



การศึกษาค้นคว้าการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics)  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์  
A STUDY OF THE LEARNING OUTCOMES OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS  
ON COMBINATORICS VIA CONSTRUCTIVIST TEACHING

ศราวุฒ เพชรอินทร์

บัณฑิตวิทยาลัยมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

2561

การศึกษามูลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics)  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

การศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

ปีการศึกษา 2561

ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

A STUDY OF THE LEARNING OUTCOMES OF MATHAYOMSUKSA I  
STUDENTS  
ON COMBINATORICS VIA CONSTRUCTIVIST TEACHING



A Thesis Submitted in partial Fulfillment of Requirements  
for MASTER OF EDUCATION (Mathematics)  
Faculty of Science Srinakharinwirot University  
2018  
Copyright of Srinakharinwirot University

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง

การศึกษาลการเรียงนึ่ง เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics)  
ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนนึ่งตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ของ

ศราวณ เพชรอินทร์

ได้รับอนุมัติจากบัณฑิตวิทยาลัยให้นับเป็นส่วนนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาคณิตศาสตร์

ของมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ นายแพทย์ฉัตรชัย เอกปัญญาสกุล)

คณะกรรมการสอบปากเปล่าปริญญานิพนธ์

ที่ปรึกษาหลัก

ประธาน

(อาจารย์ ดร.ชิวา ลำดวนหอม)

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด)

ที่ปรึกษาร่วม

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยชัย)

(อาจารย์ ดร.ชิวา ลำดวนหอม)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสานและ)

กรรมการ

(อาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยชัย)

|                  |                                                                                                                                                              |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ชื่อเรื่อง       | การศึกษาผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด<br>(Combinatorics)<br>ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตาม<br>แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ |
| ผู้วิจัย         | ศราวุฒ เพชรอินทร์                                                                                                                                            |
| ปริญญา           | การศึกษามหาบัณฑิต                                                                                                                                            |
| ปีการศึกษา       | 2561                                                                                                                                                         |
| อาจารย์ที่ปรึกษา | อาจารย์ ดร. ชีรา ลำดวนหอม                                                                                                                                    |

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ 1) ศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และ 2) ศึกษา ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด กลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปี การศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม ตำบลเสนางคนิคม อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 40 คน

ผู้วิจัยได้ทำการทดลองโดยให้กลุ่มตัวอย่างเรียนโดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 6 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที เนื้อหาเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของ ที่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิง วงกลม และวิธีจัดหมู่ โดยแผนการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวได้อาศัยแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในการ จัดการเรียนรู้ ซึ่งประกอบไปด้วย 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสถานการณ์ปัญหา ขั้นความรู้และประสบการณ์ เดิม ขั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ขั้นความรู้ใหม่ และขั้นประเมินผล ซึ่งการประเมินผลการเรียนรู้ ประเมินจากคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยจำนวน 2 ฉบับ และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ จำนวน 1 ฉบับ นอกจากนี้ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการ เรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด เพื่อประเมินความพึงพอใจของ ผู้เรียน

ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ

ละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีความพึงพอใจโดยภาพรวมต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ อยู่ในระดับมาก

คำสำคัญ : ผลการเรียนรู้, นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1, คณิตศาสตร์เชิงการจัด, การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์, ความพึงพอใจ



|                |                                                                                                                 |
|----------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Title          | A STUDY OF THE LEARNING OUTCOMES<br>OF MATHAYOMSUKSA I STUDENTS<br>ON COMBINATORICS VIA CONSTRUCTIVIST TEACHING |
| Author         | SARAWUT PETCH-IN                                                                                                |
| Degree         | MASTER OF EDUCATION                                                                                             |
| Academic Year  | 2018                                                                                                            |
| Thesis Advisor | Chira Lumduanhom                                                                                                |

The purposes of this research were to study the learning outcomes of the students on combinatorics after being taught via learning management based on constructivist theory and to investigate the satisfaction levels of students towards learning management. The participants were recruited using the cluster random sampling technique and included forty Mathayomsuksa I students from Senangkhanikhom School in Senangkhanikhom district, Amnat Charoen, in the second semester of the 2018 academic year.

This research designed constructivist learning management, which included six instructional plans for the topic of combinatorics. Each plan was divided into two fifty-minute periods. The subjects were taught combinatorics through the six plans, which consisted of counting, permutations without repetition, permutations with repetition, circular permutations and combinations. The constructivist method was employed as the main framework for activities in each plan. The students were assigned to take three exams on student learning outcomes on combinatorics, and they were also asked to complete questionnaires on student satisfaction after studying combinatorics via the created learning management at the end. The responses of the students on the exams and questionnaires were graded, collected, and used as the data in this study.

The research findings revealed the following: 1) after being taught the topics of combinatorics via the constructivist learning management, over 60% of the participants satisfied the set criteria, at a statistically significant level of .05, 2) the mean score of

the satisfaction of the subjects regarding learning management was at a “high” overall level.

Keyword : Learning outcomes, Mathayomsuksa I students, Combinatorics, Constructivist teaching, Satisfaction



## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จสมบูรณ์ได้ด้วยดี เพราะผู้วิจัยได้รับความอนุเคราะห์จาก อาจารย์ ดร.ชिरา ลำดวนหอม และอาจารย์ ดร.ขวัญ เพี้ยซ้าย ที่ปรึกษาควบคุมปริญญานิพนธ์ ที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษา คำแนะนำ ความรู้ และแนวคิดที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย ตลอดจนแก้ไขปริญญานิพนธ์เล่มนี้อย่างละเอียดมาโดยตลอด ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ทรงชัย อักษรคิด ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์ และอาจารย์ ดร.สุกัญญา หะยีสถาและ ที่กรุณาร่วมเป็นคณะกรรมการสอบปากเปล่า และให้ความสนใจและให้คำแนะนำเพิ่มเติมเพื่อความสำเร็จของปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ไพศาล จรรยา อาจารย์ธีรเชษฐ์ เรืองสุขอนันต์ และอาจารย์ ดร.วิศรุต โพธิ์อ่อน ที่ให้ความกรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญ ตรวจสอบเครื่องมือวิจัย และขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์เอนก จันทจรูญ ที่ได้ให้ความกรุณาตรวจสอบบทความภาษาอังกฤษ

ขอกราบขอบพระคุณสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.) ที่กรุณาให้ทุนสนับสนุนในการทำวิจัยครั้งนี้

ขอกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการและคณะครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียน เสนางคนิคม โดยเฉพาะอย่างยิ่งอาจารย์พิเนตร สมคิด อาจารย์อิฐิพร สมคิด และอาจารย์ประยอม กาสังห์ ที่ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในการเก็บข้อมูลวิจัยในครั้งนี้ รวมทั้งนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเสนางคนิคมทุกคนที่ให้ความร่วมมือในการเก็บข้อมูลอย่างดียิ่ง จนทำให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณพ่อ แม่ และทุกคนในครอบครัว ที่ให้ทั้งกำลังใจ ให้การสนับสนุนในการศึกษาต่อ รวมทั้งสนับสนุนในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ในทุกด้าน และขอบคุณ นิสิตปริญญาโท และปริญญาเอก สาขาคณิตศาสตร์ รวมถึงทุกคนที่เกี่ยวข้องที่ให้กำลังใจ คำแนะนำ และความช่วยเหลือจนทำให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์ที่เกิดจากปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบเป็นเครื่องบูชาพระคุณ บิดา มารดา และครู อาจารย์ทุกท่าน ที่ได้รับอบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทความรู้ทั้งปวงแก่ผู้วิจัย

