักเรียนข้างต้นว่า จากแบบรูปข้างต้นพบว่า ลำดับของรูปและจำนวนจุดในรูป มีความสัมพันธ์กันอย่างไรจากรูปที่ครูกำหนดให้

**ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน** โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เท่าๆ กัน แล้วให้นักเรียนนั่งรวมกันหรือใกล้ๆ กัน แล้วเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”
2. ในกลุ่มบ้านให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในแต่ละคนว่าใครจะเป็นหัวหน้ากลุ่ม เลขๆ และสมาชิกกลุ่ม
3. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะให้ไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้กับนักเรียนแต่ละคนทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง

### ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน (เวลา 5 นาที)

1. ครูให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้หัวข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน โดยกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”

#### 2. ครูมอบหมายงาน

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของลำดับ จะต้องเข้าใจและสรุปประเด็นได้

ดังนี้

- ลำดับ หมายถึง ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก  $n$  ตัวแรก หรือ ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวกที่เรียงจากน้อยไปมาก โดยเริ่มตั้งแต่ 1
  - ลำดับแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท คือ ลำดับจำกัดและลำดับอนันต์
- ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การเขียนลำดับ จะต้องเข้าใจและสรุปประเด็นได้ดังนี้
- ในการเขียนลำดับใดๆ โดยทั่วไปนิยมเขียนได้ 2 แบบ คือ
    1. การเขียนลำดับแบบแจกพจน์
    2. การเขียนลำดับแบบพจน์ทั่วไป

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ถัดไปของลำดับ จะต้องเข้าใจและสรุปประเด็นได้ดังนี้

- การหาพจน์ถัดไปของลำดับแบบแจกแจงพจน์ มีหลักการ จากลำดับแบบแจกแจงพจน์ที่กำหนดให้ ต้องทำการหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพจน์ในลำดับ
  1. จากพจน์ที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 2
  2. จากพจน์ที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 3 ทำเช่นนี้ไปเรื่อยๆ จนครบทุกพจน์ในลำดับ
  3. พจน์ถัดไปในลำดับก็จะเปลี่ยนแปลงค่าในลักษณะเดียวกัน

### ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1. ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ โดยแยกย้ายไปตามหัวข้อเรื่องที่ครูกำหนดไว้ โดยให้ศึกษาจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้
2. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแล้ว ครูแจกใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ให้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องศึกษา ทำความเข้าใจ ให้ชัดเจน ในหัวข้อที่ครูได้มอบหมายให้
3. ครูให้แต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ โดยใช้เวลา 20 นาที ครูพยายามแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาให้เข้าใจ เพื่อจะได้นำเนื้อหาไปอธิบายให้สมาชิกในกลุ่มบ้านฟัง
4. ครูควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันศึกษา อภิปราย ระดมสมอง และต้องบอกหัวหน้ากลุ่มหรือนักเรียนที่มีความสามารถเก่งคอยกระตุ้นเพื่อนที่มีความสามารถอ่อน ให้ช่วยกันศึกษาและช่วยกันทำความเข้าใจเนื้อหาด้วย

### ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้

เมื่อหมดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ครูให้นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มบ้านของแต่ละผู้เชี่ยวชาญที่ได้ศึกษาเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ตนได้ไปศึกษามา ให้กับเพื่อนในกลุ่มบ้านให้เข้าใจ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจะได้เรียนรู้ภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดโดยเท่าเทียมกัน (เวลา 25 นาที)

### ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้ และมอบรางวัล

1. ครูแจกใบงานที่ 1 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับ (1) โดยครูให้เวลาทำใบงาน 20 นาที
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะมีของรางวัลแจก และมอบของรางวัลให้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ใช้เวลา 30 นาที

**ขั้นสรุป** (เวลา 10 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาเรื่อง ความหมายของลำดับ การเขียนลำดับ และการหาพจน์ถัดไปของลำดับ

- ครูนำข้อที่นักเรียนทำผิดพลาด มาขึ้นบนกระดานโดยอธิบายให้นักเรียนได้เข้าใจถึงหลักการหาคำตอบที่ถูกต้อง พร้อมให้โจทย์ที่มีลักษณะคล้ายกันให้นักเรียนนำกลับไปทำเป็นการบ้านแล้วนำมาส่งในคาบต่อไป เพื่อเป็นการทบทวน

**สื่ออุปกรณ์การจัดการเรียนรู้**

1. ใบความรู้ เรื่อง ความหมายของลำดับ
2. ใบความรู้ เรื่อง การเขียนลำดับ
3. ใบความรู้ เรื่อง การหาพจน์ถัดไปของลำดับ
4. ใบงานที่ 1 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับ (1)
5. หนังสือคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับ

**การวัดและประเมินผล**

การวัดผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับได้	- การทำใบงานที่ 1 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับ (1)	- ใบงานที่ 1 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับ (1)	นักเรียนทุกคนทำใบงานที่ 1 เรื่อง ลำดับ (1) ถูกต้องผ่านเกณฑ์ อย่างน้อยร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับจำกัดและลำดับอนันต์ได้	- ทำแบบทดสอบย่อย	- แบบทดสอบย่อย	
3. นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ได้			
4. นักเรียนสามารถหาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดให้ได้			
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดี

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(นางสาวกาญจนา สนรัมย์)

...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 1 เรื่อง ลำดับ (1)

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับได้

แต่ละข้อย่อยตอบถูก 4 ข้อ	ได้คะแนน	2	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 3 ข้อ	ได้คะแนน	1.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 ข้อ	ได้คะแนน	1	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 ข้อ	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกข้อ	ได้คะแนน	0	คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าลำดับใดเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ได้

แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 ข้อ	ได้คะแนน	1	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 ข้อ	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกข้อ	ได้คะแนน	0	คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแบบแจกแจงได้

แต่ละข้อย่อยตอบถูก 4 ข้อ	ได้คะแนน	2	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 3 ข้อ	ได้คะแนน	1.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 ข้อ	ได้คะแนน	1	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 ข้อ	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกข้อ	ได้คะแนน	0	คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนสามารถหาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดให้ได้

แต่ละข้อย่อยตอบถูก 4 พจน์	ได้คะแนน	2	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 3 พจน์	ได้คะแนน	1.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 พจน์	ได้คะแนน	1	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 พจน์	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกพจน์	ได้คะแนน	0	คะแนน

หมายเหตุ 7 คะแนนขึ้นไปผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

(คะแนนเต็ม 10 คะแนน การคิดคะแนน ให้นำคะแนนที่ได้หารด้วย 6)

## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน			
2	ความร่วมมือในการทำงาน			
3	การตั้งใจในการทำงาน			
4	ความสามัคคี			
5	กระบวนการทำงาน			

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและอธิบายเนื้อหาที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนเข้าใจดี	ใช้เวลาทำงานที่ได้รับมอบหมายมากและอธิบายเนื้อหาที่ตนไปศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจบางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาให้เพื่อนเข้าใจได้
2. ความร่วมมือในการทำงาน	ร่วมมือทำงานกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	หลีกเลี่ยงและไม่ร่วมมือ ไม่แสดงความคิดเห็นเลย
3. ความตั้งใจในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	ต้องคอยระวังให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางครั้ง	ต้องควบคุมและชี้แจงการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ่อยๆ
4. ความสามัคคี	ยอมรับฟังความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล	โต้แย้งและไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นครั้งคราว	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. กระบวนการทำงาน	ดำเนินการวางแผนภายในกลุ่มและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	ดำเนินการวางแผนแต่ไม่ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตามขั้นตอน	ไม่มีการวางแผนที่ดี

**เกณฑ์การผ่าน**

- 11 – 15 คะแนน ระดับคุณภาพดี (ผ่านเกณฑ์การประเมิน)
- 6 – 10 คะแนน ระดับคุณภาพพอใช้
- 1 – 5 คะแนน ระดับคุณภาพปรับปรุง



ใบความรู้ที่ 1 (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง ความหมายของลำดับ ลำดับจำกัดและลำดับอนันต์

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับได้
2. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าลำดับใดเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ได้

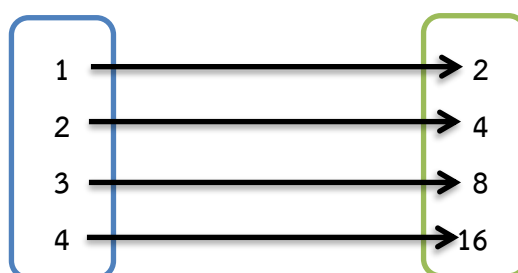
ความหมายของลำดับ

- 1) พิจารณาความสัมพันธ์ของ  $r_1 = \{(1,1), (2,3), (3,5), (4,7)\}$  ความสัมพันธ์ของ  $r_1$  เป็นฟังก์ชันที่มี  $\{1, 2, 3, 4\}$  เป็นโดเมน และมี  $\{1, 3, 5, 7\}$  เป็นเรนจ์
- 2) พิจารณาแบบรูปของจำนวน  $5, 10, 15, 20, 25, 30, \dots$  จากรูปข้างต้นเขียนความสัมพันธ์ระหว่างลำดับที่กับจำนวนแต่ละจำนวนในแบบรูป ได้ดังนี้

ลำดับที่	1	2	3	4	5	6
จำนวน	5	10	15	20	25	30

จากตารางจะเห็นว่า ความสัมพันธ์ข้างต้นเป็นฟังก์ชัน มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$  และมีเรนจ์เป็น  $\{5, 10, 15, 20, 25, 30\}$

- 3) พิจารณาแผนภาพการจับคู่ของโดเมนกับเรนจ์ ดังนี้



โดเมน

เรนจ์



จากแผนภาพการจับคู่ของโดเมนกับเรนจ์จะเห็นว่า ความสัมพันธ์ข้างต้นเป็นฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, 4\}$  และมีเรนจ์เป็น  $\{2, 4, 8, 16\}$

ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวก  $n$  ตัวแรกหรือโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวกที่เรียงจากน้อยไปหามาก โดยเริ่มตั้งแต่ 1 เรียกว่า ลำดับ

**ตัวอย่างที่ 1** จงพิจารณาว่าข้อใดต่อไปนี้เป็นลำดับ

1.  $f = \{(1,1), (2,4), (3,9), (4,16)\}$  เป็นลำดับ

เพราะ มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, 4\}$  เป็นเซตของจำนวนเต็มบวก 4 ตัวแรก

2.  $g = \{(1,-1), (2, -2), (3, -3), (4, -4), \dots\}$  เป็นลำดับ

เพราะ มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, 4, \dots\}$  เป็นเซตของจำนวนเต็มบวกที่เรียงจากน้อยไปหามาก โดยเริ่มตั้งแต่ 1

### ลำดับจำกัดและลำดับอนันต์

ในกรณีฟังก์ชันเป็นลำดับที่มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, \dots, n\}$  จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า **ลำดับจำกัด** และในกรณีที่ฟังก์ชันเป็นลำดับที่มีโดเมนเป็น  $\{1, 2, 3, \dots\}$  จะเรียกลำดับดังกล่าวว่า **ลำดับอนันต์**

ในการเขียนลำดับจะเขียนเฉพาะสมาชิกของเรนจ์เรียงกันไป กล่าวคือ ถ้า  $a$  เป็นลำดับจำกัด จะเขียนแทนด้วย  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  ในกรณีที่  $a$  เป็นลำดับอนันต์จะเขียนแทนด้วย  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$

**ตัวอย่างที่ 2** จงเขียนลำดับจากฟังก์ชันที่กำหนดให้ในแต่ละข้อ พร้อมทั้งบอกลำดับที่ได้เป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์

1.  $f = \{(1,1), (2,3), (3,5), (4,7), (5,9)\}$  เขียนเป็นลำดับคือ 1, 3, 5, 7, 9

ที่มี  $a_1 = 1, a_2 = 3, a_3 = 5, a_4 = 7, a_5 = 9$  มีจำนวน 5 พจน์ เป็นลำดับจำกัด

2.  $f = \{(x,y) | y = 3x - 2, x \in \mathbb{I}^+\}$  เขียนเป็นลำดับคือ 1, 4, 7, 10, ...

ที่มี  $a_1 = 1, a_2 = 4, a_3 = 7, a_4 = 10$  และมีจำนวนไปเรื่อยๆ เป็นลำดับอนันต์

ใบความรู้ที่ 2 (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง การเขียนลำดับ

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การเขียนลำดับ

### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ได้

### การเขียนลำดับ

ในการเขียนลำดับใดๆ โดยทั่วไปนิยมเขียนได้ 2 แบบ คือ

1. การเขียนลำดับแบบแฉงพจน์
2. การเขียนลำดับแบบพจน์ทั่วไป

#### 1. การเขียนลำดับแบบแฉงพจน์

การเขียนลำดับในรูปแฉงพจน์ เป็นการเขียนลำดับที่บอกว่พจน์ที่ 1 พจน์ที่ 2 พจน์ที่ 3 ไปเรื่อย ๆ แต่ละพจน์คั่นด้วยเครื่องหมาย จุลภาค ( , )

ตัวอย่างลำดับเขียนในรูปแฉงพจน์

1. 1, 2, 3, ..., 10
2. 1, 3, 5, 7, ..., 19
3. -2, -1, 0, ..., n
4.  $1, \frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \dots, \frac{1}{n}$

การหาลำดับในรูปแฉงพจน์

การหาลำดับในรูปแฉงพจน์ ทำได้โดยการแทนสมาชิกของโดเมนในพจน์ทั่วไป ดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 1 จงเขียนลำดับ  $a_n = \frac{n(n+1)}{2}$  เมื่อ  $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$  ในรูปแฉงพจน์

แนวคิด จากโจทย์  $a_n = \frac{n(n+1)}{2}$  เมื่อ  $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

$$\text{เมื่อ } n = 1, \quad a_1 = \frac{1(1+1)}{2} = 1$$

$$\text{เมื่อ } n = 2, \quad a_2 = \frac{2(2+1)}{2} = 3$$

$$\text{เมื่อ } n = 3, \quad a_3 = \frac{3(3+1)}{2} = 6$$

$$\text{เมื่อ } n = 4, \quad a_4 = \frac{4(4+1)}{2} = 10$$

$$\text{เมื่อ } n = 5, \quad a_5 = \frac{5(5+1)}{2} = 15$$

ดังนั้น ลำดับเขียนในรูปแฉงพจน์ คือ 1, 3, 6, 10, 15

2. การเขียนลำดับแบบพจน์ทั่วไป คือ การเขียนในรูปฟังก์ชันพร้อมทั้งระบุสมาชิกในโดเมน

เช่น 1. ลำดับ 3, 8, 15, 24, 35 อาจเขียนแทนด้วย  $a_n = n(n + 2)$  เมื่อ  $n \in \{1, 2, 3, 4, 5\}$

2. ลำดับ 5, 7, 9, 11, 13, ... อาจเขียนแทนด้วย  $a_n = 2n + 3$  เมื่อ  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวก

(ซึ่งจะได้ศึกษาในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2)

**หมายเหตุ**

ในกรณีที่กำหนดลำดับโดยพจน์ทั่วไป ถ้าไม่ได้ระบุสมาชิกในโดเมนให้ถือว่าลำดับนั้นเป็นลำดับอนันต์

**การหาพจน์ใดๆ จากพจน์ทั่วไป**

การหาพจน์ใดๆ ของลำดับเมื่อกำหนดพจน์ทั่วไป ( $a_n$ ) มาให้ ทำได้โดยการแทนค่า  $n$  ในพจน์ทั่วไปด้วยจำนวนที่ต้องการ

**ตัวอย่างที่ 2**

จงหา 4 พจน์แรกของลำดับ  $a_n = 4n + 1$

**แนวคิด**

จาก  $a_n = 4n + 1$

$$a_1 = 4(1) + 1 = 5$$

$$a_2 = 4(2) + 1 = 9$$

$$a_3 = 4(3) + 1 = 13$$

$$a_4 = 4(4) + 1 = 17$$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ 5, 9, 13, 17

ตัวอย่างที่ 3

จงหา 4 พจน์แรกของลำดับ  $a_n = \frac{n(n+1)}{2}$

แนวคิด

$$\begin{aligned} \text{จาก } a_n &= \frac{n(n+1)}{2} \\ a_1 &= \frac{1(1+1)}{2} = 1 \\ a_2 &= \frac{2(2+1)}{2} = 3 \\ a_3 &= \frac{3(3+1)}{2} = 6 \\ a_4 &= \frac{4(4+1)}{2} = 10 \end{aligned}$$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับ คือ 1, 3, 6, 10

ตัวอย่างที่ 3

กำหนดลำดับ  $a_n = 3n - 4$  จงหาค่าของ  $2a_5 - 3a_2$

แนวคิด

$$\begin{aligned} \text{จากพจน์ทั่วไป } a_n &= 3n - 4 \\ \text{จะได้ } a_5 &= 3(5) - 4 \\ &= 15 - 4 \\ &= 11 \\ \text{และ } a_2 &= 3(2) - 4 \\ &= 6 - 4 \\ &= 2 \\ \text{นั่นคือ } 2a_5 - 3a_2 &= 2(11) - 3(2) \\ &= 22 - 6 \\ &= 16 \\ \text{ดังนั้น } 2a_5 - 3a_2 &= 16 \end{aligned}$$

ใบความรู้ที่ 3 (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง การหาพจน์ถัดไปของลำดับ

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ถัดไปของลำดับ

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาพจน์ถัดไปของลำดับที่กำหนดให้ได้

การหาพจน์ถัดไปของลำดับแบบแจกแจงพจน์

หลักการ จากลำดับแบบแจกแจงพจน์ที่กำหนดให้ ต้องทำการหารูปแบบการเปลี่ยนแปลงของพจน์ในลำดับ

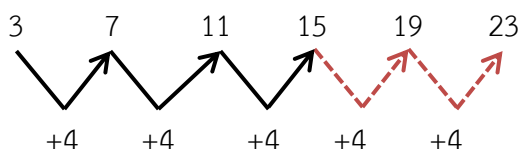
1. จากพจน์ที่ 1 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 2
2. จากพจน์ที่ 2 มีการเปลี่ยนแปลงอย่างไรจึงจะได้พจน์ที่ 3 ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนครบทุกพจน์ในลำดับ
3. พจน์ถัดไปในลำดับก็จะเปลี่ยนแปลงค่าในลักษณะเดียวกัน

ตัวอย่างที่ 1

จงหาพจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ของลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ 3, 7, 11, 15

แนวคิด

พิจารณาความสัมพันธ์ของพจน์ในลำดับ



จะเห็นว่าพจน์ที่อยู่ถัดไปจะเพิ่มขึ้นทีละ 4

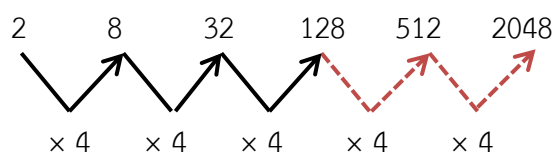
ดังนั้น สองพจน์ถัดไปของลำดับ คือ 19 และ 23

**ตัวอย่างที่ 2**

จงหาพจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ของลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ 2, 8, 32, 128

**แนวคิด**

พิจารณาความสัมพันธ์ของพจน์ในลำดับ



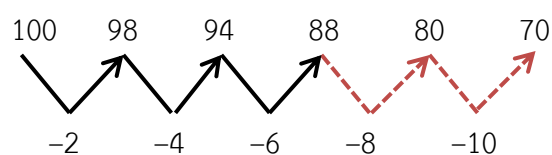
จะเห็นว่าพจน์ที่อยู่ถัดไปจะเป็น 4 เท่าของพจน์ที่อยู่ข้างหน้า  
ดังนั้น สองพจน์ถัดไปของลำดับ คือ 512 และ 2048

**ตัวอย่างที่ 3**

จงหาพจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ของลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้ 100, 98, 94, 88

**แนวคิด**

พิจารณาความสัมพันธ์ของพจน์ในลำดับ



จะเห็นว่าพจน์ที่อยู่ถัดไปของลำดับนี้จะลดลง 2, 4, 6 ตามลำดับ

ดังนั้น สองพจน์ถัดไปของลำดับจะลดลง 8 และ 10 ตามลำดับ จะได้ 80 และ 70

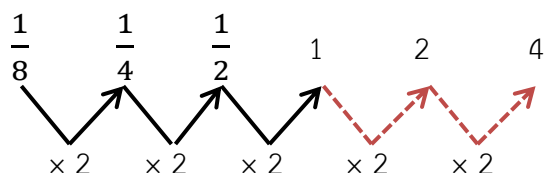
ตามลำดับ

**ตัวอย่างที่ 4**

จงหาพจน์ถัดไปอีก 2 พจน์ของลำดับที่กำหนดให้ต่อไปนี้  $\frac{1}{8}, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, 1, \dots$

**แนวคิด**

พิจารณาความสัมพันธ์ของพจน์ในลำดับ



จะเห็นว่าพจน์ที่อยู่ถัดไปจะเป็น 2 เท่าของพจน์ที่อยู่ข้างหน้า

ดังนั้น สองพจน์ถัดไปของลำดับ คือ 2 และ 4

## ใบงานที่ 1 (สำหรับกลุ่มบ้าน)

### เรื่อง ลำดับ (1)

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

กลุ่มบ้านที่.....ชื่อกลุ่ม.....