ศราวุฒ เพชรอินทร์



## สารบัญ

### หน้า

|                                                                       |    |
|-----------------------------------------------------------------------|----|
| บทคัดย่อภาษาไทย .....                                                 | ง  |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....                                              | ฉ  |
| กิตติกรรมประกาศ.....                                                  | ช  |
| สารบัญ .....                                                          | ญ  |
| สารบัญตาราง.....                                                      | ฐ  |
| สารบัญรูปภาพ .....                                                    | ฒ  |
| บทที่ 1 บทนำ.....                                                     | 1  |
| ภูมิหลัง .....                                                        | 1  |
| ความมุ่งหมายของการวิจัย .....                                         | 4  |
| ความสำคัญของการวิจัย .....                                            | 4  |
| ขอบเขตของการวิจัย .....                                               | 5  |
| ประชากรที่ใช้ในการวิจัย .....                                         | 5  |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....                                   | 5  |
| เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย .....                                         | 5  |
| ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย .....                                        | 6  |
| ตัวแปรที่ศึกษา .....                                                  | 6  |
| นิยามศัพท์เฉพาะ.....                                                  | 6  |
| กรอบแนวคิดในการวิจัย .....                                            | 8  |
| สมมติฐานของการวิจัย.....                                              | 8  |
| บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....                           | 9  |
| ตอนที่ 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ..... | 10 |

|                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.1 ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ .....                                                  | 10 |
| 1.2 แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญของคอนสตรัคติวิสต์ .....                                           | 11 |
| 1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ .....                                         | 21 |
| 1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ .....                            | 41 |
| 1.5 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ .....                       | 44 |
| 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ .....                 | 46 |
| ตอนที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .... | 48 |
| 2.1 หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ...          | 48 |
| 2.2 ความหมายของคณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                   | 51 |
| 2.3 เนื้อหาของคณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                    | 52 |
| 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                      | 53 |
| ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ .....                                          | 56 |
| 3.1 ความหมายของความพึงพอใจ .....                                                            | 56 |
| 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ .....                                                  | 57 |
| 3.3 การวัดความพึงพอใจ .....                                                                 | 58 |
| 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ .....                                               | 59 |
| บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....                                                             | 60 |
| ตอนที่ 1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง .....                                      | 60 |
| ประชากร .....                                                                               | 60 |
| กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย .....                                                         | 60 |
| ตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย .....                                           | 60 |
| 1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....  | 60 |

|                                                                                                                                             |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 2. แบบทดสอบย่อย.....                                                                                                                        | 63  |
| 3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                                                | 64  |
| 4. แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง<br>คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                   | 66  |
| ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล.....                                                                                                           | 67  |
| แบบแผนการวิจัย .....                                                                                                                        | 67  |
| การดำเนินการทดลอง .....                                                                                                                     | 68  |
| ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                                                           | 69  |
| ตอนที่ 5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                                              | 69  |
| บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล .....                                                                                                          | 71  |
| ตอนที่ 1 ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 .....                                                    | 71  |
| ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด<br>คอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ..... | 73  |
| บทที่ 5 สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ .....                                                                                                | 78  |
| ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป .....                                                                                  | 78  |
| สรุปผลการวิจัย.....                                                                                                                         | 82  |
| อภิปรายผลการวิจัย .....                                                                                                                     | 82  |
| ข้อเสนอแนะ .....                                                                                                                            | 88  |
| บรรณานุกรม .....                                                                                                                            | 90  |
| ภาคผนวก.....                                                                                                                                | 99  |
| ประวัติผู้เขียน.....                                                                                                                        | 178 |

## สารบัญตาราง

### หน้า

|                                                                                                                                                                                                                                                                         |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตาราง 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                                                                                                                                                      | 5   |
| ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีของมาตรฐาน ค 5.2.....                                                                                                                                                                                                       | 50  |
| ตาราง 3 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Posttest Only Design .....                                                                                                                                                                                                          | 67  |
| ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบทดสอบ<br>ย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์ เชิง<br>การจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง.....                | 71  |
| ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า Z ของรวมจาก<br>คะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง ..... | 72  |
| ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดความ<br>พึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์<br>เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นรายชื่อ .....           | 74  |
| ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน .....                                                                                                                                                                                   | 104 |
| ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่อง วิธีจัดหมู่.....                                                                                                                                                                                            | 104 |
| ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด<br>.....                                                                                                                                                                            | 105 |
| ตาราง 10 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1 .....                                                                                                                                                                                                    | 107 |
| ตาราง 11 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2 .....                                                                                                                                                                                                    | 107 |
| ตาราง 12 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง<br>คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                                                                                                                              | 108 |
| ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด<br>คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                                                                                                | 112 |

|                                                                                                                                                                                                |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| ตาราง 14 ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งพิจารณาจากคะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง<br>คณิตศาสตร์เชิงการจัด ..... | 115 |
| ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบอัตนัยในแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 แบบทดสอบ<br>ย่อย ฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียน เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                            | 173 |
| ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบแบบเติมคำตอบในแบบทดสอบวัด<br>ความสามารถในการเรียน เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด .....                                                                   | 173 |



## สารบัญรูปภาพ

หน้า

ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย ..... 8

ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ..... 62



## บทที่ 1

### บทนำ

#### ภูมิหลัง

ในช่วงระยะเวลาหลายทศวรรษที่ผ่านมา มีการเปลี่ยนแปลงเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้อคณิตศาสตร์อยู่บ่อยครั้งทั้งในด้านวิธีการสอนที่เราให้ความสำคัญและด้านเนื้อหาที่นำมาใช้ในการเรียนการสอน ซึ่งในด้านเนื้อหาบางเรื่องที่ถูกตัดออกไป แล้วนำเนื้อหาเรื่องใหม่ๆ ที่มีความสำคัญและเป็นประโยชน์สอดคล้องกับเหตุการณ์ในยุคปัจจุบันมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนแทนเนื้อหาเดิม หนึ่งในเนื้อหาใหม่ ได้แก่ วิทยุคณิต (Discrete Mathematics) ซึ่งเกี่ยวข้องกับทฤษฎีกราฟ พีชคณิตบูลีน คณิตศาสตร์เชิงการจัด ความน่าจะเป็น หรือจำนวนสุ่ม เป็นเนื้อหาที่ได้รับความสนใจและได้รับความนิยมที่นำมาใช้ในการเรียนการสอนตลอดช่วงทศวรรษที่ผ่านมา เนื่องจากเนื้อหาดังกล่าวเป็นพื้นฐานในการพัฒนาวิทยาการคอมพิวเตอร์ สถิติ และการจัดการธุรกิจ (Smith, 2007; สมชาย ประสิทธิ์จุตระกูล, 2548) รวมทั้งยังเป็นเนื้อหาที่ช่วยพัฒนาผู้เรียนในด้านฝึกทักษะการคิด การแก้ปัญหา และการวิเคราะห์ รวมทั้งทักษะการพิสูจน์

คณิตศาสตร์เชิงการจัด (Combinatorics) เป็นสาขาหนึ่งของวิทยุคณิตที่เกี่ยวกับปัญหาการจัดการสิ่งของที่แตกต่างกันภายใต้เงื่อนไขและองค์ประกอบที่กำหนดไว้ ปัญหาคณิตศาสตร์เชิงการจัดและบทประยุกต์สามารถพบได้ในคณิตศาสตร์หลาย ๆ สาขา เช่น ความน่าจะเป็นและสถิติ ทฤษฎีกราฟ เรขาคณิต และพีชคณิต รวมทั้งศาสตร์อื่น ๆ เช่น วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ วิทยาการคอมพิวเตอร์ การวิจัยดำเนินการ และวิทยาการจัดการ เป็นต้น โดยเฉพาะวิทยาการคอมพิวเตอร์ต้องใช้ความรู้คณิตศาสตร์เชิงการจัดช่วยในการออกแบบและการวิเคราะห์อัลกอริทึมสำหรับปัญหาต่าง ๆ หรือด้านวิศวกรรมศาสตร์ที่ใช้ในการออกแบบเส้นทางเดินทางสำหรับบริษัทขนส่งสินค้า เป็นต้น การวิจัยของศรีรามานและอิงลิช (Sriraman & English, 2004) ได้ให้มุมมองเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เชิงการจัดไว้ว่า คณิตศาสตร์เชิงการจัดได้ทำให้เกิดงานวิจัยทางคณิตศาสตร์อย่างมากมาย และมีการนำไปประยุกต์ใช้ในงานอื่น ๆ เช่น งานด้านการสื่อสาร การตรวจสอบการเข้ารหัส การลงสี (ทฤษฎีกราฟ) และปัญหาการบรรจุผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้คณิตศาสตร์เชิงการจัดยังมีความเชื่อมโยงทางทฤษฎีกับหลาย ๆ สาขาของคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะความน่าจะเป็นและสถิติในการกำหนดขนาดและลักษณะของปริภูมิตัวอย่าง (Sample Space) ซึ่งมีค่าเท่ากับจำนวนทั้งหมดของผลลัพธ์หรือขนาดของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ส่วนอิงลิช (English, 1993) ได้กล่าวถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์เชิงการจัดไว้สองประการดังนี้ ประการแรกคณิตศาสตร์เชิงการจัด

เกี่ยวข้องกับโครงสร้างที่หลากหลายของหลักทางคณิตศาสตร์ที่สำคัญ เช่น กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ และยังครอบคลุมเนื้อหาในหลักสูตรคณิตศาสตร์หลายสาขา เช่น สถิติและความน่าจะเป็น เรขาคณิต ประการที่สองการแก้ปัญหาเชิงคณิตศาสตร์เชิงการจัดนั้นมีความโดดเด่นในด้านการพัฒนาและส่งเสริมการคิดของผู้เรียน หรือคาโวเซียน (Kavousian, 2008) กล่าวถึงคณิตศาสตร์เชิงการจัดในมิติของการเรียนรู้ไว้ว่า สำหรับผู้เรียนที่ถึงแม้จะมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่เพียงพอ แต่ผู้เรียนก็สามารถแก้ปัญหาเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เชิงการจัดที่มีความน่าสนใจและท้าทายได้ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าผู้เรียนหรือแม้แต่เด็กเล็กก็สามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์เชิงการจัดได้ โดยอาศัยความรู้เกี่ยวกับการบวกและการคูณ ปัจจุบันมีการนำเรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัดมาเป็นหัวข้อหนึ่งทางการวิจัยในคณิตศาสตร์ศึกษาทั้งในระดับมัธยมศึกษาและอุดมศึกษา (Smith, 2007)

มีเอกสารและงานวิจัยที่กล่าวถึงปัญหาการเรียนการสอนเกี่ยวกับคณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยเฉพาะเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีการจัดหมู่ เช่น งานวิจัยของนัฐจิรา บุศย์ดีและคณะ (Busadee, Panijpan, Laosinchai, & Ruenwongsa, 2010) พบว่า วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีการจัดหมู่เป็นเรื่องยากในการทำความเข้าใจสำหรับผู้เรียน ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหากฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับได้ ไม่เข้าใจที่มาของสูตรวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีการจัดหมู่ หรืองานวิจัยของไซแลค (Schielack, 1991) พบว่า นักเรียนมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้สูตรเรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีการจัดหมู่ เช่น สถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการจัดหมู่แต่นักเรียนใช้สูตรวิธีเรียงสับเปลี่ยน หรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีเรียงสับเปลี่ยนแต่นักเรียนใช้สูตรวิธีการจัดหมู่ เป็นต้น ส่วนลี (Lee, 2006) ได้กล่าวถึงปัญหาในการเรียนและการสอนคณิตศาสตร์เชิงการจัดไว้ 6 ข้อ ดังนี้ 1) ผู้เรียนไม่รู้จะเริ่มต้นแก้ปัญหาอย่างไร 2) ผู้เรียนเกิดความสับสนระหว่างสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการเรียงสับเปลี่ยนกับสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับวิธีการจัดหมู่ 3) ผู้เรียนไม่สามารถให้เหตุผลสำหรับคำตอบที่หามาได้ 4) ผู้เรียนไม่เข้าใจว่าทำไมค่าของศูนย์แฟกทอเรียลมีค่าเท่ากับหนึ่ง 5) ผู้เรียนมีปัญหาเกี่ยวกับเรื่องความหมายและการใช้สัญลักษณ์แฟกทอเรียล และ 6) วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีการจัดหมู่เป็นเรื่องยากในการสอนสำหรับครู

ปัจจุบันแนวคิดเกี่ยวกับการจัดการเรียนการสอนโดยใช้กระบวนการเรียนรู้ที่ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีแนวโน้มที่จะมีอิทธิพลต่อการจัดการเรียนการสอนทางด้านวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ในอนาคตเป็นอย่างมาก เนื่องจากแนวคิดดังกล่าวมุ่งเน้นฝึกให้ผู้เรียนเป็นผู้มีความรู้ มีอิสระในการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง ตระหนักถึงบทบาท สามารถกำหนดทิศทางในกระบวนการเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง มีการคิดอย่างมีเหตุผล และรวมไปถึงมีความเข้าใจต่อเนื้อหาที่เรียนรู้อย่าง

ลึกซึ้งและสามารถนำความรู้ไปใช้ต่อไปได้ (Clements, 1997; Driscoll, 1994; Jonassen, 1991) การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น ซึ่งผู้เรียนจะเป็นผู้มีความสามารถในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้เรียบเรียงข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ เพื่อกลั่นกรองและสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง (ทิตินา แชมมณี, 2557) ไดรเวอร์และเบลล์ (Driver & Bell, 1986) ได้สรุปการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่เกิดจากการที่ผู้เรียนมีประสบการณ์ตรงจากการใช้ประสาทสัมผัสหรือการเกิดปฏิสัมพันธ์ทางสังคมและกระบวนการคิดที่เกิดจากความพยายามในการเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม ด้วยการอธิบาย ให้เหตุผลเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้งของข้อมูลที่มีอยู่เดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง กลายเป็นโครงสร้างทางปัญญาที่มีความซับซ้อนและคงทนมากยิ่งขึ้น ซึ่งการที่ผู้เรียนพยายามในการประยุกต์ใช้โครงสร้างทางความรู้เดิมกับสถานการณ์ใหม่ ๆ จะทำให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งทางปัญญาและพยายามรับข้อมูลใหม่ไปเชื่อมโยงกับโครงสร้างทางความรู้เดิมแล้วสร้างเป็นความรู้ใหม่ นับว่าเป็นความพยายามในการหาคำตอบเพื่อลดความเครียดทางปัญญา ดังนั้นการจัดการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงความรู้ใหม่กับประสบการณ์เดิมเข้าด้วยกันจึงถือว่าเป็นการเรียนรู้ที่สมบูรณ์ นอกจากนี้ผลการวิจัยของเมอร์ฟี (Murphy, 1997) พบว่า การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ นอกจากนักเรียนจะได้สร้างความรู้ด้วยตนเองแล้ว นักเรียนยังได้เรียนรู้กระบวนการเรียนรู้ และสามารถควบคุมการเรียนรู้ของตนเองได้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นวิธีการจัดการเรียนรู้หนึ่งที่สอดคล้องกับหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และพระราชบัญญัติการศึกษาแห่งชาติ (ฉบับที่ 3) พ.ศ. 2553 ที่สนับสนุนและพัฒนาผู้เรียนทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ รวมทั้งเจตคติที่จำเป็นต่อการศึกษาผ่านกระบวนการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียน เช่น กระบวนการคิด กระบวนการเรียนรู้จากประสบการณ์ (วิศิษฐ์ศรี โตศุภวรรณ์, 2556) ในช่วง 10 ปีที่ผ่านมา มีงานวิจัยจำนวนหนึ่งได้นำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์แล้วมีผลดี เช่น งานวิจัยของละมัย แก้วสวรรค์ (2558) ได้เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ซึ่งแบ่งเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลองได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์และกลุ่มควบคุมได้รับการจัดการเรียนรู้แบบปกติ ผลการวิจัย พบว่า คะแนนเฉลี่ยของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มทดลองสูงกว่ากลุ่มควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 หรือ