- สมาชิกในกลุ่ม
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1.** นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับได้

**คำชี้แจง**

ให้นักเรียนเขียนเติมคำตอบลงในช่องว่าง พร้อมทั้งพิจารณาฟังก์ชันที่กำหนดให้ว่าเป็นลำดับหรือไม่เป็นลำดับ โดยเขียนเครื่องหมาย  ให้ตรงคำตอบที่ถูกต้อง (ข้อละ 2 คะแนน)

ฟังก์ชัน	โดเมน	เรนจ์	ลำดับ	
			เป็น	ไม่เป็น
1. $\{(1,5), (2,10), (3,15)\}$				
2. $f(x) = x+1, x = 1, 2, 3, \dots$				
3. $\{(2,3), (4,6), (5,9), \dots\}$				
4. $\{(1,-1), (2, -2), (3, -3)\}$				
5. $\{(1,1), (5,4), (7,9), \dots\}$				
6. $f(x) = 2x-1, x = 1, 2, 3, \dots$				
7. $f(x) = 2^x, x = 0, 1, 2$				
8. $f(x) = (-1)^x, x = 1, 2, 3, \dots, n$				
9. $f(x) = 3x+1, x = 1, 2, 3, \dots$				
10. $f(x) = 3x, x = -1, -2, -3, \dots$				

สรุป จากตาราง ลำดับ (sequence) คือ .....

.....

.....

.....

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2. นักเรียนสามารถอธิบายได้ว่าเป็นลำดับจำกัดหรือลำดับอนันต์ได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนพิจารณาว่าข้อใดเป็นลำดับจำกัด และข้อใดเป็นลำดับอนันต์ แล้วเขียนเครื่องหมาย  $\square$  ให้ตรงช่องลำดับที่ถูกต้อง (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อ	ลำดับที่กำหนดให้	ลำดับจำกัด	ลำดับอนันต์
1	4, 7, 10, 13, 16, ...		
2	2, 5, 8, 11, 14		
3	1, 4, 9, 16, 25, ...		
4	6, 10, 14, 18, 22, 26		
5	-1, -3, -5, -7, ...		
6	$a_n = 2n + 1$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots$		
7	$a_n = 4n$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, 4$		
8	$a_n = n + 1$ เมื่อ $n \in \mathbb{I}^+$		
9	$a_n = \frac{n}{n+1}$ เมื่อ $n = 1, 2, 3, \dots, 9$		
10	$a_n = -4n - 1$		

สรุปได้ว่า

ลำดับจำกัด (finite sequence) คือ.....

.....

.....

.....

ลำดับอนันต์ (infinite sequence) คือ.....

.....

.....

.....



จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถเขียนลำดับในรูปแจกแจงพจน์ได้

คำชี้แจงให้นักเรียนศึกษาการเขียนลำดับแบบแจกแจงพจน์ในข้อ 1 – 2 แล้วพิจารณา  
ข้อ 3 – 12 พร้อมทั้งเติมคำตอบให้ถูกต้อง (ข้อละ 2 คะแนน)

ข้อที่	$a_n$ (พจน์ทั่วไป)	$a_1$ (พจน์ที่ 1)	$a_2$ (พจน์ที่ 2)	$a_3$ (พจน์ที่ 3)	สามพจน์แรก ของลำดับ
1	$3n + 1$	$3(1) + 1 = 4$	$3(2) + 1 = 7$	$3(3) + 1 = 10$	4, 7, 10
2	$8n - 3$	$8(1) - 3 = 5$	$8(2) - 3 = 13$	$8(3) - 3 = 21$	5, 13, 21
3	$2n^2 - 1$				
4	$n^2 + 2$				
5	$(n + 1)^2$				
6	$2 - 3n$				
7	$n(n + 1)$				
8	$5n - 3$				
9	$\frac{n(n + 1)}{2}$				
10	$-4n + 1$				
11	$-5n - 2$				
12	$3n - 5$				



3. จงหาพจน์ถัดไป 4 พจน์ของลำดับ  $-5, 0, 5, 10, \dots$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. จงหาพจน์ถัดไป 4 พจน์ของลำดับ  $1, 2, 6, 24, \dots$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จงหาพจน์ถัดไป 4 พจน์ของลำดับ  $27, 9, 3, 1, \frac{1}{3}, \dots$

แนวคิด

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค32101 จำนวน 1.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวกาญจนา สนมรัมย์ วันที่ใช้สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

\*\*\*\*\*

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

#### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม. 5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

#### สาระการเรียนรู้

ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต

การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต

#### สาระสำคัญ

ลำดับเลขคณิต คือ ลำดับที่ผลต่างซึ่งได้จากพจน์ที่  $n + 1$  ลบด้วยพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว ซึ่งค่าคงตัวนี้เรียกว่า ผลต่างร่วม (common difference) เขียนแทนผลต่างร่วมนี้ด้วย  $d$

ผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต ถ้า  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, a_{n+1}, \dots$  เป็นลำดับเลขคณิตแล้ว จะได้  $a_2 - a_1 = a_3 - a_2 = a_4 - a_3 = \dots = a_{n+1} - a_n =$  ค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า “ ผลต่างร่วม ” เขียนแทนด้วย  $d$

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต ถ้ากำหนดให้  $a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเลขคณิต และ  $d$  เป็นผลต่างร่วมแล้วพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต คือ

$$a_n = a_1 + (n - 1)d$$

เมื่อ  $a_n$  เป็นพจน์ที่  $n$  หรือพจน์ที่ต้องการหาของลำดับเลขคณิต


$a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเลขคณิต

$d$  เป็นผลต่างร่วม (common difference)

การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต คือ พจน์ที่อยู่ตรงกลางระหว่างพจน์ 2 พจน์ ที่กำหนดให้

$$a, [\Delta, \Delta, \Delta, \Delta], b \quad \text{หรือ} \quad a, [\Delta], b$$

↑                          ↑  
พจน์กลาง

 พจน์กลางที่มีเพียง 1 พจน์

กำหนด  $x$  เป็นพจน์กลางที่มีเพียง 1 พจน์ ของลำดับเลขคณิต  $a, x, b$

$$\text{แล้ว } x = \frac{a+b}{2} \quad \text{หรือ} \quad 2x = a + b$$

 พจน์กลางที่มีหลายพจน์

กำหนดพจน์กลางเลขคณิตระหว่าง  $a$  กับ  $b$  มี  $k$  พจน์

$$a, [\Delta, \Delta, \Delta, \Delta], b$$

←                          →  
k พจน์

การหาพจน์กลางที่มีหลายพจน์ จะต้องหาค่า  $d$  ให้ได้จาก

1. หา  $d$  จากสูตร  $a_n = a_1 + (n-1)d$

2. หรือสูตรลัด  $d = \frac{b-a}{k+1}$

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเลขคณิตได้ (K)
2. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้ (P)
3. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้ (P)
4. นักเรียนสามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้ (P)
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม (A)

### สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นกิจกรรมเข้าสู่บทเรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูกล่าวทบทวนความรู้เรื่องลำดับ ลำดับจำกัด ลำดับอนันต์ และการหาพจน์ทั่วไปของลำดับ  
- ลำดับคืออะไร

แนวตอบ : ลำดับ คือ ฟังก์ชันที่มีโดเมนเป็นเซตของจำนวนเต็มบวกหรือสับเซตของจำนวนเต็มบวกในรูป  $\{1, 2, 3, \dots, n\}$

- ให้อีกตัวอย่างลำดับจำกัดและลำดับอนันต์มาอย่างละ 1 ลำดับ

แนวตอบ : ลำดับจำกัดเช่น  $\{8, 16, 24, 32, 40, 48\}$  และลำดับอนันต์เช่น  $\{5, 10, 15, 20, 25, \dots\}$

2. ครูได้ให้นักเรียนพิจารณาลำดับ 4, 6, 8, 10, 12

- ให้สังเกตว่าแต่ละพจน์มีค่าเพิ่มขึ้นเท่าไร
- ถ้าครูต้องการทราบว่าลำดับนี้เป็นลำดับเลขคณิตหรือไม่ จะมีวิธีหลักการคิดอย่างไร

#### ขั้นกิจกรรมการเรียนการสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

##### ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เท่าๆ กัน แล้วให้นักเรียนนั่งรวมกันหรือใกล้ๆ กัน แล้วเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”

2. ในกลุ่มบ้านให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในแต่ละคนว่าใครจะเป็นหัวหน้ากลุ่ม เลขาน และสมาชิกกลุ่ม

3. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้กับนักเรียนแต่ละคนทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง

##### ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน (เวลา 5 นาที)

1. ครูให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้หัวข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน โดยกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”

## 2. ครุมอบหมายงาน

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนเข้าใจและอธิบายความหมายลำดับเลขคณิต ผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต ให้เพื่อนสมาชิกในกลุ่มเข้าใจได้
- หาค่า  $d$  หรือผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้อย่างถูกต้อง

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนอธิบายได้ว่า การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตจะต้องใช้สูตรอะไรในการหา และสามารถบอกได้ว่าสัญลักษณ์แต่ตัวแทนความหมายว่าอย่างไร
- นักเรียนเข้าใจแนวคิดในการหาพจน์ถัดไปของลำดับเลขคณิตที่กำหนดให้ได้
- นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้ ถ้าโจทย์กำหนดลำดับเลขคณิตมาให้ 2 พจน์ แล้วถามหาผลต่างร่วมหรือพจน์ที่ 1 หรือพจน์อื่นๆ ได้ โดยมีหลักการดังนี้

1. ใช้สูตร  $a_n = a_1 + (n - 1)d$  ตั้งสมการขึ้นมา 2 สมการ แล้วแก้สมการหาค่า  $d$  และ  $a_n$

2. จากนั้นหาค่าพจน์ที่ต้องการจากสูตร  $a_n = a_1 + (n - 1)d$

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนอธิบายได้ว่า การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตในกรณีที่มีพจน์กลางที่มีเพียง 1 พจน์ จะมีวิธีการหาอย่างไร

- ถ้ากรณีที่มีพจน์กลางที่มีหลายพจน์ จะต้องหาค่า  $d$  ให้ได้จาก

1. หา  $d$  จากสูตร  $a_n = a_1 + (n - 1)d$

2. หรือสูตรลัด  $d = \frac{b-a}{k+1}$

## ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1. ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มบ้านแยกย้ายไปพร้อมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ โดยแยกย้ายไปตามหัวข้อเรื่องที่ครูกำหนดไว้ โดยให้ศึกษาจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้

2. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแล้ว ครูแจกใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ให้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องหาเนื้อหาและหัวข้อตามที่กำหนดให้

3. ครูให้แต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ โดยใช้เวลา 20 นาที ครูพยายามแนะนำ กระตุ้นให้นักเรียนศึกษาให้เข้าใจ และช่วยกันอภิปราย ระดมสมอง ศึกษาเนื้อหาให้เข้าใจอย่างถ่องแท้ เพื่อจะได้นำความรู้ความเข้าใจที่ได้ศึกษากลับไปกลุ่มบ้าน

4. ครูควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันศึกษา อภิปราย ระดมสมอง และต้องบอกหัวหน้ากลุ่มหรือนักเรียนที่มีความสามารถเก่งคอยกระตุ้นเพื่อนที่มีความสามารถอ่อน ให้ช่วยกันศึกษาและช่วยกันทำความเข้าใจในเนื้อหาที่ได้รับผิดชอบ

#### ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้

เมื่อหมดเวลาในการศึกษาข้อมูล ครูให้นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มบ้านของแต่ละผู้เชี่ยวชาญที่ได้ค้นคว้าเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ตนได้ไปศึกษามา ให้กับเพื่อนในกลุ่มบ้านให้เข้าใจ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจึงได้เรียนรู้ภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดโดยเท่าเทียมกัน

(เวลา 25 นาที)

#### ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้ และมอบรางวัล

1. ครูแจกใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1) โดยครูให้เวลาทำใบงาน 20 นาที

2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่มกลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะมีของรางวัลแจก และมอบของรางวัลให้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ใช้เวลา 30 นาที

#### ขั้นสรุป (เวลา 10 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาเรื่อง ความหมายของลำดับเลขคณิต การหาผลต่างร่วม การหาพจน์ทั่วไปลำดับเลขคณิต การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต

- ครูนำตัวอย่างที่กล่าวข้างต้น มาสรุปให้นักเรียนเข้าใจว่า ลักษณะที่เป็นลำดับเลขคณิต จะต้องมามีค่า  $d$  หรือ ผลต่างร่วม เท่ากันเสมอ แต่ถ้าค่า  $d$  หรือ ผลต่างร่วมไม่เท่ากัน จะสรุปได้ว่า ลำดับนั้นไม่เป็นลำดับเลขคณิต

#### สื่ออุปกรณ์การจัดการเรียนรู้

1. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต
2. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต
3. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต
4. ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)
5. หนังสือคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม



## การวัดและประเมินผล

การวัดผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
4. นักเรียนสามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดี

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(นางสาวกาญจนา สนมรัมย์)

...../...../.....

## เกณฑ์การให้คะแนน

### เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 3 เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1** นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเลขคณิตได้

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2** นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้

แต่ละข้อย่อยตอบถูก 4 ข้อ	ได้คะแนน	2	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 3 ข้อ	ได้คะแนน	1.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 ข้อ	ได้คะแนน	1	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 ข้อ	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกข้อ	ได้คะแนน	0	คะแนน

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3** นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้

ตอนที่ 1

แสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์และคำตอบถูกต้อง	ได้คะแนน	1	คะแนน
แสดงวิธีทำแต่คำตอบไม่ถูกต้อง	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
ไม่แสดงวิธีทำและไม่ตอบ	ได้คะแนน	0	คะแนน

ตอนที่ 2

แสดงวิธีทำถูกต้องสมบูรณ์และคำตอบถูกต้อง	ได้คะแนน	2	คะแนน
แสดงวิธีทำแต่คำตอบไม่ถูกต้อง	ได้คะแนน	1	คะแนน
ไม่แสดงวิธีทำและไม่ตอบ	ได้คะแนน	0	คะแนน

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4** นักเรียนสามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้

แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ได้คะแนน	4	คะแนน
แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ได้คะแนน	3	คะแนน
แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนหรือวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	ได้คะแนน	2	คะแนน
แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ได้คะแนน	1	คะแนน
ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ได้คะแนน	0	คะแนน

**หมายเหตุ** 7 คะแนนขึ้นไปผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

(คะแนนเต็ม 10 คะแนน การคิดคะแนน ให้นำคะแนนที่ได้หารด้วย 4)

## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน			
2	ความร่วมมือในการทำงาน			
3	การตั้งใจในการทำงาน			
4	ความสามัคคี			
5	กระบวนการทำงาน			

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและอธิบายเนื้อหาที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนเข้าใจดี	ใช้เวลาทำงานที่ได้รับมอบหมายมากและอธิบายเนื้อหาที่ตนไปศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจบางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาให้เพื่อนเข้าใจได้
2. ความร่วมมือในการทำงาน	ร่วมมือทำงานกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	หลีกเลี่ยงและไม่ร่วมมือ ไม่แสดงความคิดเห็นเลย
3. ความตั้งใจในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	ต้องคอยระวังให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางครั้ง	ต้องควบคุมและชี้แจงการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ่อยๆ
4. ความสามัคคี	ยอมรับฟังความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล	โต้แย้งและไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นครั้งคราว	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. กระบวนการทำงาน	ดำเนินการวางแผนภายในกลุ่มและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	ดำเนินการวางแผนแต่ไม่ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตามขั้นตอน	ไม่มีการวางแผนที่ดี

**เกณฑ์การผ่าน**

- 11 – 15 คะแนน ระดับคุณภาพดี (ผ่านเกณฑ์การประเมิน)
- 6 – 10 คะแนน ระดับคุณภาพพอใช้
- 1 – 5 คะแนน ระดับคุณภาพปรับปรุง



ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเลขคณิตได้
2. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้

ความหมายและผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต

พิจารณาลำดับ 2, 4, 6, 8, ... จะเห็นว่า ผลต่างของพจน์ขวามือลบด้วยพจน์ซ้ายมือที่อยู่ติดกันมีค่าคงตัวเท่ากับ 2 กำหนดให้  $a_1, a_2, a_3, \dots$  เป็นลำดับที่มีผลต่างที่ได้จากการนำพจน์ที่  $n + 1$  ลบด้วยพจน์ที่  $n$  แล้ว ค่าคงตัวเสมอ ลำดับ ดังกล่าวนี้จะเรียกว่า **ลำดับเลขคณิต** และเรียกผลต่างที่มีค่าคงตัวว่า **ผลต่างร่วม** เขียนแทนด้วยพนิยาม ดังนี้