งานวิจัยวนิดา นนถาชา (2553) ได้พัฒนาแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ผลการวิจัย พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 82.87/81.19 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ 75/75 นอกจากนี้ผลการวิจัยของวิจัยวนิดา นนถาชา ยังพบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุดเมื่อใช้แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์สอดคล้องกับงานวิจัยของทัศนดา คุณสนอง (2553) ที่พบว่าผู้เรียนมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด เมื่อใช้การจัดการเรียนการสอนตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้นและประกอบกับทฤษฎีการเรียนรู้ของบรูเนอร์ที่กล่าวว่า เด็กทุกระดับชั้นของการพัฒนาสามารถเรียนรู้เนื้อหาวิชาได้ก็ได้ ถ้าได้รับการสอนให้เหมาะสมกับความสามารถของเด็ก (สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556) ทำให้ผู้วิจัยสนใจศึกษาผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### ความมุ่งหมายของการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ตั้งความมุ่งหมายไว้ดังนี้

1. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### ความสำคัญของการวิจัย

ผลของการวิจัยในครั้งนี้จะเป็นแนวทางในการพัฒนาการจัดการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์และบุคลากรที่เกี่ยวข้องกับการศึกษา นอกจากนี้ผลการวิจัยที่ได้จะเป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์เรื่องอื่น ๆ ของนักเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

### ขอบเขตของการวิจัย

#### ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม ตำบลเสนางคนิคม อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 5 ห้องเรียน

#### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม ตำบลเสนางคนิคม อำเภอเสนางคนิคม จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ประกอบด้วย 5 เนื้อหาย่อย ได้แก่ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม และวิธีจัดหมู่

ตาราง 1 แผนการจัดการเรียนรู้ เนื้อหา และจำนวนคาบ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| แผนการจัดการเรียนรู้ที่ | เนื้อหา                                              | จำนวน (คาบ) |
|-------------------------|------------------------------------------------------|-------------|
| 1                       | กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ                      | 2           |
| 2                       | วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด    | 2           |
| 3                       | วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด | 2           |
| 4                       | วิธีเรียงสับเปลี่ยนแบบวงกลม                          | 2           |
| 5                       | วิธีการจัดหมู่                                       | 2           |
| 6                       | วิธีการจัดหมู่ (ต่อ)                                 | 2           |
|                         | รวม                                                  | 12          |

### ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

การวิจัยในครั้งนี้ทำการทดลองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 ใช้เวลาในการทดลองรวมเวลาที่ใช้ในการทำแบบทดสอบแล้วทั้งหมด 15 คาบ คาบละ 50 นาที เป็นระยะเวลา 4 สัปดาห์

### ตัวแปรที่ศึกษา

1. ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด
2. ตัวแปรตาม ได้แก่
  - 2.1 ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1
  - 2.2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด หมายถึง การจัดการเรียนรู้ที่อยู่บนแนวคิดของกลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่าความรู้ไม่ใช่สิ่งที่อยู่ภายนอกตัวบุคคลที่จะสามารถถ่ายทอดไปยังนักเรียนได้ แต่ความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยตัวนักเรียนเอง ในขณะที่นักเรียนพยายามทำความเข้าใจหรือพยายามสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมและอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างนักเรียนด้วยกันหรือนักเรียนกับครู โดยการจัดกิจกรรมดังกล่าวมี 5 ขั้นตอนรายละเอียดต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้ นักเรียนได้พิจารณาปัญหา วิเคราะห์ ตั้งคำถาม และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยสถานการณ์ปัญหามิใช่ต้องท้าทายและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ใหม่ (ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา) เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการจัดการกระทำกับสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนกับนักเรียน หรือครูกับนักเรียน มีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างทำกิจกรรม โดยมีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนประสบการณ์ มุมมอง และ

แนวคิดในการหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา เพื่อเปรียบเทียบหรือตรวจสอบแนวคิดที่ยังเป็นข้อขัดแย้ง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กันดังกล่าว เพื่อต้องการให้เกิดความน่าเชื่อถือและการยอมรับ

ขั้นที่ 4 ขั้นความรู้ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์เพื่อใช้ประกอบในการแก้สถานการณ์ปัญหาจนกระทั่งนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอผลงาน โดยมีการอภิปรายซักถาม ได้แย้ง เปรียบเทียบ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะทำให้ครูประเมินผลการแก้สถานการณ์ของนักเรียน ขณะเดียวกันหากครูพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ทุกคนยอมรับ

**2. ผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1** หมายถึง ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ในการเรียน เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งแบ่งน้ำหนักของคะแนนได้ ดังนี้

2.1 คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 คิดเป็นร้อยละ 20 ของคะแนนรวมทั้งหมด

2.2 คะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 คิดเป็นร้อยละ 15 ของคะแนนรวมทั้งหมด

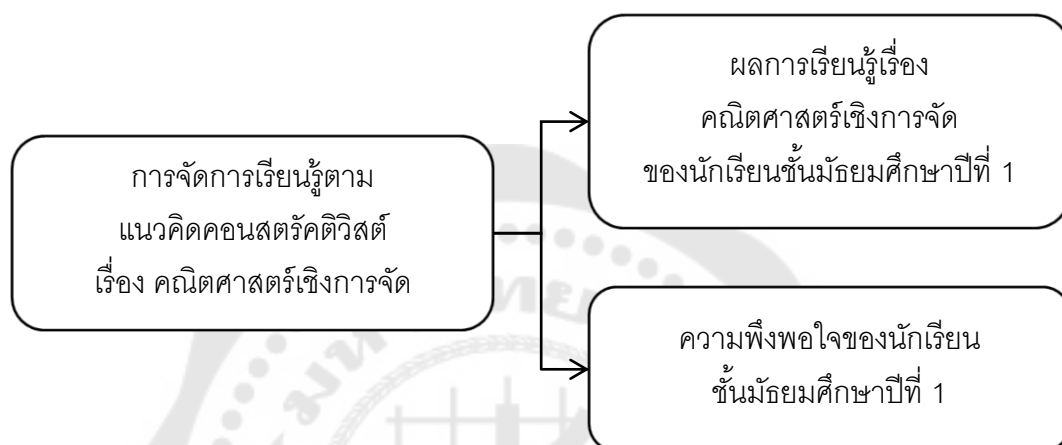
2.3 คะแนนจากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด คิดเป็นร้อยละ 65 ของคะแนนรวมทั้งหมด

**3. เกณฑ์** หมายถึง คะแนนจุดตัดที่กำหนดการผ่านระดับที่ยอมรับได้โดยการวิจัยครั้งนี้ กำหนดเกณฑ์ที่ร้อยละ 60 หมายความว่า ถ้ารวมคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนเข้าด้วยกันแล้วมีค่าตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนเต็ม ถือว่านักเรียนคนนั้นมีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์

**4. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด** หมายถึง ความรู้สึกชอบหรือความพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งประเมินจากแบบวัดความพึงพอใจ โดยในการวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยประเมิน

ความพึงพอใจต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 3 ด้าน ได้แก่ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และด้านผู้สอน

### กรอบแนวคิดในการวิจัย



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย

### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

## บทที่ 2

### เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ครอบคลุมด้านต่าง ๆ ดังนี้

#### ตอนที่ 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

- 1.1 ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 1.2 แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญของคอนสตรัคติวิสต์
- 1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 1.5 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
- 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

#### ตอนที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

- 2.1 หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด
- 2.2 ความหมายของคณิตศาสตร์เชิงการจัด
- 2.3 เนื้อหาของคณิตศาสตร์เชิงการจัด
- 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เชิงการจัด

#### ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

- 3.1 ความหมายของความพึงพอใจ
- 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ
- 3.3 การวัดความพึงพอใจ
- 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

## ตอนที่ 1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

### 1.1 ความหมายของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

วอน เกลเซอร์สเฟลด์ (Glaserfeld, 2006) กล่าวถึงทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ว่าเป็น ทฤษฎีของความรู้ที่มีรากฐานจากปรัชญาจิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุมกระบวนการการสื่อความหมายในตัวตน โดยอ้างอิงหลักการ 2 ข้อ คือ

1. ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ ความเข้าใจ

2. หน้าที่ของการรับรู้คือการปรับตัวและการประมวลประสบการณ์ทั้งหมด แต่ไม่ใช่เพื่อการค้นพบสิ่งที่เกิดขึ้น

การนำหลักการทั้งสองนี้ไปใช้จะมีผลเกิดขึ้นตามมาแผ่กว้างไกลในการศึกษา พัฒนาการทางสติปัญญา และการเรียนรู้เช่นเดียวกับในการฝึกสอนในจิตวิทยาบำบัด และในระหว่างการจัดการระหว่างบุคคล

ณัฐพงศ์ กาญจนฉายา (2546) ได้สรุปแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า หมายถึง แนวการสอนโดยผู้เรียนสามารถเลือกเรียนในเรื่องที่สนใจ ซึ่งอาศัยแรงจูงใจจากผู้เรียน และประสบการณ์จากผู้เรียนที่ผู้เรียนมีพื้นฐานความรู้มาก่อน ซึ่งมีขั้นตอนหลัก 4 ขั้น คือ ขั้นสำรวจ ความสนใจของผู้เรียน ขั้นสอน ขั้นดำเนินการ และขั้นสรุป เพื่อสร้างความรู้ใหม่ โดยที่ผู้เรียนยังอาศัยประสบการณ์เดิมเป็นพื้นฐานในการเชื่อมโยงความรู้เข้าด้วยกัน

ทัศนิตา คุณสนอง (2553) ได้สรุปแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า หมายถึง เป็นกระบวนการสร้างความรู้มากกว่าความพยายามในการถ่ายทอดความรู้ คอนสตรัคติวิสต์จะมุ่งเน้นการสร้างความรู้ใหม่อย่างเหมาะสมของแต่ละบุคคลและสภาพสิ่งแวดล้อมมีความสำคัญ ในการสร้างคามหมายตามความเป็นจริง วิธีการที่นำมาใช้ในการจัดการเรียนการสอนมีหลักการที่สำคัญว่า ในการเรียนรู้มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ลงมือกระทำการสร้างความรู้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สถาบันส่งเสริมการสอน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545) ได้สรุปแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า หมายถึง คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่เชื่อว่านักเรียนทุกคนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับบางสิ่งบางอย่างมาบ้างแล้ว ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนต้องสืบค้น เสาะหา สืบตรวจสอบและ

ค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมายจึงสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ และเก็บข้อมูลไว้ในสมองได้ยาวนาน

ยี่ เจา (Zhao, 2003) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิซึม เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับการสอนที่ไม่ได้เน้นถึงการปฏิบัติและการทำงานร่วมกันเพียงอย่างเดียว แต่ได้เน้นถึงการค้นพบของนักเรียน ผู้สอนและการสร้างความรู้ รวมทั้งการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นจากความรู้ที่พวกเขาสร้างขึ้น ซึ่งความรู้ที่ผู้เรียนสร้างขึ้นนี้อยู่บนความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียน

กาญจนา คังคะประดิษฐ์ (2547) ได้สรุปแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า คอนสตรัคติวิซึมเป็นทฤษฎีที่เกี่ยวกับความรู้ที่เชื่อว่า ความรู้ได้จากกระบวนการกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติ และสืบค้นด้วยตนเองหรือมีการแลกเปลี่ยนความรู้จากเพื่อน ความรู้และประสบการณ์เดิมของนักเรียนจึงเป็นปัจจัยสำคัญในการเรียนรู้ กระบวนการเรียนรู้ไม่ได้มาจากการบอกเล่า แต่เป็นกระบวนการที่นักเรียนต้องสืบค้นด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้เกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ที่มีความหมาย

จากความหมายและข้อสรุปดังกล่าว สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ คือแนวคิดที่เชื่อว่าความรู้ไม่ใช่สิ่งที่อยู่ภายนอกตัวบุคคลที่จะสามารถถ่ายทอดไปยังผู้เรียนได้ แต่ความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยตัวผู้เรียนเองในขณะที่ผู้เรียนพยายามทำความเข้าใจหรือพยายามสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมและอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียนด้วยกันหรือผู้เรียนกับครู

## 1.2 แนวคิดพื้นฐานที่สำคัญของคอนสตรัคติวิสต์

จรรยา ภูอุดม (2544) ได้กล่าวถึงถึงแนวคิดต้นกำเนิดของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า ทฤษฎีที่ถือเป็นต้นกำเนิดของคอนสตรัคติวิซึมและเป็นที่ยอมรับกันอย่างแพร่หลาย คือทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ และทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิกทอร์สกี ดังนั้นการสร้างกระบวนการเรียนรู้ภายใต้แนวคิดของคอนสตรัคติวิซึม จึงจำเป็นต้องศึกษาถึงแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญจากทฤษฎีทั้งสองเพื่อนำมากำหนดเป็นกรอบโครงสร้างของการจัดกระบวนการเรียนรู้

**1.2.1 ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ (Jean Piaget's Cognitive Development Theory)** ทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์ไม่เป็นทั้งทฤษฎีการเรียนรู้และทฤษฎีการสอน แต่เป็นทฤษฎีเกี่ยวกับพัฒนาการทางปัญญาของบุคคล มีเป้าหมายในการแยกแยะและศึกษากฎโดยรวมของพัฒนาการทางปัญญา โดยเน้นที่พัฒนาการของการคิดเชิง

เหตุผล (logical thinking) จากวิทยาทารกจนกระทั่งโตเป็นผู้ใหญ่ มีสมมติฐานว่าพัฒนาการทางปัญญามีลักษณะคล้ายกับระบบทางชีววิทยา กล่าวคือ เป็นกระบวนการสร้างโครงสร้างที่ต้องการอย่างต่อเนื่องขณะมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม กำหนดความหมายของพัฒนาการทางปัญญาว่าเป็นความมั่งคั่งของการคิดเชิงเหตุผลที่มีผลลัพธ์เป็นการสร้างโครงสร้างทางปัญญาใหม่จากโครงสร้างที่มีอยู่เดิม โดยเชื่อว่าความมั่งคั่งทางปัญญาเป็นผลมาจากองค์ประกอบ 4 อย่าง คือ สภาพแวดล้อมทางกายภาพ สภาพแวดล้อมทางสังคม วุฒิภาวะ และการสร้างความสมดุลของประสบการณ์ (Gredler, 1992) เมื่อการสร้างความสมดุลของประสบการณ์หมายถึงการปรับตัวกับสิ่งแวดล้อมเพื่อให้อยู่ในสภาพสมดุล โดยอาศัยกลไกพื้นฐาน 2 ประการ คือ กลไกซึมซับประสบการณ์ (assimilation) อันเป็นการรับเอาประสบการณ์ใหม่ที่ต้องการ หรือปรับสิ่งแวดล้อมให้รวมเข้ากับโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม และกลไกการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) อันเป็นกระบวนการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิมให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมหรือประสบการณ์ใหม่ หรือเปลี่ยนแปลงความคิด ความเข้าใจเดิมให้สอดคล้องกับสิ่งแวดล้อมใหม่ (Sutherland, 1992; สุรางค์ ไคว์ตระกูล, 2556) เพียเจต์ได้จำแนกขั้นของพัฒนาการทางปัญญาออกเป็น 4 ขั้น คือ

ขั้นที่ 1 ขั้นใช้ประสาทสัมผัส (Sensory-motor Stage) มีอายุตั้งแต่แรกเกิดถึง 2 ปี เป็นขั้นที่พัฒนาการเกิดจากการใช้ประสาทสัมผัสต่าง ๆ เช่น ตา หู มือ และเท้า เป็นต้น

ขั้นที่ 2 ขั้นควบคุมอวัยวะต่าง ๆ (Preoperational Stage) มีอายุประมาณ 3-7 ปี เป็นขั้นที่เริ่มมีพัฒนาการที่เป็นระบบมากขึ้น มีพัฒนาการของสมองที่ใช้ควบคุมการพัฒนา ลักษณะนิสัยและการพัฒนาอวัยวะต่าง ๆ