**พนิยาม** ลำดับเลขคณิต คือ ลำดับที่มีผลต่างซึ่งได้จากการนำพจน์ที่  $n + 1$  ลบด้วยพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า **“ผลต่างร่วม”**

ผลต่างร่วม (common difference) คือ ผลลบที่มีค่าเท่ากัน และจะใช้  $d$  แทนผลต่างร่วม

จากนิยาม จะได้ว่า ลำดับเลขคณิต คือ ลำดับที่  $a_{n+1} - a_n$  ค่าคงตัว (เท่ากัน)

$$\text{ดังนั้น } a_{n+1} - a_n = d$$

$$\text{จะได้ } a_{n+1} = a_n + d$$

หมายความว่า

$$\text{พจน์ขวามือ} = \text{พจน์ซ้ายมือ} + \text{ผลต่างร่วม}$$

ถ้ากำหนดให้  $d$  เป็นผลต่างร่วม และ  $a_1$  เป็นพจน์แรก แล้วสามารถเขียนพจน์อื่นๆ ของลำดับเลขคณิตในรูปของ  $a_1$  และ  $d$  ได้ดังนี้

$$a_1, a_1 + d, a_1 + 2d, a_1 + 3d, \dots$$

**ตัวอย่างที่ 1** จากโจทย์ที่กำหนดให้เป็นลำดับเลขคณิตหรือไม่

1)  $3, 5, 7, 9, 11, \dots$

 เป็นลำดับเลขคณิต เพราะ พจน์ขวามือ ลบด้วย พจน์ซ้ายมือ มีค่าเท่ากัน

$$5 - 3 = 7 - 5 = 9 - 7 = 11 - 9 = 2 \text{ แสดงว่ามีผลต่างร่วม } d = 2$$

2)  $1, 4, 7, 10, 13, \dots$

 เป็นลำดับเลขคณิต เพราะ พจน์ขวามือ ลบด้วย พจน์ซ้ายมือ มีค่าเท่ากัน

$$4 - 1 = 7 - 4 = 10 - 7 = 13 - 10 = 3 \text{ แสดงว่ามีผลต่างร่วม } d = 3$$

3)  $-1, -6, -11, -16, -21, \dots$

 เป็นลำดับเลขคณิต เพราะ พจน์ขวามือ ลบด้วย พจน์ซ้ายมือ มีค่าเท่ากัน

$$(-6) - (-1) = (-11) - (-6) = (-16) - (-11) = (-21) - (-16) = -5 \text{ แสดงว่ามีผลต่างร่วม } d = -5$$

**ตัวอย่างที่ 2** จงตรวจสอบว่า ลำดับ  $4, 8, 12, 16$  เป็นลำดับเลขคณิตหรือไม่ ถ้าเป็นให้หาผลต่างร่วม

**แนวคิด**

จากลำดับ  $4, 8, 12, 16$

จะได้  $a_1 = 4, a_2 = 8, a_3 = 12$  และ  $a_4 = 16$

นั่นคือ  $8 - 4 = 12 - 8 = 16 - 12 = 4$

ดังนั้น ลำดับ  $4, 8, 12, 16$  เป็นลำดับเลขคณิต และมีผลต่างร่วม คือ  $4$

## ตัวอย่างที่ 3

จงตรวจสอบว่า ลำดับ 5, 7, 9, 13 เป็นลำดับเลขคณิตหรือไม่ ถ้าเป็นให้หาผลต่างร่วม

## แนวคิด

จากลำดับ 5, 7, 9, 13  
 จะได้  $a_1 = 5, a_2 = 7, a_3 = 9$  และ  $a_4 = 13$   
 นั่นคือ  $7 - 5 = 2, 9 - 7 = 2, 13 - 9 = 4$   
 จะเห็นว่า ผลต่างร่วมไม่เท่ากัน  
 ดังนั้น ลำดับ 5, 7, 9, 13 ไม่เป็นลำดับเลขคณิต

## ตัวอย่างที่ 4

ให้เติมคำตอบลงในช่องว่างแต่ละข้อให้ถูกต้องสมบูรณ์

ลำดับ	$a_2 - a_1$	$a_3 - a_2$	$a_4 - a_3$	ลำดับเลขคณิต	
				เป็น	ไม่เป็น
4, 7, 10, 13, ...	$7 - 4 = 3$	$10 - 7 = 3$	$13 - 10 = 3$	✓	
6, 12, 24, 27, ...	$12 - 6 = 6$	$24 - 12 = 12$	$27 - 24 = 3$		✓
-1, 1, -1, 1, -1, ...	$1 - (-1) = 2$	$-1 - 1 = -2$	$1 - (-1) = 2$		✓
9, 6, 3, 0, ...	$6 - 9 = -3$	$3 - 6 = -3$	$0 - 3 = -3$	✓	
0.1, 0.3, 0.5, 0.7, ...	$0.3 - 0.1 = 0.2$	$0.5 - 0.3 = 0.2$	$0.7 - 0.5 = 0.2$	✓	

จะเห็นว่า ข้อ 1, 4, และ 5 มีผลต่างร่วมเท่ากันเป็นลำดับเลขคณิต ส่วนข้อ 2 และ 3 ผลต่างร่วมไม่เท่ากัน จึงไม่เป็นลำดับเลขคณิต

## ตัวอย่างที่ 5

ให้เติมคำตอบลงในช่องว่างแต่ละข้อให้ถูกต้องสมบูรณ์

ลำดับ	ผลต่างร่วม	ลำดับเลขคณิต		ลำดับ	
		เป็น	ไม่เป็น	ลำดับจำกัด	ลำดับอนันต์
10, 8, 6, 4, 2, 0, ...	-2	✓			✓
24, 12, 6, 3, ...	ไม่มี		✓		
10, 15, 20, 25, ...	5	✓			✓
1, 4, 9, 16, 25, ...	ไม่มี		✓		
-5, -10, -15, -20	-5	✓		✓	



ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต

ถ้ากำหนดให้  $a_1$  เป็นพจน์แรก และ  $d$  เป็นผลต่างร่วม แล้วสามารถเขียนพจน์อื่นๆ ของลำดับเลขคณิตในรูปของ  $a_1$  และ  $d$  ได้ดังนี้

$$a_1 = a_1$$

$$a_2 = a_1 + d$$

$$a_3 = a_2 + d = (a_1 + d) + d = a_1 + 2d$$

$$a_4 = a_3 + d = (a_1 + 2d) + d = a_1 + 3d$$

⋮

$$a_n = a_{n+1} + d = (a_1 + (n - 2)d) + d = a_1 + (n - 1)d$$

จะเขียนรูปลำดับ คือ

$$a_1, a_1 + d, a_1 + 2d, a_1 + 3d, \dots, a_1 + (n - 1)d$$

ถ้ากำหนดให้  $a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเลขคณิต และ  $d$  เป็นผลต่างร่วมแล้วพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิต คือ

$$a_n = a_1 + (n - 1)d$$

เมื่อ  $a_n$  เป็นพจน์ที่  $n$  หรือพจน์ที่ต้องการหาของลำดับเลขคณิต

$a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเลขคณิต

$d$  เป็นผลต่างร่วม (common difference)

**ข้อสังเกต**

ในลำดับเลขคณิต พจน์ที่  $n$  คือ

$$a_n = a_1 + (n - 1)d$$

$$a_5 = a_1 + 4d$$

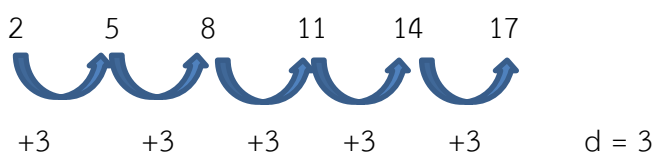
$$a_9 = a_1 + 8d$$

$$a_{10} = a_1 + 9d$$

สังเกตตัวหน้า  $d$   
ตัวเลขจะลดลงจาก  
5, 9, 10 ไป 1 เสมอ

**ตัวอย่างที่ 1**

จงหา 2 พจน์ถัดไปของลำดับต่อไปนี้ 2, 5, 8, 11, ...

**แนวคิด 1**

ดังนั้น 2 พจน์ถัดไป คือ 14, 17

**แนวคิด 2**

จาก 2, 5, 8, 11, ...

จะต้องหา  $a_5$  และ  $a_6$

จะได้  $a_1 = 2$  และ  $d = 5 - 2 = 3$

นั่นคือ  $a_5 = a_1 + 4d = 2 + 4(3) = 14$

$$a_6 = a_1 + 5d = 2 + 5(3) = 17$$

ดังนั้น 2 พจน์ถัดไป คือ 14, 17

**ตัวอย่างที่ 2**

จงเขียน 4 พจน์ถัดไปของลำดับเลขคณิต 6, 13, 20, 27, ...

**แนวคิด**

จากโจทย์ จะได้  $a_1 = 6$  และ  $d = 13 - 6 = 7$

จากสูตร  $a_n = a_1 + (n - 1)d$

$$a_5 = a_1 + 4d = 6 + 4(7) = 34$$

$$a_6 = a_1 + 5d = 6 + 5(7) = 41$$

$$a_7 = a_1 + 6d = 6 + 6(7) = 48$$

$$a_8 = a_1 + 7d = 6 + 7(7) = 55$$

ดังนั้น 4 พจน์ถัดไปของลำดับเลขคณิต คือ 34, 41, 48 และ 55

**ตัวอย่างที่ 3**

จงหาพจน์ที่  $n$  ของลำดับเลขคณิต 6, 10, 14, 18, ...

แนวคิด จากโจทย์ จะได้  $a_1 = 6$  และ  $d = 10 - 6 = 4$   
 จะต้องหา  $a_n$   
 เพราะว่า  $a_n = a_1 + (n - 1)d$   
 แทนค่า  $a_n = 6 + (n - 1)(4)$   
 $= 6 + 4n - 4$   
 $= 4n - 2$   
 ดังนั้น พจน์ที่  $n$  คือ  $4n - 2$

**ตัวอย่างที่ 4**

จงหาพจน์ที่  $n$  ของลำดับเลขคณิต -5, -12, -19, ...

แนวคิด จากโจทย์ จะได้  $a_1 = -5$  และ  $d = -12 - (-5) = -7$   
 จะต้องหา  $a_n$   
 เพราะว่า  $a_n = a_1 + (n - 1)d$   
 แทนค่า  $a_n = -5 + (n - 1)(-7)$   
 $= -5 - 7n + 7$   
 $= -7n + 2$   
 ดังนั้น พจน์ที่  $n$  คือ  $-7n + 2$

**ตัวอย่างที่ 5**

จงหาพจน์ที่  $n$  ที่มีพจน์ที่ 4 เป็น 21 และพจน์ที่ 30 เป็น -187

แนวคิด จากโจทย์ จะได้  $a_4 = 21$  และ  $a_{30} = -187$   
 จะต้องหา  $d$  และ  $a_n$   
 เพราะว่า  $a_n = a_1 + (n - 1)d$   
 $a_4 = a_1 + 3d$   
 $a_{30} = a_1 + 29d$

$$a_1 + 3d = 21 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$a_1 + 29d = -187 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) ; \quad 26d = -208$$

$$d = -\frac{208}{26}$$

$$d = -8$$

แทนค่า d ใน (1) จะได้

$$a_1 + 3(-8) = 21$$

$$a_1 = 21 + 24$$

$$a_1 = 45$$

จะได้  $a_n = 45 + (n - 1)(-8)$

$$= 45 - 8n + 8$$

$$a_n = 53 - 8n$$

ดังนั้น พจน์ที่ n คือ  $-8n + 53$

### ตัวอย่างที่ 6

ลำดับเลขคณิตชุดหนึ่งมีพจน์ที่ 4 เท่ากับ 18 และพจน์ที่ 7 เท่ากับ 16 จงหาผลต่างร่วมและพจน์ที่ 1 ของลำดับชุดนี้

แนวคิด  $a_4 = a_1 + 3d$

$$a_1 + 3d = 18 \quad \dots\dots\dots(1)$$

และ  $a_7 = a_1 + 6d$

$$a_1 + 6d = 16 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) ; \quad 3d = -2$$

$$d = -\frac{2}{3}$$

แทนค่า d ใน (1) จะได้

$$a_1 + 3\left(-\frac{2}{3}\right) = 18$$

$$a_1 - 2 = 18$$

$$a_1 = 20$$

ผลต่างร่วม คือ  $-\frac{2}{3}$  และ พจน์ที่ 1 คือ 20

ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้


นักเรียนสามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้

การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต

การหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิต คือ พจน์ที่อยู่ตรงกลางระหว่างพจน์ 2 พจน์ ที่กำหนดให้

$$a, [\Delta, \Delta, \Delta, \Delta], b \quad \text{หรือ} \quad a, [\Delta], b$$

$\uparrow$  พจน์กลาง  $\uparrow$

 พจน์กลางที่มีเพียง 1 พจน์

กำหนด  $x$  เป็นพจน์กลางที่มีเพียง 1 พจน์ ของลำดับเลขคณิต  $a, x, b$

$$\text{แล้ว } x = \frac{a+b}{2} \quad \text{หรือ} \quad 2x = a + b$$

 พจน์กลางที่มีหลายพจน์

กำหนดพจน์กลางเลขคณิตระหว่าง  $a$  กับ  $b$  มี  $k$  พจน์

$$a, [\Delta, \Delta, \Delta, \Delta], b$$

$\longleftrightarrow$   $k$  พจน์  $\longrightarrow$

การหาพจน์กลางที่มีหลายพจน์ จะต้องหาค่า  $d$  ให้ได้จาก

1. หา  $d$  จากสูตร  $a_n = a_1 + (n - 1)d$
2. หรือสูตรลัด  $d = \frac{b-a}{k+1}$

ตัวอย่างที่ 1

จงหาจำนวนที่อยู่ระหว่าง 18 และ 6 ที่ทำให้จำนวนทั้งสามเป็น 3 พจน์เรียงกันในลำดับเลขคณิต

แนวคิด ให้  $x$  เป็นจำนวนที่ต้องการ จะได้ 18,  $x$ , 6 เป็นลำดับเลขคณิต

$$2x = a + b$$

$$2x = 18 + 6$$

$$2x = 24$$

$$x = \frac{24}{2}$$

$$x = 12$$

ดังนั้น จำนวนที่ต้องการ คือ 12

ตัวอย่างที่ 2

ถ้า 7,  $a$ ,  $b$ , 34 เป็นลำดับเลขคณิตแล้ว จงหา  $a + b$

แนวคิด

โจทย์กำหนด  $a_1 = 7$  ต้องหา  $d$  ก่อน

จาก  $a_n = a_1 + (n - 1)d$

$$34 = 7 + (4 - 1)d$$

$$34 = 7 + 3d$$

$$d = 9$$

$$a = a_1 + d = 7 + 9 = 16$$

$$b = a_2 + d = 16 + 9 = 25$$

นั่นคือ  $a + b = 16 + 25$

$$= 41$$

ดังนั้น  $a + b = 41$

### ใบงานที่ 3 (สำหรับกลุ่มบ้าน)

#### เรื่อง ลำดับเลขคณิต (1)

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

กลุ่มบ้านที่.....ชื่อกลุ่ม.....

- สมาชิกในกลุ่ม
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1** นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเลขคณิตได้

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2** นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตได้

**คำชี้แจง**

ให้เติมค่าของ  $a_2 - a_1$ ,  $a_3 - a_2$ ,  $a_4 - a_3$  ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ พร้อมทั้งพิจารณาว่า เป็นลำดับเลขคณิตหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ (ข้อละ 2 คะแนน)

ข้อ	ลำดับ	$a_2 - a_1$	$a_3 - a_2$	$a_4 - a_3$	ลำดับเลขคณิต	
					เป็น	ไม่เป็น
1	1, 9, 25, 49, ...					
2	3, 6, 12, 18, ...					
3	3, 4, 5, 6, ...					
4	10, 5, $\frac{5}{2}$ , $\frac{5}{3}$ , ...					
5	7, 2, -3, -8, ...					
6	-21, -17, -13, -9, ...					
7	$x + 3$ , $x + 6$ , $x + 9$ , $x + 12$ , ...					
8	31, 27, 23, 18, ...					
9	$\frac{1}{16}$ , $\frac{1}{8}$ , $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{2}$ , ...					
10	$0, \frac{3}{2}, 3, \frac{9}{2}, \dots$					

ลำดับเลขคณิต (arithmetic sequence) คือ .....

.....

### จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตได้

#### คำชี้แจง

1. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเลขคณิตต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

1. 2, -1, -4, -7, -10, ...  
 แนวคิด ลำดับเลขคณิต .....  
 จากโจทย์ จะได้  $a_1 = \dots$  และ  $d = \dots$   
 $a_n = \dots$   
 $= \dots$   
 ดังนั้นพจน์ที่  $n$  หรือ  $a_n = \dots$

2. 7, 10, 13, 16, 19, ...  
 แนวคิด ลำดับเลขคณิต .....  
 จากโจทย์ จะได้  $a_1 = \dots$  และ  $d = \dots$   
 $a_n = \dots$   
 $= \dots$   
 ดังนั้น พจน์ที่  $n$  หรือ  $a_n = \dots$

3. กำหนดให้  $a_1 = 33$ , และ  $d = 3$  ในลำดับเลขคณิต ให้นักเรียนหา  $a_n$   
 $a_n = a_1 + (n - 1)d$   
 $= \dots$   
 $= \dots$   
 $= \dots$   
 ดังนั้น พจน์ที่  $n$  หรือ  $a_n = \dots$

4. กำหนดให้  $a_1 = 33$ , และ  $d = 3$  ในลำดับเลขคณิต ให้นักเรียนหา  $a_n$   
 $a_n = a_1 + (n - 1)d$   
 $= \dots$   
 $= \dots$   
 $= \dots$   
 ดังนั้น พจน์ที่  $n$  หรือ  $a_n = \dots$



2. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างให้สมบูรณ์ (ข้อละ 2 คะแนน)

1.  $a_6 = 25$  และ  $a_{20} = 81$  จงหาลำดับเลขคณิต

$$a_6 = a_1 + 5d \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$a_{20} = a_1 + 19d \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) \quad ; \quad \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$d = \dots\dots\dots$$

แทนค่า  $d$  ใน (1)

$$a_1 + \dots\dots\dots = 25$$

$$a_1 = \dots\dots\dots$$

ลำดับเลขคณิต คือ  $\dots\dots\dots$

2.  $a_6 = 50$  และ  $a_{41} = 155$  จงหาลำดับเลขคณิต

$$a_6 = \dots\dots\dots(1)$$

$$a_{41} = \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) \quad ; \quad \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$d = \dots\dots\dots$$

แทนค่า  $d$  ใน (1)

$$\dots\dots\dots = 50$$

$$a_1 = \dots\dots\dots$$

ลำดับเลขคณิต คือ  $\dots\dots\dots$

3.  $a_4 = 21$  และ  $a_{51} = -355$  จงหาพจน์แรก

$$a_4 = \dots\dots\dots(1)$$

$$a_{51} = \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) \quad ; \quad \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$d = \dots\dots\dots$$

แทนค่า  $d$  ใน (1)

$$\dots\dots\dots = 21$$

$$a_1 = \dots\dots\dots$$

ดังนั้น พจน์แรก คือ  $\dots\dots\dots$

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4 นักเรียนสามารถหาพจน์กลางของลำดับเลขคณิตได้

คำชี้แจง

ให้นักเรียนหาพจน์กลางระหว่างพจน์ 2 พจน์ของลำดับเลขคณิตต่อไปนี้  
(ข้อละ 4 คะแนน)

1. จงหาพจน์กลาง 2 พจน์ที่อยู่ระหว่าง 5 กับ  $-7$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงหาพจน์กลาง 3 พจน์ที่อยู่ระหว่าง 7 กับ 31

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงหาพจน์กลาง 3 พจน์ที่อยู่ระหว่าง 9 กับ  $-11$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค32101 จำนวน 1.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวกาญจนา สนมรัมย์ วันที่ใช้สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

\*\*\*\*\*

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

#### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม. 5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

#### สาระการเรียนรู้

ลำดับเรขาคณิต

อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

#### สาระสำคัญ

ลำดับเรขาคณิต คือ ลำดับที่อัตราส่วนของพจน์ที่  $n + 1$  ต่อพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว ซึ่งค่าคงตัวนี้เรียกว่า อัตราส่วนร่วม (common ratio)

อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต ถ้า  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, a_{n+1}, \dots$  เป็นลำดับเรขาคณิต แล้ว จะได้  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3} = \dots = \frac{a_{n+1}}{a_n} =$  ค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า “อัตราส่วนร่วม (Common Ratio)” เขียนแทนด้วย “ $r$ ”

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

กำหนด  $a_1$  เป็นพจน์แรกของลำดับ และ  $r$  เป็นอัตราส่วนร่วม

ฉะนั้น รูปทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $a_1, a_1r, a_1r^2, a_1r^3, \dots, a_1r^{n-1}$

$$\begin{array}{l} \text{จากรูปทั่วไปจะได้} \\ a_1 = a_1r^0 = a_1r^{1-1} \\ a_2 = a_1r = a_1r^{2-1} \\ a_3 = a_1r^2 = a_1r^{3-1} \\ a_4 = a_1r^3 = a_1r^{4-1} \\ \vdots \\ a_n = a_1r^{n-1} \end{array}$$

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $a_n = a_1 r^{n-1}$

เมื่อ  $a_n$  เป็นพจน์ที่  $n$  หรือ พจน์ที่ต้องการของลำดับเรขาคณิต

$a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเรขาคณิต

$r$  เป็นอัตราส่วนร่วม

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเรขาคณิตได้ (K)
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้ (P)
3. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้ (P)
4. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม (A)

### สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการคิด
2. ความสามารถในการแก้ปัญหา

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นกิจกรรมเข้าสู่บทเรียน (เวลา 5 นาที)

1. ทบทวนการพิจารณาลำดับเลขคณิตจากลำดับใด ๆ และการให้นิยามของลำดับเลขคณิต
2. ครูติดแถบตัวอย่างลำดับ 3 ลำดับต่อไปนี้ บนกระดาน เช่น ลำดับ 6, 8, 10, 12 ลำดับ 2, 4, 8, 16 และลำดับ 1, 4, 9, 16
  - ให้นักเรียนพิจารณาลำดับ 3 ลำดับนั้นว่าต่างกันตรงใด
  - ครูให้นักเรียนหาผลต่างร่วมของลำดับทั้ง 3 ลำดับที่ครูกำหนดให้บนกระดาน ว่าแต่ละลำดับมีผลต่างร่วมเป็นเท่าใด
  - ถ้าครูต้องการหาอัตราส่วนร่วม จากลำดับที่ครูกำหนดให้บนกระดาน นักเรียนคิดว่าจะมีวิธีการหาอัตราส่วนร่วมได้อย่างไร

## ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

### ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถ เก่ง ปานกลาง อ่อน เท่าๆ กัน แล้วให้นักเรียนนั่งรวมกันหรือใกล้ๆ กัน แล้วเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”
2. ในกลุ่มบ้านให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในแต่ละคนว่าใครจะเป็นหัวหน้ากลุ่ม เลขาน และสมาชิกกลุ่ม
3. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้กับนักเรียนแต่ละคนทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง

### ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน (เวลา 5 นาที)

1. ครูให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้หัวข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน โดยกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”
2. ครูมอบหมายงาน
  - ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของลำดับเรขาคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้
    - นักเรียนเข้าใจความหมายของลำดับเรขาคณิต บอกได้ว่าลำดับใดเป็นลำดับเรขาคณิต
  - ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้
    - นักเรียนหาอัตราส่วนร่วมโดยการใช้สูตรได้
  - ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้
    - นักเรียนเขียน 4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิต
    - นักเรียนหาพจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิตได้
    - นักเรียนหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  ได้

### ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1. ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ โดยแยกย้ายไปตามหัวข้อเรื่องที่ครูกำหนดไว้ โดยให้ศึกษาจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้
2. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแล้ว ครูแจกใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) ให้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องศึกษาเนื้อหาและหัวข้อตามที่กำหนดให้

3. ครูให้แต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ โดยใช้เวลา 20 นาที ครูพยายามแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาให้เข้าใจ เพื่อจะได้เนื้อหาที่ชัดเจนกลับไปกลุ่มบ้าน

4. ครูควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันศึกษา อภิปราย ระดมสมอง และต้องบอกหัวหน้ากลุ่มหรือนักเรียนที่มีความสามารถเก่งคอยกระตุ้นเพื่อนที่มีความสามารถอ่อน ให้ช่วยกันศึกษาและช่วยกันสรุปเนื้อหาด้วย

#### ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้

เมื่อหมดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ครูให้นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มบ้านของแต่ละผู้เชี่ยวชาญที่ได้ค้นคว้าเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ตนได้ไปศึกษามา ให้กับเพื่อนในกลุ่มบ้านให้เข้าใจ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจึงได้เรียนรู้ภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดโดยเท่าเทียมกัน

(เวลา 25 นาที)

#### ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้ และมอบรางวัล

1. ครูแจกใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1) ครูให้เวลาทำใบงาน 15 นาที
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะมีของรางวัลแจก และมอบของรางวัลให้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ใช้เวลา 30 นาที

#### ขั้นสรุป (เวลา 10 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาเรื่อง ความหมายของลำดับเรขาคณิต อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

- จากลำดับที่ครูได้ยกตัวอย่างบนกระดาน ครูสรุปว่าหาอัตราส่วนร่วม หาได้โดยการใช้สูตร

$$r = \frac{a_{n+1}}{a_n} \text{ เมื่อ } n \in I^+$$

### สื่ออุปกรณ์การจัดการเรียนรู้

1. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ความหมายของลำดับเรขาคณิต
2. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต
3. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต
4. ใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)
5. หนังสือคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม

### การวัดและประเมินผล

การวัดผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเรขาคณิตได้	- การทำใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้	- การทำใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้	- การทำใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
4. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดี



บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(นางสาวกาญจนา สนมรัมย์)

...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 5 เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเรขาคณิตได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้

✚ แต่ละเอียดตอบถูก 4 ช่อง	ได้คะแนน	2	คะแนน
✚ แต่ละเอียดตอบถูก 3 ช่อง	ได้คะแนน	1.5	คะแนน
✚ แต่ละเอียดตอบถูก 2 ช่อง	ได้คะแนน	1	คะแนน
✚ แต่ละเอียดตอบถูก 1 ช่อง	ได้คะแนน	0.5	คะแนน
✚ แต่ละเอียดตอบผิดทุกช่อง	ได้คะแนน	0	คะแนน

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3. นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้

✚ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ได้คะแนน	4	คะแนน
✚ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน	ได้คะแนน	3	คะแนน
✚ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนหรือวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ	ได้คะแนน	2	คะแนน
✚ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง	ได้คะแนน	1	คะแนน
✚ ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์	ได้คะแนน	0	คะแนน

หมายเหตุ 7 คะแนนขึ้นไปผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

(คะแนนเต็ม 10 คะแนน การคิดคะแนน ให้นำคะแนนที่ได้หารด้วย 6)

## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน			
2	ความร่วมมือในการทำงาน			
3	การตั้งใจในการทำงาน			
4	ความสามัคคี			
5	กระบวนการทำงาน			

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและอธิบายเนื้อหาที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนเข้าใจดี	ใช้เวลาทำงานที่ได้รับมอบหมายมากและอธิบายเนื้อหาที่ตนไปศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจบางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาให้เพื่อนเข้าใจได้
2. ความร่วมมือในการทำงาน	ร่วมมือทำงานกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	หลีกเลี่ยงและไม่แสดงความคิดเห็นเลย
3. ความตั้งใจในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	ต้องคอยระวังให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางครั้ง	ต้องควบคุมและชี้แจงการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ่อยๆ
4. ความสามัคคี	ยอมรับฟังความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล	โต้แย้งและไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นครั้งคราว	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. กระบวนการทำงาน	ดำเนินการวางแผนภายในกลุ่มและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	ดำเนินการวางแผนแต่ไม่ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตามขั้นตอน	ไม่มีการวางแผนที่ดี

เกณฑ์การผ่าน	11 – 15 คะแนน	ระดับคุณภาพดี (ผ่านเกณฑ์การประเมิน)
	6 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพพอใช้
	1 – 5 คะแนน	ระดับคุณภาพปรับปรุง



**ใบความรู้ (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)**  
**เรื่อง ความหมายของลำดับเรขาคณิต**

**คำชี้แจง** ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของลำดับเรขาคณิต

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเรขาคณิตได้

**ความหมายของลำดับเรขาคณิต**

ลำดับเรขาคณิต (Geometric Sequence Geometric Progression) อักษรย่อที่ใช้ คือ G.S. หรือ G.P. เป็นลำดับที่อัตราส่วนของพจน์ที่  $n + 1$  ต่อพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า “อัตราส่วนร่วม” (Common Ratio) เขียนแทนด้วย “ $r$ ”

$$\text{จะได้ } r = \frac{a_{n+1}}{a_n} \text{ เมื่อ } n \in I^+$$

$$\text{ดังนั้น } \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3} = \dots = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

ตัวอย่างลำดับเรขาคณิต

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| 1) 1, 2, 4, 8, ..., 1024                               | มี $r = 2$            |
| 2) $1, \frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \dots, \frac{1}{243}$ | มี $r = \frac{1}{3}$  |
| 3) 64, -32, 16, ...                                    | มี $r = -\frac{1}{2}$ |

**ตัวอย่างที่ 1** จงแสดงว่าลำดับ 3, 6, 12, 24, 48, ... เป็นลำดับเรขาคณิตหรือไม่ เพราะเหตุใด

**แนวคิด** จากความหมายของลำดับเรขาคณิตที่ว่า เป็นลำดับที่มีอัตราส่วนที่ได้จากการนำพจน์ที่  $n + 1$  หารด้วยพจน์ที่  $n$  มีค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า “อัตราส่วนร่วม” แทนด้วยสัญลักษณ์ “ $r$ ”

$$\text{ฉะนั้น } \frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3} = \dots = \frac{a_{n+1}}{a_n} = r$$

จากโจทย์ ลำดับ 3, 6, 12, 24, 48, ...

$$\text{จะได้ } \frac{a_2}{a_1} = \frac{6}{3} = 2 = r, \quad \frac{a_3}{a_2} = \frac{12}{6} = 2 = r, \quad \frac{a_4}{a_3} = \frac{24}{12} = 2 = r$$

จะเห็นว่า ลำดับนี้มีอัตราส่วนร่วม เท่ากับ 2

ดังนั้น ลำดับนี้เป็นลำดับเรขาคณิต มี  $r$  เท่ากับ 2 เพราะเมื่อนำพจน์หลังหารด้วยพจน์หน้าที่อยู่ติดกัน อัตราส่วน มีค่าเท่ากันหมด

### ตัวอย่างที่ 2

จงเติมค่าของ  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3}$  ลงในช่องว่างที่กำหนดให้

ข้อ	ลำดับ	$\frac{a_2}{a_1}$	$\frac{a_3}{a_2}$	$\frac{a_4}{a_3}$	ลำดับเรขาคณิต	
					เป็น	ไม่เป็น
1	2, 4, 8, 16, 32, ...	$\frac{4}{2} = 2$	$\frac{8}{4} = 2$	$\frac{16}{8} = 2$	✓	
2	3, 9, 27, 81, 243, ...	$\frac{9}{3} = 3$	$\frac{27}{9} = 3$	$\frac{81}{27} = 3$	✓	
3	5, 20, 80, 320, ...	$\frac{20}{5} = 4$	$\frac{80}{20} = 4$	$\frac{320}{80} = 4$	✓	
4	10, 20, 30, 40, ...	$\frac{20}{10} = 2$	$\frac{30}{20} = \frac{3}{2}$	$\frac{40}{30} = \frac{4}{3}$		✓
5	-1, -4, -16, -64, -256, ...	$\frac{-4}{-1} = 4$	$\frac{-16}{-4} = 4$	$\frac{-64}{-16} = 4$	✓	

ใบความรู้ (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้

อัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต

ถ้า  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, a_{n+1}, \dots$  เป็นลำดับเรขาคณิตแล้ว จะได้  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3} = \dots =$   
 $\frac{a_{n+1}}{a_n}$  = ค่าคงตัว เรียกค่าคงตัวนี้ว่า “อัตราส่วนร่วม (Common Ratio)” เขียนแทนด้วย “r”  
 จะได้  $r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$  เมื่อ  $n \in \mathbb{I}^+$

**หมายเหตุ** เนื่องจากอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้จากการหารพจน์สองพจน์ที่อยู่ติดกัน ดังนั้น พจน์แต่ละพจน์ของลำดับเรขาคณิต จะต้องไม่เป็นศูนย์

**ตัวอย่างที่ 1** จงหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตต่อไปนี้

$$1) -4, -8, -16, -32, \dots$$

แนวคิด เนื่องจาก  $-4, -8, -16, -32, \dots$  เป็นลำดับเรขาคณิต

$$\text{จาก } r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

$$r_1 = \frac{-8}{-4} = 2$$

$$r_2 = \frac{-16}{-8} = 2$$

$$r_3 = \frac{-32}{-16} = 2$$

ดังนั้น ลำดับเรขาคณิตที่มีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2

2) 1, 7, 49, 343, ...

แนวคิด เนื่องจาก 1, 7, 49, 343, ... เป็นลำดับเรขาคณิต

$$\text{จาก } r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

$$r_1 = \frac{7}{1} = 7$$

$$r_2 = \frac{49}{7} = 7$$

$$r_3 = \frac{343}{49} = 7$$

ดังนั้น ลำดับเรขาคณิตที่มีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 7

3) 27, 9, 3, 1, ...

แนวคิด เนื่องจาก 27, 9, 3, 1, ... เป็นลำดับเรขาคณิต

$$\text{จาก } r = \frac{a_{n+1}}{a_n}$$

$$r_1 = \frac{9}{27} = \frac{1}{3}$$

$$r_2 = \frac{3}{9} = \frac{1}{3}$$

$$r_3 = \frac{1}{3} = \frac{1}{3}$$

ดังนั้น ลำดับเรขาคณิตที่มีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ  $\frac{1}{3}$



ใบความรู้ (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้

การหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต

ในกรณีทั่วไป ถ้าให้  $a_1, a_2, a_3, a_4, \dots, a_5, \dots$  เป็นลำดับเรขาคณิต โดย  $a_1$  เป็นพจน์แรก และ  $r$  เป็นอัตราส่วนร่วม และเขียนพจน์อื่นๆ ของลำดับเรขาคณิตในรูปของ  $a_1$  และ  $r$  ได้ดังนี้

กำหนด  $a_1$  เป็นพจน์แรกของลำดับ และ  $r$  เป็นอัตราส่วนร่วม

ฉะนั้น รูปทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $a_1, a_1r, a_1r^2, a_1r^3, \dots, a_1r^{n-1}$

จากรูปทั่วไปจะได้

$$\begin{array}{rclcl} a_1 & = & a_1r^0 & = & a_1r^{1-1} \\ & & a_2 & = & a_1r & = & a_1r^{2-1} \\ & & a_3 & = & a_1r^2 & = & a_1r^{3-1} \\ & & a_4 & = & a_1r^3 & = & a_1r^{4-1} \\ & & \vdots & & & & \\ & & a_n & = & a_1r^{n-1} \end{array}$$

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $a_n = a_1r^{n-1}$

เมื่อ  $a_n$  เป็นพจน์ที่  $n$  หรือ พจน์ที่ต้องการของลำดับเรขาคณิต

$a_1$  เป็นพจน์ที่ 1 ของลำดับเรขาคณิต

$r$  เป็นอัตราส่วนร่วม

## ตัวอย่างที่ 1

จงเขียน 4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = \frac{1}{2}$  และ 2 เป็นอัตราส่วนร่วม

## แนวคิด

$$\text{ให้ } a_1 = \frac{1}{2} \text{ และ } r = 2$$

$$a_2 = a_1 r = \frac{1}{2} \times 2 = 1$$

$$a_3 = a_2 r = 1 \times 2 = 2$$

$$a_4 = a_3 r = 2 \times 2 = 4$$

ดังนั้น 4 พจน์แรกของลำดับเรขาคณิต คือ  $\frac{1}{2}, 1, 2, 4$

## ตัวอย่างที่ 2

จงหาพจน์ที่ 7 ของลำดับเรขาคณิต 4, 16, 64, 256, ...

## แนวคิด

$$\text{จากสูตร } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{เนื่องจาก } a_1 = 4 \text{ และ } r = \frac{16}{4} = 4$$

$$\text{จะได้ } a_7 = 4(4)^{7-1}$$

$$a_7 = 4(4)^6$$

$$a_7 = 4 \times 4,096$$

$$a_7 = 16,384$$

ดังนั้น พจน์ที่ 7 ของลำดับเรขาคณิต คือ 16,384

## ตัวอย่างที่ 3

จงหา 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต 1, 7, 49, 343, ...

## แนวคิด

$$\text{ให้ } a_1 = 1 \text{ และ } r = \frac{7}{1} = 7$$

$$a_5 = a_4 r = 343 \times 7 = 2,401$$

$$a_6 = a_5 r = 2,401 \times 7 = 16,807$$

$$a_7 = a_6 r = 16,807 \times 7 = 117,649$$

ดังนั้น 3 พจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต คือ 2,401, 16,807, 117,649

## ตัวอย่างที่ 4

จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต 81, 27, 9, 3, 1, ...

## แนวคิด

$$\text{จากสูตร } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{เนื่องจาก } a_1 = 81 \text{ และ } r = \frac{27}{81} = \frac{1}{3}$$

$$a_n = 81 \left(\frac{1}{3}\right)^{n-1}$$

$$a_n = 3^4 (3)^{-(n-1)}$$

$$a_n = 3^{4-n+1}$$

$$a_n = 3^{5-n}$$

ดังนั้น พจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต คือ  $a_n = 3^{5-n}$

## ตัวอย่างที่ 5

จงหาพจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต ที่มีพจน์แรกเป็น 1 และ พจน์ที่ 2 เป็น 3

## แนวคิด

$$\text{จากสูตร } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{เนื่องจาก } a_1 = 1, a_2 = 3 \text{ และ } r = \frac{3}{1} = 3$$

$$a_8 = 1(3)^{8-1}$$

$$a_8 = 3^7$$

$$a_8 = 2,187$$

ดังนั้น พจน์ที่ 8 ของลำดับเรขาคณิต คือ 2,187

## ตัวอย่างที่ 6

จงหาพจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิตที่มีพจน์ที่ 3 เท่ากับ 12 และ  
อัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2

แนวคิด

จากสูตร  $a_n = a_1 r^{n-1}$   
เนื่องจาก  $a_3 = 12$  และ  $r = 2$   
หา  $a_1$  ได้จาก

$$a_3 = a_1 r^2$$

$$12 = a_1 (2)^2$$

$$12 = 4a_1$$

$$a_1 = \frac{12}{4}$$

$$a_1 = 3$$

จะได้

$$a_5 = a_1 r^4$$

$$a_5 = 3(2)^4$$

$$a_5 = 3(16)$$

$$a_5 = 48$$

ดังนั้น พจน์ที่ 5 ของลำดับเรขาคณิต คือ 48

### ใบงานที่ 5 (สำหรับกลุ่มบ้าน)

#### เรื่อง ลำดับเรขาคณิต (1)

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

กลุ่มบ้านที่.....ชื่อกลุ่ม.....

- สมาชิกในกลุ่ม
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1** นักเรียนสามารถบอกความหมายของลำดับเรขาคณิตได้

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2** นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตได้

**คำชี้แจง** ให้เติมค่าของ  $\frac{a_2}{a_1} = \frac{a_3}{a_2} = \frac{a_4}{a_3}$  ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ พร้อมทั้งพิจารณาว่าเป็นลำดับเรขาคณิตหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนดให้ (ข้อละ 2 คะแนน)

ข้อ	ลำดับ	$\frac{a_2}{a_1}$	$\frac{a_3}{a_2}$	$\frac{a_4}{a_3}$	ลำดับเรขาคณิต	
					เป็น	ไม่เป็น
1	4, 8, 16, 32, ...					
2	3, 6, 9, 12, ..., 3n					
3	3, 18, 108, 648, ..., $3(6)^{n-1}$ , ...					
4	5, 12, 19, 26, ..., $7n - 2$ , ...					
5	6, 12, 24, 48, ..., $6(2)^{n-2}$ , $6(2)^{n-1}$ , ...					
6	9, 3, 1, $\frac{1}{3}$ , $\frac{1}{9}$ , ...					
7	$\frac{1}{2}$ , $\frac{1}{4}$ , $\frac{1}{8}$ , $\frac{1}{16}$ , $\frac{1}{32}$ , ...					
8	2, 6, 18, 54, 162, ...					
9	5, $\frac{5}{2}$ , $\frac{5}{4}$ , $\frac{5}{8}$ , ...					
10	10, -100, 1000, -10000, ...					

ลำดับเรขาคณิต คือ.....

.....

### จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนสามารถหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิตได้

คำชี้แจง ให้นักเรียนแสดงวิธีทำจากสิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (ข้อละ 4 คะแนน)

1. จงเขียนสามพจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต 5, 20, 80, 320, ...

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. จงเขียนสามพจน์ถัดไปของลำดับเรขาคณิต 4, 12, 36, 108, ...

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. จงเขียนสี่พจน์แรกของลำดับเรขาคณิตที่มี  $a_1 = 3$  และ  $r = 2$

วิธีทำ

.....

.....

.....

.....

.....

.....





6. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $1, -4, 16, -64, \dots$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



7. จงหาพจน์ทั่วไปของลำดับเรขาคณิต  $25, 5, 1, \dots$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



8. จงหาพจน์ที่ 6 ของลำดับเรขาคณิตที่มีพจน์ที่ 2 เท่ากับ 6 และอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....





### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค32101 จำนวน 1.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวกาญจนา สนมรัมย์ วันที่ใช้สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

\*\*\*\*\*

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

#### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม. 5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

#### สาระการเรียนรู้

ความหมายของอนุกรม

ความหมายของอนุกรมเลขคณิต

ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต กรณีทราบค่า  $n$

#### สาระสำคัญ

อนุกรม (Series) เกิดจากการนำพจน์ทุกพจน์ของลำดับมาบวกกัน มีได้หลายแบบต่าง ๆ กัน อาจแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ อนุกรมจำกัด (finite series) และอนุกรมอนันต์ (infinite series)

อนุกรมที่ได้จากลำดับเลขคณิต เรียกว่า อนุกรมเลขคณิต กล่าวคือ ผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับเลขคณิต ก็คือ อนุกรมเลขคณิต และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิต จะเป็นผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตด้วย

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต

ให้  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  เป็นลำดับเลขคณิต อนุกรมที่ได้จากลำดับเลขคณิต เรียกว่า อนุกรมเลขคณิต และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตจะเป็นผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตด้วย

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตสามารถหาได้ดังนี้

$$S_n = \frac{n}{2} (a_1 + a_n)$$

หรือ

$$S_n = \frac{n}{2} [2a_1 + (n - 1)d]$$

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมได้ (K)
2. นักเรียนสามารถระบุอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้ (K)
3. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้ (P)
4. นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต กรณีทราบค่า  $n$  ได้ (P)
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม (A)

### สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มีความมุ่งมั่นในการทำงาน

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นกิจกรรมเข้าสู่บทเรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูกำหนดลำดับใด ๆ แล้วให้นักเรียนเขียนวิธีการหาผลบวกของลำดับนั้น ๆ ด้วยชิกมา เช่น ลำดับ 1, 4, 9, 16 จะได้ผลบวกของลำดับนี้คือ  $1 + 4 + 9 + 16$  หรือ 20
2. ครูยกตัวอย่างการหาผลบวกของอนุกรมเลขคณิต 2 ตัวอย่างที่แตกต่างกัน เช่น
  - จงหาผลบวกของอนุกรมลำดับเลขคณิต  $3 + 6 + 9 + 12 + 15 + 18 + 21$
  - จงหาผลบวกของอนุกรมลำดับเลขคณิต  $2 + 4 + 6 + \dots + 48$
 นักเรียนหาคำตอบของแต่ละข้อได้เท่าไร และแต่ละข้อมีวิธีการหาได้อย่างไร

#### ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่องลำดับและอนุกรม

##### ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เท่าๆ กัน แล้วให้นักเรียนนั่งรวมกันหรือใกล้ๆ กัน แล้วเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”
2. ในกลุ่มบ้านให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในแต่ละคนว่าใครจะเป็นหัวหน้ากลุ่ม เลขๆ และสมาชิกกลุ่ม

3. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้กับนักเรียนแต่ละคนทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง

### ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน (เวลา 5 นาที)

1. ครูให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้หัวข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน โดยกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”

2. ครูมอบหมายงาน

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรม นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนเข้าใจความหมายของอนุกรม และบอกได้ว่าอนุกรมจำกัด และอนุกรมอนันต์ มีลักษณะเป็นอย่างไร

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรมเลขคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนเข้าใจความหมาย และบอกได้ว่าลักษณะใดเป็นอนุกรมเลขคณิต หรือไม่เป็นอนุกรมเลขคณิต
- หาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต นักเรียนเข้าใจในประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนสามารถนำสูตรอนุกรมเลขคณิตไปใช้ในการหาคำตอบได้ พร้อมทั้งนำสูตรลำดับเลขคณิตมาประยุกต์ใช้ในการหาคำตอบ

### ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1. ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ โดยแยกย้ายไปตามหัวข้อเรื่องที่ครูกำหนดไว้ โดยให้ศึกษาจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้

2. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแล้ว ครูแจกใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1) ให้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องหาเนื้อหาและหัวข้อตามที่กำหนดให้

3. ครูให้แต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากหนังสือคณิตศาสตร์ เรื่อง ลำดับเรขาคณิต โดยให้เวลา 20 นาที ครูพยายามแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาให้เข้าใจ เพื่อจะได้เนื้อหาที่ชัดเจนกลับไปกลุ่มบ้าน

4. ครูควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันศึกษา อภิปราย ระดมสมอง และต้องบอกหัวหน้ากลุ่มหรือนักเรียนที่มีความสามารถเก่งคอยกระตุ้นเพื่อนที่มีความสามารถอ่อน ให้ช่วยกันศึกษาและช่วยกันสรุปเนื้อหาด้วย

#### ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้

เมื่อหมดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ครูให้นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มบ้านของแต่ละผู้เชี่ยวชาญที่ได้ค้นคว้าเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ตนได้ไปศึกษามา ให้กับเพื่อนในกลุ่มบ้านให้เข้าใจ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจึงได้เรียนรู้ภาพรวมของเนื้อหาทั้งหมดโดยเท่าเทียมกัน

(เวลา 25 นาที)

#### ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้ และมอบรางวัล

1. ครูแจกใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1) ครูให้เวลาทำใบงาน 20 นาที
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะมีของรางวัลแจก และมอบของรางวัลให้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ใช้เวลา 30 นาที

#### ขั้นสรุป (เวลา 10 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาเรื่อง ความหมายของอนุกรม อนุกรมเลขคณิต และผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต

- จากคำถามข้างต้น ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปได้ว่า การหาผลบวกในจำนวนหลายๆ พจน์ เราสามารถใช้สูตรอนุกรมเลขคณิต ในการหาผลลัพธ์ได้ง่ายและใช้เวลาที่รวดเร็ว

#### สื่ออุปกรณ์การจัดการเรียนรู้

1. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ความหมายของอนุกรม
2. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ความหมายของอนุกรมเลขคณิต
3. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
4. ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)
5. หนังสือคณิตศาสตร์ เรื่องอนุกรมเลขคณิต

## การวัดและประเมินผล

การวัดผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมได้	- การทำใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถระบุอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	- ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
4. นักเรียนสามารถหาผลบวก n พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้	- การทำใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดี

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....  
(นางสาวกาญจนา สนมรัมย์)  
...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 7 เรื่อง อนุกรมเลขคณิตคณิต (1)

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1** นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมได้

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2** นักเรียนสามารถระบุอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 3** นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้

+ แต่ละข้อย่อยตอบถูก 2 ข้อ ได้คะแนน 1 คะแนน

+ แต่ละข้อย่อยตอบถูก 1 ข้อ ได้คะแนน 0.5 คะแนน

+ แต่ละข้อย่อยตอบผิดทุกข้อ ได้คะแนน 0 คะแนน

**จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 4** นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตได้

+ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน ได้คะแนน 4 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน ได้คะแนน 3 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนหรือวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ ได้คะแนน 2 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง ได้คะแนน 1 คะแนน

+ ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ ได้คะแนน 0 คะแนน

**หมายเหตุ** 7 คะแนนขึ้นไปผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

(คะแนนเต็ม 10 คะแนน การคิดคะแนน ให้นำคะแนนที่ได้หารด้วย 4)



## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน			
2	ความร่วมมือในการทำงาน			
3	การตั้งใจในการทำงาน			
4	ความสามัคคี			
5	กระบวนการทำงาน			

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและอธิบายเนื้อหาที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนเข้าใจดี	ใช้เวลาทำงานที่ได้รับมอบหมายมากและอธิบายเนื้อหาที่ตนไปศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจบางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาให้เพื่อนเข้าใจได้
2. ความร่วมมือในการทำงาน	ร่วมมือทำงานกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	หลีกเลี่ยงและไม่ร่วมหรือไม่แสดงความคิดเห็นเลย
3. ความตั้งใจในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	ต้องคอยระวังให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางครั้ง	ต้องควบคุมและชี้แจงการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ่อยๆ
4. ความสามัคคี	ยอมรับฟังความคิดเห็นอย่างมีเหตุมีผล	โต้แย้งและไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นครั้งคราว	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. กระบวนการทำงาน	ดำเนินการวางแผนภายในกลุ่มและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	ดำเนินการวางแผนแต่ไม่ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตามขั้นตอน	ไม่มีการวางแผนที่ดี

เกณฑ์การผ่าน	11 – 15 คะแนน	ระดับคุณภาพดี (ผ่านเกณฑ์การประเมิน)
	6 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพพอใช้
	1 – 5 คะแนน	ระดับคุณภาพปรับปรุง



ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง ความหมายของอนุกรม

**คำชี้แจง** ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรม

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมได้

**ความหมายของอนุกรม**

พิจารณาลำดับต่อไปนี้ 1, 2, 4, 11, 16 และ 2, 4, 8, 16, 32, ...,  $2^n$ , ... จะได้ผลบวกของลำดับข้างต้น คือ

$$1 + 2 + 4 + 11 + 16 \text{ และ } 2 + 4 + 8 + 16 + 32 + \dots + 2^n + \dots$$

จะเรียกผลบวกของลำดับข้างต้น ว่า อนุกรม

ผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับจำกัด  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  สามารถเขียนได้ในรูป  $a_1 + a_2 + a_3, + \dots, + a_n$  เรียกผลบวกของพจน์ทุกพจน์ที่ได้จากลำดับจำกัดว่า อนุกรมจำกัด

ผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับจำกัด  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n, \dots$  สามารถเขียนได้ในรูป  $a_1 + a_2 + a_3, + \dots, + a_n + \dots$  เรียกผลบวกของพจน์ทุกพจน์ที่ได้จากลำดับจำกัดว่า อนุกรมอนันต์

เรียก  $a_1$  ว่า พจน์ที่ 1 ของอนุกรม

$a_2$  ว่า พจน์ที่ 2 ของอนุกรม

$a_n$  ว่า พจน์ที่ n ของอนุกรม

**ตัวอย่างของอนุกรม**

1.  $2 + 6 + 10 + 14 + \dots + 42$  เป็นอนุกรมจำกัดที่ได้จากลำดับ 2, 6, 10, 14, ..., 42
2.  $3 + 0 + (-3) + (-6) + \dots + (-57)$  เป็นอนุกรมจำกัดที่ได้จากลำดับ 3, 0, -3, -6, ..., -57
3.  $1 + 2 + 3 + 4 + \dots + n + \dots$  เป็นอนุกรมอนันต์ที่ได้จากลำดับ 1, 2, 3, 4, ..., n, ...
4.  $5 + 10 + 15 + 20 + \dots$  เป็นอนุกรมอนันต์ที่ได้จากลำดับ 5, 10, 15, 20, ...

**ใบความรู้ (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)**  
**เรื่อง ความหมายของอนุกรมเลขคณิต**

**คำชี้แจง** ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรมเลขคณิต

**จุดประสงค์การเรียนรู้**

1. นักเรียนสามารถระบุอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้
2. นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้

**ความหมายของลำดับเลขคณิต**

ให้  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  เป็นลำดับเลขคณิต อนุกรมที่ได้จากลำดับเลขคณิต เรียกว่า อนุกรมเลขคณิต และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตจะเป็นผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิต ด้วย

ผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตที่เขียนแทนด้วย  $S_n$  มีความหมายดังนี้

$$S_1 = a_1$$

$$S_2 = a_1 + a_2$$

$$S_3 = a_1 + a_2 + a_3$$

⋮

$$S_n = a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$$

เช่น  $S_5 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5$

$$S_9 = a_1 + a_2 + a_3 + a_4 + a_5 + a_6 + a_7 + a_8 + a_9$$

**ตัวอย่างที่ 1**

จงแสดงว่าอนุกรมที่กำหนดให้ต่อไปนี้ เป็นอนุกรมเลขคณิตหรือไม่ พร้อมทั้งบอกผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิต

1.  $3 + 7 + 11 + 15$

เป็นอนุกรมเลขคณิต และมีผลต่างร่วมเท่ากัน คือ

$$7 - 3 = 4, 11 - 7 = 4, 15 - 11 = 4$$

2.  $(-2) + (-5) + (-8) + (-11)$

เป็นอนุกรมเลขคณิต และมีผลต่างร่วมเท่ากัน คือ

$$(-5) - (-2) = -3, (-8) - (-5) = -3, (-11) - (-8) = -3$$

3.  $1 + 4 + 9 + 16 + 25 + \dots$

ไม่เป็นอนุกรมเลขคณิต เพราะมีผลต่างร่วมไม่เท่ากัน

4.  $5 + 9 + 13 + 17 + 21 + \dots$

เป็นอนุกรมเลขคณิต และมีผลต่างร่วมเท่ากัน คือ

$$9 - 5 = 4, 13 - 9 = 4, 17 - 13 = 4, 21 - 17 = 4$$

**ตัวอย่างที่ 2**

จงหาอนุกรมเลขคณิตของลำดับเลขคณิตต่อไปนี้

ข้อ	ลำดับเลขคณิต	จำนวน พจน์	อนุกรมเลขคณิต ( $S_n$ )
1	1, 3, 5, 7	4	$S_4 = 1 + 3 + 5 + 7$
2	2, 9, 16, 23, 30, 37	6	$S_6 = 2 + 9 + 16 + 23 + 30 + 37$
3	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40	8	$S_8 = 5 + 10 + 15 + 20 + 25 + 30 + 35 + 40$

### ใบความรู้ (กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

#### เรื่อง ผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต กรณีทราบค่า $n$

**คำชี้แจง** ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต กรณีทราบค่า  $n$  ได้

#### ผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต กรณีทราบค่า $n$

ให้  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  เป็นลำดับเลขคณิต อนุกรมที่ได้จากลำดับเลขคณิต เรียกว่า อนุกรมเลขคณิต และผลต่างร่วมของลำดับเลขคณิตจะเป็นผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตด้วย

ผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตที่เขียนแทนด้วย  $S_n$  มีความหมายดังนี้

$$\begin{aligned} S_1 &= a_1 \\ S_2 &= a_1 + a_2 \\ S_3 &= a_1 + a_2 + a_3 \\ &\vdots \\ S_n &= a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n \end{aligned}$$

ให้  $S_n$  เป็นผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตที่มี  $a_1$  เป็นพจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต และ  $d$  เป็นผลต่างร่วมได้ดังนี้

$$\begin{aligned} S_n &= a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_{n-2} + a_{n-1} + a_n \\ &= a_1 + [a_1 + d] + [a_1 + 2d] + \dots + [a_1 + (n-1)d] \dots\dots\dots(1) \end{aligned}$$

หรืออาจเขียน  $S_n$  ใหม่ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} S_n &= a_n + a_{n-1} + a_{n-2} + \dots + a_3 + a_2 + a_1 \\ &= a_n + [a_n + d] + [a_n + 2d] + \dots + [a_n + (n-1)d] \dots\dots\dots(2) \end{aligned}$$