ขั้นที่ 3 ขั้นคิดอย่างเป็นรูปธรรม (Concrete-operational Stage) มีอายุประมาณ 8-14 ปี เป็นขั้นที่สามารถเรียนรู้ จำแนกสิ่งต่าง ๆ ที่เป็นรูปธรรมได้ แต่ยังไม่สามารถสร้างจินตนาการกับเรื่องราวที่เป็นนามธรรมได้

ขั้นที่ 4 ขั้นคิดอย่างเป็นนามธรรม (Formal-operational Stage) มีอายุประมาณ 14 ปีขึ้นไป เป็นขั้นที่สามารถคิดอย่างเป็นเหตุเป็นผล คิดในสิ่งที่ซับซ้อน และเป็นนามธรรมได้

เพียเจต์เชื่อว่าพัฒนาการของบุคคลจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องจากระดับที่ต่ำกว่าไปสู่ระดับที่สูงกว่าโดยไม่มีการข้ามขั้น และจะบรรลุถึงพัฒนาการในแต่ละขั้นได้ด้วยการมีประสบการณ์กับสิ่งแวดล้อม ประสบการณ์ในการทำกิจกรรม และมีปฏิสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมทางสังคม ดังนั้นในแง่ของการเรียนรู้จึงถือว่าการจัดกระทำและการมีประสบการณ์กับวัตถุที่เป็น

รูปธรรมเป็นพื้นฐานสำคัญของการสร้างความรู้ เด็กเรียนรู้โดยการสร้างปัญหา ตั้งคำถาม และสำรวจคำตอบโดยการทดลองวิธีแก้ปัญหาจนเกิดการค้นพบหรือที่เรียกว่าการสร้างขึ้นใหม่โดยเด็กแต่ละคนนั่นเอง กฎหรือทฤษฎีที่ปรากฏในวิชาเฉพาะใด ๆ ก็ตามถูกสร้างขึ้นใหม่โดยผู้เรียนแต่ละคน การสื่อสารกันด้วยภาษาไม่ว่าจะเป็นภาษาพูดหรือภาษาเขียนไม่สามารถถ่ายทอดสิ่งที่เป็นกฎหรือทฤษฎีจากบุคคลหนึ่งไปสู่อีกบุคคลหนึ่งได้ (Gredler, 1992; Sutherland, 1992)

**1.2.2 ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิโกทสกี (Lev S. Vygotsky's Sociohistorical)** จุดเริ่มต้นแนวคิดของวิโกทสกีเกิดขึ้นจากความคิดที่ขัดแย้งกับผลงานวิจัยของพัฟเลฟ (Pavlov) และโคห์เลอร์ (Kohler) ที่ทำกับสุนัขและลิง โดยวิโกทสกีมีความเห็นว่า พฤติกรรมของมนุษย์ย่อมแตกต่างจากพฤติกรรมของสัตว์ เนื่องจากพฤติกรรมของสัตว์เกิดจาก 2 ประการ คือ 1) เกิดขึ้นโดยธรรมชาติหรือโดยกำเนิด (innate reflexes) และ 2) เกิดจากการตอบสนองเพื่อให้ได้สิ่งที่ต้องการหรือเป็นการตอบสนองแบบมีเงื่อนไข (acquired or condition reflexes) ขณะที่พฤติกรรมของมนุษย์เกิดจากสาเหตุ 3 ประการ คือ 1) ประสบการณ์ที่มีติดตัวมาแต่กำเนิดซึ่งประกอบด้วยพฤติกรรมการตอบสนองโดยธรรมชาติและสิ่งที่สร้างสมมาจากบรรพบุรุษที่เรียกว่าประสบการณ์เชิงประวัติศาสตร์ (historical experience) ซึ่งสัตว์ไม่มี 2) ประสบการณ์ที่ได้จากประสบการณ์ของผู้อื่น เช่น เรา รู้จักกรุงเบอร์ลินหรือดาวอังคารได้โดยไม่ต้องเคยไปกรุงเบอร์ลินหรือมีกล้องส่องดูดาว แต่สามารถรู้จักได้โดยประสบการณ์ของคนอื่นที่เคยไปหรือเคยใช้กล้องส่องดูดาวมาก่อน และ 3) วิธีที่มนุษย์ปรับตัวกับสิ่งแวดล้อม แตกต่างจากสัตว์ กล่าวคือ สัตว์ปรับตัวอย่างช้า ๆ ให้เข้ากับสิ่งแวดล้อมที่เรียกว่าการปรับตัวเชิงรับ (passive adaptation) ขณะที่มนุษย์ปรับสิ่งแวดล้อมให้ตอบสนองความต้องการของคนที่เราเรียกว่าการปรับตัวเชิงกระทำ (active adaptation) โดยการใช้สมอง นั่นคือ มนุษย์จะสร้างสิ่งต่าง ๆ ด้วยสมองก่อนแล้วจึงเปลี่ยนจากรูปแบบในสมองมาสู่การกระทำ พฤติกรรมของมนุษย์จึงเป็นเพียงการทำซ้ำแบบจำลองที่คิดไว้แล้ว

จากความแตกต่างดังกล่าว วิโกทสกีจึงสนใจศึกษาลักษณะการทำงานของสมองหรือจิตระดับสูง (higher psychological or mental functions) ของมนุษย์และตั้งชื่อผลงานที่ศึกษาว่าทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคม ซึ่งมีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้ (Gredler, 1997; Sutherland, 1992)

ทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิโกทสกีมีสมมติฐานเบื้องต้น (basic assumptions) ว่าทั้งมนุษย์และสัตว์มีกระบวนการสืบทอดทางชีววิทยา (biological heritage) เป็นตัวกำหนด

พัฒนาการขั้นพื้นฐานทางสมอง อันประกอบด้วย การรับรู้ (perception) การจำอย่างง่าย (simple memory) และความสนใจโดยธรรมชาติ (involuntary attention) ต่อมาเมื่อมนุษย์รู้จักพัฒนาเครื่องมือขึ้นใช้ รู้จักประดิษฐ์สัญลักษณ์ขึ้นใช้ในการสื่อสาร รู้จักสร้างและใช้สิ่งเร้าในฐานะที่เป็นเครื่องช่วยการจำและการคิด สิ่งเหล่านี้มีการถ่ายทอดจากชนรุ่นหนึ่งไปสู่ชนอีกรุ่นหนึ่งเรียกว่า กระบวนการสืบทอดทางประวัติศาสตร์สังคม (sociohistorical heritage) ซึ่งเกิดขึ้นเฉพาะสังคมมนุษย์ มนุษย์จึงมีพฤติกรรมที่ต่างจากสัตว์โลกชนิดอื่น เนื่องจากการสืบทอดทางภาษาและระบบสัญลักษณ์ส่งผลให้ระบบการทำงานของสมองมนุษย์พัฒนาจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูงหรือซับซ้อนยิ่งขึ้น อันประกอบด้วย การรับรู้ที่จัดเป็นกลุ่ม (categorical perception) การจำเชิงเหตุผล (logical memory) การคิดเชิงนามธรรมหรือเชิงมโนคติ (abstract or concept thought) การเลือกเฟ้นอย่างรอบคอบ (selective attention) และการรู้คิด กล่าวคือ การทำงานที่ซับซ้อนทางสมองถูกพัฒนาขึ้นโดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับบุคคลและการใช้สัญลักษณ์ควบคุมและกำกับจากสมมติฐานที่กล่าวมา จึงสรุปได้ว่าพัฒนาการที่ซับซ้อนทางสมองเกี่ยวข้องกับกระบวนการที่เชื่อมโยงกัน 2 กระบวนการ คือ กระบวนการเรียนรู้ภาษาและระบบสัญลักษณ์ และกระบวนการเรียนรู้ที่จะใช้ภาษาและระบบสัญลักษณ์กำกับและควบคุมการคิดของมนุษย์ โดยมีหลักการ 2 ข้อเป็นตัวอธิบายการเปลี่ยนแปลงการทำงานของสมองจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อน คือ