นำ (1) + (2)

$$\text{จะได้ } 2S_n = \underbrace{(a_1 + a_n) + (a_1 + a_n) + (a_1 + a_n) + \dots + (a_1 + a_n)}_{n \text{ พจน์}}$$

$$2S_n = n(a_1 + a_n)$$

$$S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$$

นอกจากจะหา  $S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$  แล้วสามารถหา  $S_n$  ได้ดังนี้

เนื่องจาก  $a_n = a_1 + (n - 1)d$

จะได้  $S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$

$$S_n = \frac{n}{2}[a_1 + a_1 + (n - 1)d]$$

$$S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n - 1)d]$$

ดังนั้น  $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n - 1)d]$

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิตสามารถหาได้ดังนี้

$$S_n = \frac{n}{2}(a_1 + a_n)$$

หรือ  $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n - 1)d]$

ตัวอย่างที่ 1 จงหาผลบวก 10 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต  $3 + 5 + 7 + \dots$

แนวคิด จากโจทย์  $a_1 = 3, d = 2$

จากสูตร  $S_n = \frac{n}{2}[2a_1 + (n - 1)d]$

จะได้  $S_{10} = \frac{10}{2}[2(3) + (10 - 1)(2)]$

$$= 5(6 + 18)$$

$$= 5(24)$$

$$= 120$$

ดังนั้น ผลบวก 10 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต เท่ากับ 120

ตัวอย่างที่ 2

จงหาผลบวก 75 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต

$$5 + 2 + (-1) + (-4) + (-7) + \dots$$

แนวคิด

จากโจทย์  $a_1 = 5$ ,  $d = -3$ 

$$\text{จากสูตร } S_n = \frac{n}{2} [2a_1 + (n - 1)d]$$

$$\text{จะได้ } S_{75} = \frac{75}{2} [2(5) + (75 - 1)(-3)]$$

$$= \frac{75}{2} [10 + (-222)]$$

$$= \frac{75}{2} (-212)$$

$$= -7,950$$

ดังนั้น ผลบวก 75 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต เท่ากับ  $-7,950$ 

ตัวอย่างที่ 3

จงหาผลบวก 30 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต  $5 + 8 + 11 + \dots + 92$ 

แนวคิด

จากโจทย์  $a_1 = 5$ ,  $d = 3$  และ  $a_n = 92$ 

$$\text{จากสูตร } S_n = \frac{n}{2} (a_1 + a_n)$$

$$\text{จะได้ } S_{30} = \frac{30}{2} (5 + 92)$$

$$= 15(5 + 92)$$

$$= 15(97)$$

$$= 1,455$$

ดังนั้น ผลบวกของทุกพจน์ของอนุกรมเลขคณิต  $5 + 8 + 11 + \dots + 92$ 

มีค่าเท่ากับ 1,455



### ใบงานที่ 7 (สำหรับกลุ่มบ้าน)

#### เรื่อง อนุกรมเลขคณิต (1)

**คำชี้แจง** ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

กลุ่มบ้านที่.....ชื่อกลุ่ม.....

- สมาชิกในกลุ่ม
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

**จุดประสงค์การเรียนรู้** 1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมได้

**คำชี้แจง** ให้เขียนอนุกรมจากลำดับที่กำหนดให้ ลงในช่องว่าง พร้อมทั้งพิจารณาว่าอนุกรมที่เขียนเป็นอนุกรมจำกัดหรืออนุกรมอนันต์ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนด (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อ	ลำดับ	อนุกรม	อนุกรม	
			จำกัด	อนันต์
1	1, 8, 15, 22, 29, 36			
2	$\frac{1}{3}, \frac{1}{9}, \frac{1}{27}, \dots, \frac{1}{3^n}, \dots$			
3	4, 7, 10, 13, 16, 19			
4	8, 6, 4, 2, 0, -2, -4			
5	2, 3, 4, ..., $n + 1$ , ...			
6	1, 3, 5, ..., $2n - 1$ , ...			
7	-2, -4, -6, ..., $-2n$ , ...			
8	10, 13, 16, 19, 22, 25			
9	1, 7, 13, ..., $6n - 5$ , ...			
10	$\frac{1}{2}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \dots, \frac{19}{20}$			

อนุกรม คือ .....

.....

.....

.....

- จุดประสงค์การเรียนรู้ 2.** นักเรียนสามารถระบุอนุกรมที่เป็นอนุกรมเลขคณิตได้
- จุดประสงค์การเรียนรู้ 3.** นักเรียนสามารถหาผลต่างร่วมของอนุกรมเลขคณิตได้

คำชี้แจง 1. ให้นักเรียนเติมคำตอบลงในช่องว่างพร้อมทั้งพิจารณาแล้วใส่เครื่องหมาย ✓ ในช่องอนุกรมเลขคณิตว่าเป็นหรือไม่เป็นอย่างไรอย่างใดอย่างหนึ่งให้ถูกต้องสมบูรณ์ (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อ	อนุกรม	ผลต่างร่วม	อนุกรมเลขคณิต	
			เป็น	ไม่เป็น
1	$5 + 7 + 9 + 11 + \dots + (2n - 3) + \dots$			
2	$1 + 3 + 6 + 10 + 15 + 21$			
3	$2 + 5 + 10 + 17 + 26 + 37$			
4	$5 + 9 + 13 + 17 + 21 + \dots + (4n + 1)$			
5	$1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1)$			
6	$(-2) + (-5) + (-8) + (-14) + (-20) + \dots$			
7	$1 + 4 + 6 + 13 + 16 + 19$			
8	$1 + 7 + 13 + \dots + (6n - 5) + \dots$			
9	$\frac{1}{2} + \frac{2}{3} + \frac{3}{4} + \dots + \frac{19}{20}$			
10	$1 + 3 + 5 + \dots + (2n - 1) + \dots$			

2. จงหาอนุกรมเลขคณิตจากลำดับเลขคณิตต่อไปนี้ (ข้อละ 1 คะแนน)

ข้อ	ลำดับเลขคณิต	จำนวนพจน์	อนุกรมเลขคณิต ( $S_n$ )
1	100, 90, 80, 70, 60, 50, 40		
2	-5, -3, -1, 1, 3, 5		
3	1, 8, 15, 22, 29, 36, 43, 50		
4	75, 73, 71, 69		
5	12, 15, 18, 21, 24, 27		

อนุกรมเลขคณิต คือ .....

.....





### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 รหัสวิชา ค32101 จำนวน 1.0 หน่วยกิต

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ลำดับและอนุกรม

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)

จำนวน 2 ชั่วโมง

ครูผู้สอน นางสาวกาญจนา สนมรัมย์ วันที่ใช้สอนวันที่ ..... เดือน..... พ.ศ.....

\*\*\*\*\*

#### มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์ และฟังก์ชัน

#### ตัวชี้วัด

ค 1.2 ม. 5/2 เข้าใจและนำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้

#### สาระการเรียนรู้

ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$

#### สาระสำคัญ

อนุกรมเรขาคณิต (Geometric Series) คือ ผลบวกของลำดับเรขาคณิต และอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตจะเป็นอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตด้วย กล่าวคือ อนุกรมที่ได้จากลำดับเรขาคณิต เรียกว่า อนุกรมเรขาคณิต

ถ้าให้  $a_1, a_1r, a_1r^2, \dots, a_1r^{n-1}$  เป็นลำดับเรขาคณิต

จะได้  $a_1 + a_1r + a_1r^2 + \dots + a_1r^{n-1}$  เป็นอนุกรมเรขาคณิต

ที่มี  $a_1$  เป็นพจน์แรกของอนุกรม และ  $r$  เป็นอัตราส่วนของอนุกรมเรขาคณิต

และถ้า  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  เป็นลำดับเรขาคณิตที่มี  $n$  พจน์ จะเรียกการเขียนแสดงผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับในรูป  $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$  ว่าอนุกรมเรขาคณิตและอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต จะเป็นอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิต

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$

กรณีที่ทราบค่า  $n$  หรือจำนวนพจน์ว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร ให้แทนค่า  $n$  ลงในสูตร จะได้ผลบวกของจำนวนพจน์ตามต้องการ

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$ ,  $a_1$  และ  $r$  สามารถที่จะ  
แทนค่าลงในสูตร  $S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$  ;  $r \neq 1$  หรือ  $S_n = \frac{a_1(r^n-1)}{r-1}$  ;  $r \neq 1$

เมื่อ	$S_n$	แทน	ผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต
	$n$	แทน	จำนวนพจน์
	$a_1$	แทน	พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
	$r$	แทน	อัตราส่วนร่วม
	$a_n$	แทน	พจน์ที่ $n$ ของอนุกรมเลขคณิต

และเมื่อทราบค่า  $n$  ให้แทนค่า  $n$  ลงในสูตร จะได้ผลบวกของจำนวนพจน์ตามต้องการ  
การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$   
กรณีที่ไม่ทราบค่า  $n$  หรือจำนวนพจน์ว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร ค่าของผลบวก  $n$  พจน์แรกของ  
อนุกรมเรขาคณิต จะติดค้างค่า  $n$  และสูตรที่ใช้หาผลบวก คือ

หรือ

$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$S_n = \frac{a_1(1 - r^n)}{1 - r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$S_n = \frac{a_1 - a_n r}{1 - r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

เมื่อ	$S_n$	แทน	ผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต
	$n$	แทน	จำนวนพจน์
	$a_1$	แทน	พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
	$r$	แทน	อัตราส่วนร่วม
	$a_n$	แทน	พจน์ที่ $n$ ของอนุกรมเลขคณิต

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้ (P)
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตได้ (P)
3. นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  โดยใช้สูตร  
ได้ (K)
4. นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$  โดยใช้  
สูตรได้ (K)
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม (A)

### สมรรถนะสำคัญ

1. ความสามารถในการสื่อสาร
2. ความสามารถในการคิด

### คุณลักษณะอันพึงประสงค์

1. มุ่งมั่นในการทำงาน

### กิจกรรมการจัดการเรียนรู้

#### ขั้นกิจกรรมเข้าสู่บทเรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูยกตัวอย่างผลบวกของอนุกรม  $2 + 4 + 8 + 16 + \dots + 1,024$  โดยครูตั้งคำถามดังนี้
  - นักเรียนทราบหรือไม่ว่า โจทย์ข้อนี้กำหนดอะไรมาให้บ้าง
  - ถ้าครูต้องการให้นักเรียนหาผลบวกของอนุกรมนี้ นักเรียนจะมีวิธีการหาได้อย่างไร และมีผลบวกเป็นเท่าใด

#### ขั้นกิจกรรมการเรียนรู้การสอน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

##### ขั้นที่ 1 การจัดกลุ่มผู้เรียน (เวลา 5 นาที)

1. ครูจัดกลุ่มนักเรียนออกเป็นกลุ่ม ๆ ละ 3 คน โดยแต่ละกลุ่มจะมีนักเรียนที่มีความสามารถเก่ง ปานกลาง อ่อน เท่าๆ กัน แล้วให้นักเรียนนั่งรวมกันหรือใกล้ๆ กัน แล้วเรียกกลุ่มนี้ว่า “กลุ่มบ้าน”
2. ในกลุ่มบ้านให้นักเรียนแบ่งบทบาทหน้าที่ในแต่ละคนว่าใครจะเป็นหัวหน้ากลุ่ม เลขาน และสมาชิกกลุ่ม
3. ครูแบ่งหัวข้อเรื่องที่จะไปศึกษาในกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ให้กับนักเรียนแต่ละคนทุกกลุ่ม เพื่อเป็นการทดสอบความสามารถในการเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญอีกครั้งหนึ่ง

##### ขั้นที่ 2 การมอบหมายงาน (เวลา 5 นาที)

1. ครูให้สมาชิกของแต่ละกลุ่มบ้านที่ได้หัวข้อเดียวกันมารวมกลุ่มกัน โดยกลุ่มใหม่นี้เรียกว่า “กลุ่มผู้เชี่ยวชาญ”
2. ครูมอบหมายงาน
  - ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต นักเรียนสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้
    - นักเรียนอธิบายความหมาย ลักษณะ ของอนุกรมเรขาคณิตได้
    - นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตที่กำหนดให้ได้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต  
กรณีทราบค่า  $n$  นักเรียนสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนสามารถวิเคราะห์โจทย์ที่กำหนดให้ได้ แล้วนำค่า  $n$  ไปแทนลงในสูตร  
อนุกรมเรขาคณิตเพื่อหาคำตอบได้

ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต  
กรณีไม่ทราบค่า  $n$  นักเรียนสามารถสรุปประเด็นสำคัญได้ดังนี้

- นักเรียนนำสูตรลำดับเรขาคณิต มาช่วยในการหาค่า  $n$  ได้
- จากนั้นนำค่า  $n$  ที่ได้ ไปแทนลงในสูตรอนุกรมเรขาคณิต เพื่อหาคำตอบตามที่  
โจทย์กำหนดให้ได้

### ขั้นที่ 3 การศึกษาค้นคว้าหาความรู้

1. ครูให้สมาชิกในแต่ละกลุ่มบ้านแยกย้ายไปรวมกับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญได้ โดยแยกย้ายไปตาม  
หัวข้อเรื่องที่ครูกำหนดไว้ โดยให้ศึกษาจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้ที่ครูเตรียมไว้ให้

2. เมื่อนักเรียนเข้ากลุ่มผู้เชี่ยวชาญแล้ว ครูแจกใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง อนุกรม  
เรขาคณิต (1) ให้กับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ โดยแต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญต้องหาเนื้อหาและหัวข้อตามที่  
กำหนดให้

3. ครูให้แต่ละกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ ช่วยกันสืบค้นข้อมูลจากหนังสือคณิตศาสตร์ และใบความรู้  
โดยใช้เวลา 20 นาที ครูพยายามแนะนำ และกระตุ้นให้นักเรียนศึกษาให้เข้าใจ และช่วยกันอภิปราย  
ระดมสมอง เพื่อจะได้เนื้อหาที่ชัดเจนกลับไปกลุ่มบ้าน

4. ครูควรคอยกระตุ้นให้นักเรียนช่วยกันศึกษา อภิปราย ระดมสมอง และต้องบอกหัวหน้า  
กลุ่มหรือนักเรียนที่มีความสามารถเก่งคอยกระตุ้นเพื่อนที่มีความสามารถอ่อน ให้ช่วยกันศึกษาและ  
ช่วยกันสรุปเนื้อหาด้วย

### ขั้นที่ 4 การถ่ายทอดความรู้

เมื่อหมดเวลาในการสืบค้นข้อมูล ครูให้นักเรียนกลับไปสู่กลุ่มบ้านของแต่ละผู้เชี่ยวชาญที่ได้  
ค้นคว้าเนื้อหาเป็นอย่างดีแล้ว เพื่อถ่ายทอดเนื้อหาสาระต่างๆ ที่ตนได้ไปศึกษามา ให้กับเพื่อนในกลุ่ม  
บ้านให้เข้าใจ และอภิปรายสรุปร่วมกัน โดยสมาชิกทุกคนในกลุ่มบ้านจึงได้เรียนรู้ภาพรวมของเนื้อหา  
ทั้งหมดโดยเท่าเทียมกัน

(เวลา 25 นาที)

### ขั้นที่ 5 การทดสอบความรู้ และมอบรางวัล

1. ครูแจกใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1) ครูให้เวลาทำใบงาน 20 นาที
2. ครูให้นักเรียนทำแบบทดสอบย่อยหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 9  
จำนวน 5 ข้อ ข้อละ 1 คะแนน เป็นรายบุคคล จากนั้นนำคะแนนรายบุคคลมาคิดเป็นคะแนนกลุ่ม  
กลุ่มใดได้คะแนนสูงสุดจะมีของรางวัลแจก และมอบของรางวัลให้กลุ่มที่มีคะแนนสูงสุด ใช้เวลา 30 นาที



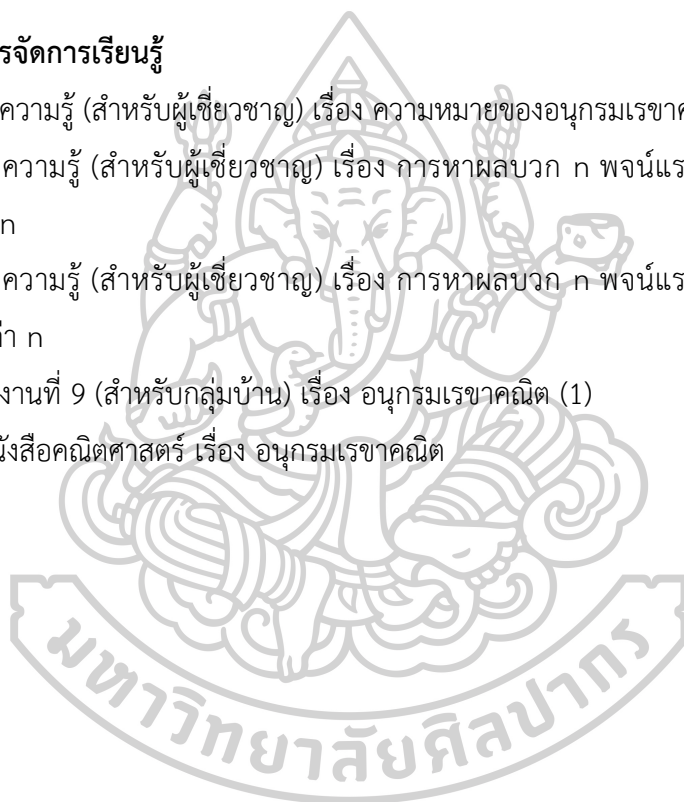
### ขั้นสรุป (เวลา 10 นาที)

นักเรียนและครูร่วมกันสรุปเนื้อหาเรื่อง ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  และไม่ทราบค่า  $n$

- ครูนำตัวอย่างข้างต้น สรุปในการหาคำตอบได้ว่า การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  นักเรียนสามารถนำไปแทนลงในสูตรอนุกรมเรขาคณิตได้เลย แต่ถ้าไม่ทราบค่า  $n$  นักเรียนจะต้องนำสูตรลำดับเรขาคณิตเข้ามาช่วยในการหาค่า  $n$  จากนั้นนำค่า  $n$  ที่ได้ไปแทนในสูตรอนุกรมเรขาคณิตได้

### สื่ออุปกรณ์การจัดการเรียนรู้

1. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต
2. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$
3. ใบความรู้ (สำหรับผู้เชี่ยวชาญ) เรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$
4. ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)
5. หนังสือคณิตศาสตร์ เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต



## การวัดและประเมินผล

การวัดผล	วิธีการ	เครื่องมือที่ใช้	เกณฑ์การประเมินผล
1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้	- การใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนของอนุกรมเรขาคณิตได้	- การใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
3. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตกรณีทราบค่า $n$ โดยใช้สูตรได้ (K)	- การใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
4. นักเรียนสามารถหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตกรณีไม่ทราบค่า $n$ โดยใช้สูตรได้ (K)	- การใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	- ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน) เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)	ผ่านเกณฑ์ อย่างน้อย ร้อยละ 70
5. นักเรียนมีกระบวนการทำงานกลุ่ม	- สังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม	แบบประเมินคุณลักษณะอันพึงประสงค์	นักเรียนร่วมกิจกรรมการเรียนรู้และผ่านเกณฑ์คุณภาพระดับดี

บันทึกหลังการสอน

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



ลงชื่อ.....

(นางสาวกาญจนา สนมรัมย์)

...../...../.....

### เกณฑ์การให้คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 9 เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้ (P)
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนของอนุกรมเรขาคณิตได้ (P)
3. นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  โดยใช้สูตรได้ (K)

4. นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$  โดยใช้สูตรได้ (K)

+ แสดงวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน ได้คะแนน 4 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจน แต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบถูกต้อง ครบถ้วน ได้คะแนน 3 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนหรือไม่แสดงวิธีทำ แต่คำตอบถูกต้อง ครบถ้วนหรือวิธีทำชัดเจน สมบูรณ์ แต่คำตอบไม่ถูกต้อง ขาดการตรวจสอบ ได้คะแนน 2 คะแนน

+ แสดงวิธีทำยังไม่ชัดเจนแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง คำตอบไม่ถูกต้องหรือไม่แสดงวิธีทำ และคำตอบที่ได้ไม่ถูกต้องแต่อยู่ในแนวทางที่ถูกต้อง ได้คะแนน 1 คะแนน

+ ทำได้ไม่ถึงเกณฑ์ ได้คะแนน 0 คะแนน

หมายเหตุ 7 คะแนนขึ้นไปผ่านเกณฑ์ประเมินร้อยละ 70

(คะแนนเต็ม 10 คะแนน การคิดคะแนน ให้นำคะแนนที่ได้หารด้วย 2)

## แบบสังเกตพฤติกรรมการทำงานกลุ่ม

ลำดับที่	รายการประเมิน	ระดับคะแนน		
		3	2	1
1	ความรับผิดชอบในการทำงาน			
2	ความร่วมมือในการทำงาน			
3	การตั้งใจในการทำงาน			
4	ความสามัคคี			
5	กระบวนการทำงาน			

## เกณฑ์การให้คะแนนพฤติกรรมกลุ่ม

รายการประเมิน	เกณฑ์การให้คะแนน		
	3	2	1
1. ความรับผิดชอบในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายอย่างเต็มความสามารถและอธิบายเนื้อหาที่ตนได้ไปศึกษามาให้เพื่อนเข้าใจดี	ใช้เวลาทำงานที่ได้รับมอบหมายมากและอธิบายเนื้อหาที่ตนไปศึกษามาไม่ค่อยเข้าใจบางส่วน	ไม่มีความรับผิดชอบต่อการทำงานที่ได้รับมอบหมาย ไม่สามารถอธิบายเนื้อหาให้เพื่อนเข้าใจได้
2. ความร่วมมือในการทำงาน	ร่วมมือทำงานกับสมาชิกในกลุ่มอย่างเต็มที่ทุกครั้ง	ให้ความร่วมมือและแสดงความคิดเห็นเป็นบางครั้ง	หลีกเลี่ยงและไม่ร่วมมือ ไม่แสดงความคิดเห็นเลย
3. ความตั้งใจในการทำงาน	ทำงานที่ได้รับมอบหมายตรงตามเวลาที่กำหนด	ต้องคอยระวังให้ทำงานที่ได้รับมอบหมายเป็นบางครั้ง	ต้องควบคุมและชี้แจงการทำงานที่ได้รับมอบหมายบ่อยๆ
4. ความสามัคคี	ยอมรับฟังความคิดเห็นอย่างมีเหตุผล	โต้แย้งและไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นเป็นครั้งคราว	ไม่ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น
5. กระบวนการทำงาน	ดำเนินการวางแผนภายในกลุ่มและปฏิบัติตามขั้นตอนอย่างเป็นระบบ	ดำเนินการวางแผนแต่ไม่ปฏิบัติตามไม่เป็นไปตามขั้นตอน	ไม่มีการวางแผนที่ดี

เกณฑ์การผ่าน	11 – 15 คะแนน	ระดับคุณภาพดี (ผ่านเกณฑ์การประเมิน)
	6 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพพอใช้
	1 – 5 คะแนน	ระดับคุณภาพปรับปรุง



ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)  
เรื่อง ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 1 ศึกษาหัวข้อเรื่อง ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต

### จุดประสงค์การเรียนรู้

1. นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้
2. นักเรียนสามารถหาอัตราส่วนของอนุกรมเรขาคณิตได้

### ความหมายของอนุกรมเรขาคณิต

อนุกรมเรขาคณิต (Geometric Series) คือ ผลบวกของลำดับเรขาคณิต และอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิตจะเป็นอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตด้วย กล่าวคือ อนุกรมที่ได้จากลำดับเรขาคณิต เรียกว่า อนุกรมเรขาคณิต

ถ้าให้  $a_1, a_1r, a_1r^2, \dots, a_1r^{n-1}$  เป็นลำดับเรขาคณิต

จะได้  $a_1 + a_1r + a_1r^2 + \dots + a_1r^{n-1}$  เป็นอนุกรมเรขาคณิต

ที่มี  $a_1$  เป็นพจน์แรกของอนุกรม และ  $r$  เป็นอัตราส่วนของอนุกรมเรขาคณิต

และถ้า  $a_1, a_2, a_3, \dots, a_n$  เป็นลำดับเรขาคณิตที่มี  $n$  พจน์ จะเรียกการเขียนแสดงผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับในรูป  $a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n$  ว่าอนุกรมเรขาคณิตและอัตราส่วนร่วมของลำดับเรขาคณิต จะเป็นอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิต

### ตัวอย่างอนุกรมเรขาคณิต

1.  $1+2+4+8+16$  เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ได้จากลำดับเรขาคณิต 1, 2, 4, 8, 16 และมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 2
2.  $9+12+16+\frac{64}{3}+\dots$  เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ได้จากลำดับเรขาคณิต 9, 12, 16,  $\frac{64}{3}, \dots$  และมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ  $\frac{4}{3}$
3.  $5 + 15 + 45 + 135 + \dots$  เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ได้จากลำดับเรขาคณิต 5, 15, 45, 135, + .... และมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 3
4.  $81 + 27 + 9 + 3 + \dots$  เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ได้จากลำดับเรขาคณิต 81, 27, 9, 3, ... และมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ  $\frac{1}{3}$

5.  $6 + 6 + 6 + \dots$  เป็นอนุกรมเรขาคณิตที่ได้จากลำดับเรขาคณิต  $6, 6, 6, 6, \dots$  และมีอัตราส่วนร่วมเท่ากับ 1

**ตัวอย่างที่ 1**

แสดงการเขียนลำดับเรขาคณิต ให้เป็นอนุกรมเรขาคณิตพร้อมทั้งหาอัตราส่วนร่วม

- 1) ลำดับเรขาคณิต  $1, 2, 4, 8, \dots, 1024$  มีอัตราส่วนร่วม ( $r$ ) คือ  $\frac{2}{1} = 2$   
เขียนเป็นอนุกรมเลขคณิตได้เป็น  $1 + 2 + 4 + 8 + \dots + 1024$  มี  $r = 2$

- 2) ลำดับเรขาคณิต  $3, 9, 27, 81, \dots, 3(3)^{n-1}$  มีอัตราส่วนร่วม ( $r$ ) คือ  $\frac{9}{3} = 3$   
เขียนเป็นอนุกรมเลขคณิตได้เป็น  $3 + 9 + 27 + 81 + \dots + 3(3)^{n-1}$  มี  $r = 3$



### ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

#### เรื่อง การหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า $n$

#### คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 2 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$  โดยใช้สูตรได้

#### การหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต

ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต หมายถึง ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต ตั้งแต่พจน์ที่ 1 ถึงพจน์ที่  $n$

พิจารณาลำดับ 1, 3, 9, 27, ... , 6,561 ซึ่งเป็นลำดับเรขาคณิตที่มี 3 เป็นอัตราส่วนร่วม การหาผลบวกของพจน์ทุกพจน์ของลำดับเรขาคณิตข้างต้นทำได้ดังนี้

$$\text{ให้} \quad S_n = 1 + 3 + 9 + 27 + \dots + 6,561 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$(1) \times 3 \quad 3S_n = 3 + 9 + 27 + 81 + \dots + 6,561 + 19,683 \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1) \quad 2S_n = 19,683 - 1 = 19,682$$

$$\text{ดังนั้น} \quad S_n = 9,841$$

ในกรณีทั่วไป เราสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต  $a_1 + a_1r + a_1r^2 + \dots + a_1r^{n-1}$  ได้ดังนี้

ให้  $S_n$  เป็นผลบวกของ  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิตที่มี  $a_1$  เป็นพจน์แรก และมี  $r$  เป็นอัตราส่วนร่วม จะได้

$$S_n = a_1 + a_1r + a_1r^2 + \dots + a_1r^{n-1} \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$(1) \times r; \quad rS_n = a_1r + a_1r^2 + a_1r^3 + \dots + a_1r^{n-1} + a_1r^n \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$(2) - (1); \quad rS_n - S_n = a_1r^n - a_1$$

$$S_n(r-1) = a_1r^n - a_1$$

$$S_n = \frac{a_1r^n - a_1}{r-1} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$= \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

$$\text{หรือ } S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

อาจเขียนผลบวกของ  $n$  พจน์แรกได้อีกแบบหนึ่ง ดังนี้

$$\text{จาก } S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

$$S_n = \frac{a_1 - a_1 r^n}{1-r}$$

$$\text{แต่ } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{ดังนั้น } S_n = \frac{a_1 - a_n r}{1-r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

ผลบวกของพจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต

$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$\text{หรือ } S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$S_n = \frac{a_1 - a_n r}{1-r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$

กรณีที่ทราบค่า  $n$  หรือจำนวนพจน์ว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร ให้แทนค่า  $n$  ลงในสูตร จะได้ผลบวกของจำนวนพจน์ตามต้องการ

การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีทราบค่า  $n$ ,  $a_1$  และ  $r$  สามารถที่จะแทนค่าลงในสูตร  $S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}$  เมื่อ  $r \neq 1$  หรือ  $S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$  เมื่อ  $r \neq 1$  ดังตัวอย่างต่อไปนี้

**ตัวอย่างที่ 1** จงหาผลบวก 8 พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต  $4 + 8 + 16 + \dots$

แนวคิด จากโจทย์ พบว่า  $a_1 = 4$ ,  $r = 2$ ,  $n = 8$  ต้องการหา  $S_8$

$$\text{จากสูตร } S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

$$\text{แทนค่าในสูตรจะได้ } S_8 = \frac{4(1-2^8)}{1-2}$$

$$S_8 = -4(1 - 2^8)$$

$$\begin{aligned}
 &= -4(1 - 256) \\
 &= -4(-255) \\
 &= 1,020
 \end{aligned}$$

ดังนั้น ผลบวก 8 พจน์แรก คือ 1,020

**ตัวอย่างที่ 2**

จงหาผลบวกของ 12 พจน์ของอนุกรมเรขาคณิต  $1 + \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} + \dots$

**แนวคิด**

จากโจทย์ อนุกรมที่กำหนดให้มี  $a_1 = 1, r = \frac{1}{2}$

จากสูตร 
$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

จะได้ 
$$S_{12} = \frac{1 \left[ 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^{12} \right]}{1 - \frac{1}{2}}$$

$$S_{12} = 2 \left[ 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^{12} \right]$$

$$S_n = 2 \left( 1 - \frac{1}{4,096} \right)$$

$$S_{12} = 2 \left( \frac{4,096 - 1}{4,096} \right)$$

$$S_{12} = \frac{4,095}{2,048}$$

ดังนั้น ผลบวกของ 12 พจน์ของอนุกรมเรขาคณิต คือ  $\frac{4,095}{2,048}$

**ตัวอย่างที่ 3**

กำหนด  $a_1 = -2, r = -2$  จงหา  $S_{10}$

**แนวคิด**

โจทย์กำหนด  $a_1 = -2, r = -2, n = 10$

จากสูตร 
$$S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

แทนค่าในสูตรจะได้ 
$$S_{10} = \frac{(-2)(1-(-2)^{10})}{1-(-2)}$$

$$= \frac{(-2)(1-1024)}{3}$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(-2)(-1023)}{3} \\
 &= (-2)(-341) \\
 &= 682
 \end{aligned}$$

ดังนั้น  $S_{10}$  เท่ากับ 682

**ตัวอย่างที่ 4**

แนวคิด

หาผลบวก  $n$  พจน์แรก ของอนุกรมเรขาคณิต เมื่อกำหนดให้

$$a_1 = 4, n = 7, r = 3$$

จากสูตร  $S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$S_7 = \frac{4(3^7 - 1)}{3 - 1}$$

$$S_7 = \frac{4(3^7 - 1)}{2}$$

$$S_7 = 2(2186)$$

$$= 4,372$$

ดังนั้น ผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรม คือ 4,372

### ใบความรู้ (สำหรับกลุ่มผู้เชี่ยวชาญ)

เรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$

คำชี้แจง

ให้ผู้เชี่ยวชาญคนที่ 3 ศึกษาหัวข้อเรื่อง การหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$

#### จุดประสงค์การเรียนรู้

นักเรียนสามารถหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า  $n$  โดยใช้สูตรได้

#### การหาผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต กรณีไม่ทราบค่า $n$

กรณีที่ทราบค่า  $n$  หรือจำนวนพจน์ว่ามีค่าเท่ากับเท่าไร ค่าของผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต จะติดค้างค่า  $n$  และสูตรที่ใช้หาผลบวก คือ

$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

หรือ 
$$S_n = \frac{a_1(1 - r^n)}{1 - r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

$$S_n = \frac{a_1 - a_n r}{1 - r} \quad \text{เมื่อ } r \neq 1$$

เมื่อ	$S_n$	แทน	ผลบวก $n$ พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต
	$n$	แทน	จำนวนพจน์
	$a_1$	แทน	พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต
	$r$	แทน	อัตราส่วนร่วม
	$a_n$	แทน	พจน์ที่ $n$ ของอนุกรมเลขคณิต

ดังตัวอย่างต่อไปนี้

## ตัวอย่างที่ 1

จงหาผลบวก  $n$  พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต  $4 + 8 + 16 + \dots$

แนวคิด

จากโจทย์ พบว่า  $a_1 = 4$ ,  $r = 2$  ต้องการหา  $S_n$

$$\text{จากสูตร } S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$$

แทนค่าในสูตรจะได้

$$S_n = \frac{4(1-2^n)}{1-2}$$

$$S_n = -4(1-2^n)$$

ดังนั้น ผลบวก  $n$  พจน์แรก คือ  $-4(1-2^n)$

## ตัวอย่างที่ 2

จงหาผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต  $1+3+9+27+\dots+729$

แนวคิด

จากโจทย์ อนุกรมที่กำหนดให้มี  $a_1 = 1$ ,  $r = 3$

$$\text{จากสูตร } a_n = a_1 r^{n-1}$$

$$\text{จะได้ } 729 = (3)^{n-1}$$

$$(3)^6 = (3)^{n-1}$$

$$n-1 = 6$$

$$n = 6+1$$

$$n = 7$$

$$\text{จากสูตร } S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}$$

$$\text{จะได้ } S_7 = \frac{1(3^7 - 1)}{3 - 1}$$

$$S_7 = \frac{2,187 - 1}{2}$$

$$S_7 = 1,093$$

ดังนั้น ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิตเท่ากับ 1,093

ตัวอย่างที่ 4

จงหาผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต  $32 + 16 + 8 + \dots + \frac{1}{8}$ 

แนวคิด

จากโจทย์ อนุกรมที่กำหนดให้มี  $a_1 = 32, r = \frac{1}{2}$ จากสูตร  $a_n = a_1 r^{n-1}$ 

$$\text{จะได้ } \frac{1}{8} = 32 \left( \frac{1}{2} \right)^{n-1}$$

$$\left( \frac{1}{2} \right)^{n-1} = \frac{1}{8 \times 32}$$

$$\left( \frac{1}{2} \right)^{n-1} = \frac{1}{256}$$

$$\left( \frac{1}{2} \right)^{n-1} = \left( \frac{1}{2} \right)^8$$

$$n - 1 = 8$$

$$n = 8 + 1$$

$$n = 9$$

จากสูตร  $S_n = \frac{a_1(1-r^n)}{1-r}$ 

$$\text{จะได้ } S_9 = \frac{32 \left( 1 - \left( \frac{1}{2} \right)^9 \right)}{1 - \frac{1}{2}}$$

$$S_9 = 32 \left( 1 - \frac{1}{512} \right) \times 2$$

$$S_9 = 64 \left( \frac{512-1}{512} \right)$$

$$S_9 = \frac{64(511)}{512}$$

$$S_9 = \frac{511}{8}$$

ดังนั้น ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิตเท่ากับ  $\frac{511}{8}$

## ตัวอย่างที่ 5

แนวคิด

ถ้าพจน์ที่ 1 และอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตหนึ่งมีค่าเท่ากับ 160 และ  $\frac{3}{2}$  ตามลำดับ จงหาค่า  $n$  ที่ทำให้  $S_n = 2,110$

จากโจทย์ อนุกรมเรขาคณิต มี  $a_1 = 160$ ,  $r = \frac{3}{2}$ ,  $S_n = 2,110$

จากสูตร 
$$S_n = \frac{a_1(r^n - 1)}{r - 1}$$

จะได้ 
$$2,110 = \frac{160 \left[ \left( \frac{3}{2} \right)^n - 1 \right]}{\frac{3}{2} - 1}$$

$$2,110 = \frac{160 \left[ \left( \frac{3}{2} \right)^n - 1 \right]}{\frac{3}{2} - 1}$$

$$\frac{211}{32} = \left( \frac{3}{2} \right)^n - 1$$

$$\frac{211}{32} + 1 = \left( \frac{3}{2} \right)^n$$

$$\frac{211}{32} = \left( \frac{3}{2} \right)^n$$

$$\left( \frac{3}{2} \right)^n = \left( \frac{3}{2} \right)^5$$

ดังนั้น ค่า  $n$  ของอนุกรมเรขาคณิต คือ 5



### ใบงานที่ 9 (สำหรับกลุ่มบ้าน)

#### เรื่อง อนุกรมเรขาคณิต (1)

คำชี้แจง ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง (10 คะแนน)

กลุ่มบ้านที่.....ชื่อกลุ่ม.....

- สมาชิกในกลุ่ม
1. ....
  2. ....
  3. ....
  4. ....