หลักการข้อที่ 1 เรียกว่า กฎทั่วไปของพัฒนาการทางพันธุกรรม (The General Law of Generic Development) กล่าวว่าการทำงานที่ซับซ้อนทางสมองทั้งหมดมีจุดกำเนิดจากปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างบุคคลกับบุคคล ที่เรียกว่า จิตวิทยาระหว่างบุคคล (interpsychological) จากนั้นบุคคลจะค่อย ๆ ได้มาซึ่งความหมายและกลายเป็นสิ่งที่มีอยู่ภายในตัวบุคคลเรียกว่าจิตวิทยาภายในตนเอง (intrapsychological) นั่นคือ ความสัมพันธ์ที่มีในสมองของบุคคลครั้งหนึ่งเคยเป็นความสัมพันธ์ระหว่างบุคคลมาก่อน เช่น ภาษาพูดเริ่มต้นจากการใช้เพื่อสื่อสารกับบุคคลอื่น จากนั้นจึงค่อยเปลี่ยนเป็นภาษาพูดภายใน (inner speech) ซึ่งเป็นความหมายของการคิดนั่นเอง

หลักการข้อที่ 2 เรียกว่า กระบวนการสร้างความหมาย (The Process of Signification) กล่าวว่า มนุษย์ใช้ภาษาในการจัดระบบการรับรู้ สร้างนัยทั่วไปและสิ่งที่เป็นนามธรรมขึ้น โดยการจัดกระทำกับสัญลักษณ์ความจำอย่างง่ายจะกลายเป็นความจำเชิงเหตุผลที่เป็นระบบ และเมื่อมีพัฒนาการสูงสุดมนุษย์จะสามารถควบคุมการจำและความสนใจโดยใช้สิ่งเร้า

ที่กำหนดขึ้นเอง เช่น สามารถจดจำคำต่าง ๆ ได้จากการนำคำเหล่านั้นมาแต่งเป็นประโยคหรือเรื่องราว นอกจากนี้พัฒนาการของกระบวนการทางสมองระดับสูงยังขึ้นอยู่กับการเรียนรู้ที่จะใช้สิ่งเร้าและสัญลักษณ์ช่วยควบคุมการดำเนินการภายในสมองที่ซับซ้อน การรวมกันระหว่างภาษากับการทำกิจกรรมจะสร้างพัฒนาการทางปัญญาที่เป็นนามธรรมขึ้น วิโกทสกีได้ศึกษาพบว่า ขณะเด็กพยายามแก้ปัญหาที่ซับซ้อนจะมีการวิจารณ์แสดงความคิดเห็นในการกระทำของตนเอง มีการพูดขึ้นนำการกระทำ พฤติกรรมนี้จะปรากฏมากขึ้นเมื่อเป็นการทำงานเชิงวิชาการที่ใช้สมอง และปรากฏมากที่สุดขณะที่เด็กทำงานโดยไม่มีผู้ใหญ่อยู่ด้วย

ทฤษฎีของวิโกทสกีนอกจากจะให้ความสำคัญกับภาษา และการมีปฏิสัมพันธ์ในฐานะเป็นเครื่องมือสำหรับการพัฒนาการทางสมองมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นที่ซับซ้อนดังที่กล่าวมาแล้ว อีกสิ่งหนึ่งที่วิโกทสกีให้ความสำคัญไม่แพ้กัน คือ การพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือกว่าความสามารถปัจจุบันของเด็กที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง (zone of proximal development) โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดความสามารถปัจจุบันของเด็กแต่อยู่ในขอบเขตของศักยภาพที่เด็กจะทำได้ด้วยการช่วยเหลือแนะนำของผู้ใหญ่หรือการทำร่วมกับเพื่อน ๆ เป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถทางสมองของเด็ก ผลจากการทดลองของวิโกทสกีกับเด็ก 2 คนที่มีอายุสมอง 8 ปีพบว่าหลังจากใช้วิธีการดังกล่าว เด็กคนหนึ่งสามารถแก้ปัญหาของเด็กอายุ 12 ปีได้ อีกคนหนึ่งสามารถแก้ปัญหาของเด็กอายุ 9 ปีได้ ซึ่งเขาอธิบายว่า การรู้ความหมายของภาษาหรือความเข้าใจเกี่ยวกับการดำเนินการเป็นเพียงจุดเริ่มต้นของพัฒนาการทางปัญญา สิ่งสำคัญคือพัฒนาการในเขตของการพัฒนาใกล้เคียงจะถูกสร้างขึ้นจากปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้ใหญ่กับเด็ก หรือเด็กกับเด็กที่เก่งกว่า

จากข้อมูลที่กล่าวมาจะเห็นได้ว่าทั้งทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์และทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิโกทสกีล้วนเป็นทฤษฎีที่ศึกษาแยกแยะองค์ประกอบที่ส่งผลต่อพัฒนาการทางปัญญาของมนุษย์จากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นสูง ซึ่งประกอบด้วยการคิดเชิงเหตุผล การจำเชิงเหตุผล การคิดเชิงมโนคติ และการรู้คิด โดยแต่ละทฤษฎีมีข้อสรุปที่สำคัญดังนี้

ข้อสรุปจากทฤษฎีพัฒนาการทางปัญญาของเพียเจต์

1) พัฒนาการทางปัญญาเกิดจากการกระทำกิจกรรมที่เหมาะสมกับวัย

2) ข้อขัดแย้งทางปัญญาก่อให้เกิดสภาวะไม่สมดุลเป็นแรงจูงใจที่ทำให้เกิด

การกระทำอันจะก่อให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา

3) พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลจะเป็นไปตามลำดับขั้นไม่มีการกระโดดข้ามขั้นหรือสลับลำดับกันได้

ข้อสรุปจากทฤษฎีประวัติศาสตร์สังคมของวิกท์สกี

1) ภาษาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวการสำคัญที่ทำให้พัฒนาการทางปัญญาของบุคคลเปลี่ยนจากขั้นพื้นฐานไปสู่ขั้นซับซ้อนหรือขั้นสูง

2) การพัฒนาความสามารถทางปัญญาระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือความสามารถปัจจุบันของนักเรียนที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง โดยใช้สถานการณ์ที่เลียดความสามารถปัจจุบันและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมเป็นตัวกระตุ้นให้เกิดพัฒนาการทางปัญญา

วิศิษฐ์ศรี โตศุกลวรรณ (2556) ได้สรุปการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า เกิดจากกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ คือ กระบวนการทางจิต (mental process) และกระบวนการทางสังคม (social process) โดยกระบวนการทางจิตมีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการเรียนรู้ของผู้เรียนเนื่องจากเป็นกระบวนการที่มีอิทธิพลต่อการแสดงออกทางความคิดและการกระทำของผู้เรียน (Hammond, Austin, Orcutt, & Rosso, 2001) โดยกระบวนการทางจิตของมนุษย์ได้รับการหล่อหลอมหรือสร้างขึ้นจากประสบการณ์ผ่านประสาทสัมผัสต่าง ๆ ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จึงควรจัดสถานการณ์หรือประสบการณ์เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ (Hergenhahn, 1997; Hilgard & Bower, 1966) ซึ่งนำไปสู่การจัดการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการ ดังนั้นจึงนิยมแนวทางการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มาใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาวิทยาศาสตร์ โดยการจัดการเรียนรู้ดังกล่าวมีพื้นฐานมาจากแนวความคิดเกี่ยวกับคอนสตรัคติวิสต์ของนักจิตวิทยา 2 ท่าน (Prawat & Floden, 1994) ดังนี้