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 1 นักเรียนสามารถบอกความหมายของอนุกรมเรขาคณิตได้

จุดประสงค์การเรียนรู้ที่ 2 นักเรียนหาอัตราส่วนร่วมของอนุกรมเรขาคณิตได้

คำชี้แจง จงเขียนอนุกรมจากลำดับที่กำหนดและหาอัตราส่วนร่วม ลงในช่องว่าง พร้อมทั้งพิจารณาว่าอนุกรมที่เขียนเป็นอนุกรมเรขาคณิตหรือไม่ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องว่างที่กำหนด

ข้อ	ลำดับ	อนุกรม	อัตราส่วนร่วม	อนุกรมเรขาคณิต	
				เป็น	ไม่เป็น
1	$1, 2, 4, 8, \dots, 2^n, \dots$				
2	$3, 9, 27, 81, \dots, 3(3)^{n-1}$				
3	$10, 20, 30, 40$				
4	$\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8}, \frac{1}{16}, \frac{1}{32}, \dots$				
5	$5, \frac{5}{2}, \frac{5}{4}, \frac{5}{8}, \dots$				

อนุกรมเรขาคณิต คือ.....

.....

.....







ภาคผนวก ง  
แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน  
แบบประเมินความพึงพอใจ

### แบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

เรื่อง ลำดับและอนุกรม รายวิชา ค32102 คณิตศาสตร์พื้นฐาน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5  
คะแนนเต็ม 25 คะแนน เวลา 30 นาที

คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว และกากบาท (X) ลงในกระดาษคำตอบ

<p>1. ลำดับแรกของลำดับ <math>a_n = 3n - 2</math> ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. 1, 3, 5, 7</p> <p>ข. 1, 4, 7, 10</p> <p>ค. 1, 5, 8, 11</p> <p>ง. 1, 3, 7, 11</p> <p>2. พจน์ถัดไปสองพจน์ของลำดับ 1, 6, 16, 31, ... ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. 36, 46</p> <p>ข. 41, 56</p> <p>ค. 51, 66</p> <p>ง. 51, 76</p> <p>3. พจน์ทั่วไปของลำดับ 1, 5, 9, 13, ... ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. <math>a_n = 4n - 3</math></p> <p>ข. <math>a_n = 5n - 4</math></p> <p>ค. <math>a_n = 3n + 4</math></p> <p>ง. <math>a_n = 4n + 3</math></p> <p>4. ลำดับ 2, 6, 10, 14, ... เขียนในรูปพจน์ทั่วไปได้ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. <math>a_n = 4n + 2</math></p> <p>ข. <math>a_n = 4n + 3</math></p> <p>ค. <math>a_n = 4n - 3</math></p> <p>ง. <math>a_n = 4n - 2</math></p> <p>5. จงหาพจน์ที่ <math>n</math> ของลำดับเลขคณิต -10, -13, -16, ...</p> <p>ก. <math>-7 - 3n</math></p> <p>ข. <math>-13 - 3n</math></p> <p>ค. <math>-13 + 3n</math></p> <p>ง. <math>-7 + 3n</math></p>	<p>6. ถ้า 3, a, b, c, 15 เป็นจำนวนจริงซึ่งเรียงกันเป็นลำดับเลขคณิต จงหา <math>a + b + c</math></p> <p>ก. 24</p> <p>ข. 25</p> <p>ค. 26</p> <p>ง. 27</p> <p>7. ลำดับเลขคณิต 20, 17, 14, ... , -85 มีกี่พจน์</p> <p>ก. 34</p> <p>ข. 35</p> <p>ค. 36</p> <p>ง. 37</p> <p>8. จำนวนที่อยู่ระหว่าง -17 ถึง 133 ที่หารด้วย 4 ลงตัวมีกี่จำนวน</p> <p>ก. 38</p> <p>ข. 37</p> <p>ค. 36</p> <p>ง. 35</p> <p>9. โรงเรียนพรานกระต่ายพิทยาคมจัดเก้าอี้ในหอประชุมเพื่อชมการแสดงของนักเรียน โดยจัดเก้าอี้แถวแรก 70 ตัว แถวที่สอง 82 ตัว แถวที่สาม 94 ตัว และแถวสุดท้าย 298 ตัว จะจัดเก้าอี้ได้ทั้งหมดกี่แถว</p> <p>ก. 19</p> <p>ข. 20</p> <p>ค. 21</p> <p>ง. 22</p>
---	--

<p>10. ลำดับเรขาคณิต 16, 32, 64, 128, ... มีพจน์ทั่วไปตรงกับข้อใด</p> <p>ก. <math>\frac{1n+3}{2}</math></p> <p>ข. <math>n^2 + 2n</math></p> <p>ค. <math>2n^2 - 1</math></p> <p>ง. <math>2^{n+3}</math></p> <p>11. ลำดับเรขาคณิตชุดหนึ่งมีพจน์ที่ 1 เป็น 7 และมีอัตราส่วนร่วมเป็น 2 พจน์ที่ 7 ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. 896</p> <p>ข. 448</p> <p>ค. 484</p> <p>ง. 869</p> <p>12. จงหาจำนวน 2 จำนวนที่อยู่ระหว่าง 5 และ 40 ที่ทำให้ลำดับนี้เป็นลำดับเรขาคณิต</p> <p>ก. 10, 20</p> <p>ข. -10, -20</p> <p>ค. 10, -20</p> <p>ง. -10, 20</p> <p>13. ถ้ามันส์เริ่มต้นทำงานด้วยเงินเดือนเดือนละ 15,000 บาท และหวังว่าเงินเดือนของเขาจะเพิ่มขึ้นปีละ 7% ของเงินเดือน แล้วเงินเดือนของมันส์ในปีที่ 6 ประมาณเท่าไร (กำหนดให้ <math>(1.07)^5 \approx 1.40</math>)</p> <p>ก. 23,670</p> <p>ข. 22,670</p> <p>ค. 22,500</p> <p>ง. 21,000</p> <p>14. ให้อนุกรมเลขคณิตชุดหนึ่งมีผลบวก 11 พจน์แรกเท่ากับ 77 และผลต่างร่วมเท่ากับ 3 จงหาพจน์แรกและพจน์ที่ 11</p> <p>ก. -8, 22</p> <p>ข. 22, -8</p> <p>ค. 12, 22</p> <p>ง. 22, 12</p>	<p>15. จงหาผลบวก 20 พจน์แรกของอนุกรมเลขคณิต <math>3 + 5 + 7 + \dots</math></p> <p>ก. 220</p> <p>ข. 440</p> <p>ค. 880</p> <p>ง. 1,200</p> <p>16. ให้ลำดับเลขคณิตลำดับหนึ่งมีผลต่างร่วมเท่ากับ 4 และพจน์ที่ 13 คือ 51 จงหาผลบวก 13 พจน์แรก</p> <p>ก. 115</p> <p>ข. 225</p> <p>ค. 351</p> <p>ง. 375</p> <p>17. พจน์ที่ <math>n</math> ของอนุกรม คือ <math>2n - 5</math> ผลบวกของ 15 พจน์แรกเป็นเท่าใด</p> <p>ก. 146</p> <p>ข. 154</p> <p>ค. 165</p> <p>ง. 182</p> <p>18. ผลบวกของอนุกรมเลขคณิต <math>5 + 9 + 13 + \dots + 201</math> ตรงกับข้อใด</p> <p>ก. 7,510</p> <p>ข. 7,150</p> <p>ค. 5,510</p> <p>ง. 5,150</p> <p>19. อนุกรมเลขคณิตอนุกรมหนึ่งมี พจน์แรกเท่ากับ 22 และผลต่างร่วมเท่ากับ -3 ถ้าผลบวก <math>n</math> พจน์แรกของอนุกรมนี้ เท่ากับ 85 แล้วอนุกรมนี้มีกี่พจน์</p> <p>ก. 16</p> <p>ข. 14</p> <p>ค. 12</p> <p>ง. 10</p>
---	---

<p>20. จงหาผลบวก 5 พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต</p> $a_1 = \frac{1}{27} \text{ และ } r = 3$ <p>ก. <math>\frac{121}{27}</math></p> <p>ข. <math>\frac{242}{27}</math></p> <p>ค. <math>\frac{121}{27}</math></p> <p>ง. <math>\frac{54}{242}</math></p> <p>จ. <math>\frac{242}{9}</math></p> <p>21. จงหาผลบวก 5พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต</p> $a_1 = 3 \text{ และ } r = 2$ <p>ก. 93</p> <p>ข. 96</p> <p>ค. 31</p> <p>ง. 32</p> <p>22. ข้อใดคือผลบวก 10 พจน์แรกของอนุกรมเรขาคณิต</p> $5 + 15 + 45 + 135 + \dots$ <p>ก. 2,020</p> <p>ข. 59,048</p> <p>ค. 147,620</p> <p>ง. 295,240</p>	<p>23. ผลบวกของอนุกรมเรขาคณิต <math>5,000 + \dots + 8</math> โดยมีอัตราส่วนร่วมเป็น <math>\frac{1}{5}</math> คือข้อใด</p> <p>ก. 6,248</p> <p>ข. 6,250</p> <p>ค. 6,260</p> <p>ง. 6,275</p> <p>24. ลำดับเรขาคณิตมีพจน์ที่ 1 เท่ากับ 7 ผลบวก <math>n</math> พจน์แรกเท่ากับ 7,651 อัตราส่วนร่วมเท่ากับ 3 ข้อใดคือค่าของ <math>n</math></p> <p>ก. 4</p> <p>ข. 5</p> <p>ค. 6</p> <p>ง. 7</p> <p>25. ถ้าไม่ซื้อสินค้าชั้นที่ 1 ราคา 5 บาท สินค้าชั้นที่ 2 ราคา 20 บาท สินค้าชั้นที่ 3 ราคา 80 บาท เช่นนี้เรื่อยไปจนครบ 6 ชั้น ถ้าไม่จะต้องจ่ายเงินทั้งหมดกี่บาท</p> <p>ก. 4,095</p> <p>ข. 4,960</p> <p>ค. 5,713</p> <p>ง. 6,825</p>
--	--

### แบบสอบถามความพึงพอใจ

การจัดการเรียนการสอน เรื่อง ลำดับและอนุกรม

โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

คำชี้แจง ให้นักเรียนอ่านข้อคำถามในช่อง แล้วทำเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องระดับความพึงพอใจ

ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
<b>1. ด้านครูผู้สอน</b>					
1.1 ครูชี้แจงกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์ให้นักเรียนเข้าใจอย่างชัดเจน					
1.2 ครูให้คำปรึกษา แนะนำ และดูแลนักเรียนในการเรียนแบบร่วมมือเทคนิคจิ๊กซอว์อย่างทั่วถึง					
1.3 ครูให้การเสริมแรงโดยการให้รางวัลแก่กลุ่มบ้านที่ทำคะแนนได้สูงสุด					
<b>2. ด้านกิจกรรมการเรียนรู้</b>					
2.1 การเปิดโอกาสให้นักเรียนอธิบายและซักถามเพื่อนร่วมกลุ่ม					
2.2 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์เป็นการฝึกการเรียนรู้แบบกลุ่ม					
2.3 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ทำให้นักเรียนเกิดการ ร่วมมือในการศึกษาค้นคว้าในหัวข้อที่ได้รับมอบหมาย					
2.4 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนกล้าคิดและ กล้าแสดงออก					
2.5 กิจกรรมการเรียนการสอนกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้					



ข้อคำถาม	ระดับความพึงพอใจ				
	มากที่สุด	มาก	ปานกลาง	น้อย	น้อยที่สุด
2.6 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนที่เรียนเก่งได้ มีโอกาสช่วยเหลือนักเรียนที่เรียนอ่อน					
2.7 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนเป็นคนที่มี เหตุมีผล รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น					
2.8 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการศึกษาค้นคว้าในการเรียนการสอนมากขึ้น					
2.9 การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ ทำให้นักเรียนรู้จักบริหาร เรื่องเวลาได้เป็นอย่างดี					
<b>3. ด้านการวัดและประเมินผล</b>					
3.1 การวัดและประเมินมีการประเมินผลการเรียนของนักเรียนเป็นรายบุคคลและรายกลุ่ม					
3.2 มีการประเมินพฤติกรรมการทำงานกลุ่มร่วมกันของนักเรียน					
3.3 ผู้เรียนทราบผลการเรียนรู้ของตนเองและกลุ่ม					

ความคิดเห็นและข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

ภาคผนวก จ

การตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือวิจัย

- ค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความยากง่าย ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ค่าความเชื่อมั่น ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน
- ความสอดคล้อง IOC ของแบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์



ตารางที่ 14 ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ของแบบทดสอบวัดผล  
สัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อสอบ	ผลการพิจารณา			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
7	1	1	0	2	0.67	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	0	1	2	0.67	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
16	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
17	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
18	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
19	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
20	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
21	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
22	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
23	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
24	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
25	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

สรุปว่า แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในการจัดการเรียนการสอนแบบร่วมมือด้วย  
เทคนิคจิกซอร์ เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ได้

ตารางที่ 15 ค่าความยากง่าย (P) และค่าอำนาจ (r) ของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่อง ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5

ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)	ข้อที่	ค่าความยากง่าย (P)	ค่าอำนาจจำแนก (r)
1	0.78	0.44	14	0.50	0.78
2	0.61	0.56	15	0.61	0.56
3	0.61	0.56	16	0.56	0.67
4	0.61	0.56	17	0.67	0.22
5	0.67	0.44	18	0.78	0.22
6	0.56	0.67	19	0.61	0.56
7	0.67	0.44	20	0.56	0.67
8	0.67	0.67	21	0.61	0.56
9	0.56	0.44	22	0.50	0.26
10	0.72	0.33	23	0.56	0.44
11	0.78	0.44	24	0.67	0.67
12	0.67	0.44	25	0.56	0.67
13	0.67	0.22			

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ซึ่งคำนวณโดยใช้สูตร KR – 20

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

$$= \frac{25}{25-1} \left\{ 1 - \frac{3.8827}{11.9506} \right\}$$

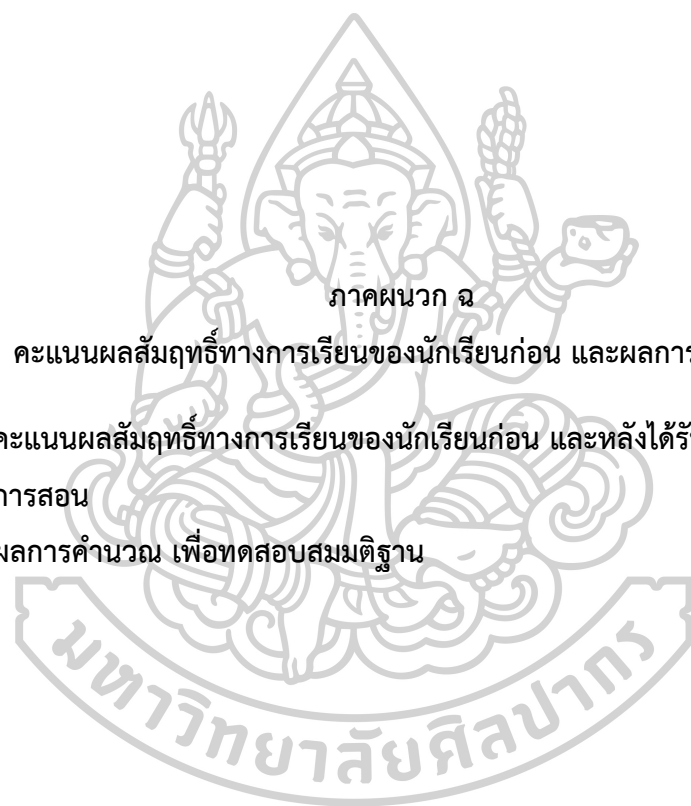
ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบฉบับนี้ = 0.7033

แสดงว่าข้อสอบมีค่าดัชนีสอดคล้อง ค่าความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นเหมาะสม สามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 16 ค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้จากการตรวจสอบของผู้เชี่ยวชาญ ของแบบประเมิน  
ความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์

ข้อที่	ผลการพิจารณา			$\sum R$	IOC	แปลผล
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3			
1	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
2	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
3	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
4	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
5	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
6	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
7	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
8	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
9	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
10	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
11	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
12	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
13	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
14	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้
15	1	1	1	3	1.00	ใช้ได้

สรุปว่า แบบประเมินความพึงพอใจในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ เรื่อง  
ลำดับและอนุกรม ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ใช้ได้



ภาคผนวก ฉ

คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อน และผลการคำนวณ

- คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน
- ผลการคำนวณ เพื่อทดสอบสมมติฐาน

ตารางที่ 17 คะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนก่อนเรียน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน

เลขที่	ทดสอบก่อนเรียน (เต็ม 25 คะแนน)	ทดสอบหลังเรียน (เต็ม 25 คะแนน)
1	11	20
2	8	18
3	9	20
4	11	19
5	10	16
6	13	24
7	8	19
8	7	18
9	8	19
10	8	19
11	10	18
12	6	16
13	11	16
14	9	15
15	11	20
16	9	17
17	16	20
18	10	21
19	6	22
20	10	22
21	5	20
22	6	19
23	6	18
24	15	24
25	8	19
26	6	17
27	8	19
เฉลี่ย	9.074	19.074

### ผลการคำนวณเพื่อทดสอบสมมติฐาน

1. การนำเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยการนำคะแนนความแตกต่างระหว่างคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนมาเปรียบเทียบ โดยใช้ t – test dependent ปรากฏผลดังตารางที่ 18 – 19

ตารางที่ 18 การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ t – test dependent

	Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1 Posttest	19.07	27	2.252	.433
Pretest	9.07	27	2.716	.523

ตารางที่ 19 การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนก่อน และหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน โดยใช้ t – test dependent

	Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower	Upper			
Pair 1 Posttest - Pretest	10.000	2.746	.528	8.914	11.086	18.925	26	.000

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ สูงกว่า ก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 1



2. การเสนอผลการวิเคราะห์เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอน เรื่องลำดับและอนุกรม โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือด้วยเทคนิคจิ๊กซอว์ โดยเทียบกับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group ปรากฏผลดังตารางที่ 20 – 21

ตารางที่ 20 การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนการสอน กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Posttest	27	19.07	2.252	.433

ตารางที่ 21 การคำนวณเปรียบเทียบคะแนนหลังการจัดการเรียนการสอน กับเกณฑ์ ร้อยละ 70 โดยใช้ t – test one group

	Test Value = 17.5					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
Posttest	3.632	26	.001	1.574	.68	2.46

ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนการสอนตามแผน มีคะแนนเฉลี่ย 19.07 คิดเป็นร้อยละ 76.28 สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 ที่กำหนดไว้ อย่างมีนัยสำคัญ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานข้อ 2

## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล	นางสาวกาญจนา สนมรัมย์
วัน เดือน ปี เกิด	23 กรกฎาคม 2533
สถานที่เกิด	โรงพยาบาลสวี อำเภอสวี จังหวัดชุมพร
วุฒิการศึกษา	พ.ศ. 2552 มัธยมศึกษาตอนปลาย โรงเรียนเขาทะลุพิทยาคม จังหวัดชุมพร พ.ศ. 2557 ครุศาสตรบัณฑิต วิชาเอกคณิตศาสตร์และคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบุรี
ที่อยู่ปัจจุบัน	184 ม.4 ตำบลเขาทะลุ อำเภอสวี จังหวัดชุมพร 86130