ของ เพียเจต์ นักจิตวิทยาชาวสวิสเซอร์แลนด์ ผู้สร้างทฤษฎีการสร้างความรู้ความเข้าใจของผู้เรียนด้วยกระบวนการที่สำคัญ 2 กระบวนการ ที่พัฒนามาจากแนวคิดเรื่อง การปรับตัว (Sjoberg, 2010) คือ 1) การซึมซับ (assimilation) เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนนำข้อมูลที่ได้รับจากการรับรู้ผ่านประสาทสัมผัส เช่น การมองเห็น การได้ยิน เข้าไปเก็บไว้ในความทรงจำของผู้เรียน เช่น การที่เห็นสุนัขตัวเล็ก ผู้สอนชี้ไปที่สุนัขและบอกว่าเป็น สุนัข ทำให้ผู้เรียนซึมซับภาพและลักษณะของสุนัขตัวเล็กเข้าสู่ความทรงจำของผู้เรียนและ 2) การปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของการปรับตัวเป็นส่วนที่เกี่ยวกับการปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่เป็นความรู้ความเข้าใจใหม่ ซึ่งความรู้ความเข้าใจใหม่อาจเกิดขึ้นระหว่าง

การทำกิจกรรม เช่น ระหว่างการทำกิจกรรมผู้เรียนอาจพบเห็นหรือรับรู้ถึงสิ่งต่าง ๆ รอบตัวและพยายามสร้างความสมดุล (equilibrium) โดยการเชื่อมโยงความรู้เดิมที่มีอยู่ และการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมเพื่อสร้างหรืออธิบายสิ่งต่าง ๆ ที่ได้จากการรับรู้ เช่น ถ้าผู้เรียนเคยเห็นสุนัขตัวเล็กภายหลังเห็นสุนัขตัวใหญ่ระหว่างทางกลับบ้าน ผู้เรียนอาจเกิดความคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่เห็นมีลักษณะเหมือนสุนัข แต่มีขนาดใหญ่ จากนั้นผู้เรียนจะปรับโครงสร้างทางปัญญา โดยคิดว่าสิ่งมีชีวิตที่เห็นคือสุนัขตัวใหญ่ แต่ถ้าผู้เรียนไม่สามารถสร้างสมดุลดังกล่าวได้จะทำให้ผู้เรียนเกิดความสับสนและไม่สามารถสร้างความรู้ความเข้าใจใหม่ได้ การสร้างความสมดุลดังกล่าวจึงเป็นการอธิบายการก้าวข้ามพัฒนาการของผู้เรียนไปยังขั้นตอนต่อไป (Cherry, 2010)

นอกจากนี้เพียเจต์ยังเชื่อว่า ในแต่ละช่วงอายุของผู้เรียนมีพัฒนาการแตกต่างกัน โดยผู้เรียนที่มีอายุตั้งแต่ 11 ปีขึ้นไป (ระดับชั้นมัธยมศึกษา) อยู่ในขั้นปฏิบัติการคิดด้วยนามธรรม (formal operational stage) สามารถสร้างแนวความคิดจากนามธรรม และสามารถคำนวณหรือสรรค์สร้างความคิดด้วยการใช้เหตุผลและจินตนาการซึ่งเป็นผลมาจากการลงมือปฏิบัติ

เลียม วิโกทสกี นักจิตวิทยาชาวรัสเซีย ผู้สร้างแนวคิดเกี่ยวกับเขตของการพัฒนาใกล้เคียงซึ่งเป็นบริเวณที่แสดงถึงระดับพัฒนาการของผู้เรียนที่เกิดขึ้นตามสถานการณ์หรือประสบการณ์ที่ผู้สอนกำหนด โดยผู้เรียนอาจแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ได้ด้วยตนเองอย่างอิสระหรืออาจแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ภายใต้อำนาจแนะนำหรือการช่วยเหลือจากผู้สอนหรือเพื่อนผู้เรียนที่สามารถแก้ปัญหานั้นได้ นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ยังเป็นส่วนหนึ่งที่มีความจำเป็นต่อกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ทั้งในด้านเนื้อหาสาระและกระบวนการต่าง ๆ และเมื่อจับคู่ผู้เรียนที่มีทักษะต่างกันเป็นผลดีทำให้ผู้เรียนที่เกิดทักษะจากการคิดก่อนสามารถช่วยเหลือผู้เรียนที่มีทักษะน้อยกว่าได้และหากผู้เรียนที่สามารถเลือกใช้เครื่องมือที่เหมาะสมจะทำให้ประสบความสำเร็จในกิจกรรมที่ลงมือปฏิบัติได้ ดังนั้นเขตของการพัฒนาใกล้เคียงจึงเป็นส่วนที่มีความสำคัญต่อระดับพัฒนาการของผู้เรียนที่ทำให้ผู้เรียนสามารถก้าวข้ามพัฒนาการของตนเองไปยังขั้นตอนต่อไปได้ นอกจากนี้การมีปฏิสัมพันธ์ของผู้เรียนแล้ว ยังมีปัจจัยอื่น ๆ ที่ช่วยให้ผู้เรียนมีพัฒนาการมากขึ้น เช่น ภาษา วัฒนธรรม การเลียนแบบ (Cakir, 2008)

อมรินทร์ อำพลพงษ์ (2555) ได้สรุปทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า เป็นทฤษฎีที่ว่าด้วยการสร้างความรู้ มีพัฒนาการมาจากปรัชญานิยม (Pragmatism) ที่นำโดยเจมส์ (James) และ ดิวอี้ (Dewey) ในต้นคริสต์ศตวรรษที่ 20 และการเปลี่ยนแปลงกระบวนการทัศน์เกี่ยวกับวิธีการหา

ความรู้ในปรัชญาวิทยาศาสตร์ (Philosophy of science) ที่นำโดยพ็อบเปอร์ (Popper) และ ไฟย์เออร์อาเบนด์ (Feyerabend) ในครึ่งหลังของคริสต์ศตวรรษที่ 20 จากการบุกเบิกของนักจิตวิทยาคนสำคัญ ๆ เช่น เพียเจต์ (Piaget) ออซูเบล (Ausubel) และเคลลี (Kelly) และพัฒนาต่อมาโดยมีนักการศึกษากลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ เช่น ไดรเวอร์ (Driver) เบล (Bell) คามี (Kamil) นอดดิงส์ (Noddings) วอน เกลเซอร์สเฟลด์ (Von Glasersfeld) เฮนเดอร์สัน (Henderson) และอันเดอร์ฮิลล์ (Underhill) เป็นต้น

ทฤษฎีการเรียนรู้คอนสตรัคติวิสต์ เงื่อนไขการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) สรุปได้ดังนี้

1. การเรียนรู้เป็นกระบวนการลงมือกระทำ (Active Process) ที่เกิดขึ้นในแต่ละบุคคล

2. ความรู้ต่าง ๆ จะถูกสร้างขึ้นด้วยตัวของผู้เรียนเอง

โดยใช้ข้อมูลที่ได้รับมาใหม่ร่วมกับข้อมูล หรือความรู้เดิมที่มีอยู่แล้วรวมทั้งประสบการณ์เดิมมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ความรู้และความเชื่อที่แตกต่างกันของแต่ละคน จะขึ้นอยู่กับสิ่งแวดล้อมและขนบธรรมเนียมประเพณี และประสบการณ์ของผู้เรียนจะถูกนำมาเป็นพื้นฐานในการจัดสนใจและจะมีผลโดยตรงต่อการสร้างความรู้ใหม่ แนวคิดใหม่ หรือการเรียนรู้ นั้นเอง

จากความหมายของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ หรือแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักการศึกษาหลายท่าน สรุปเป็นสาระสำคัญได้ดังนี้

1. ความรู้ของบุคคลใด คือ โครงสร้างทางปัญญาของบุคคลนั้นที่สร้างขึ้นจากประสบการณ์ในการคลี่คลายสถานการณ์ที่เป็นปัญหาและสามารถนำไปใช้พื้นฐานในการแก้ปัญหาหรืออธิบายสถานการณ์อื่น ๆ ได้

2. นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วยวิธีการต่าง ๆ กัน โดยอาศัยประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญาที่มีอยู่เดิม ความสนใจและแรงจูงใจภายในตนเองเป็นจุดเริ่มต้น

3. ครูมีหน้าที่จัดการให้นักเรียนได้ปรับขยายโครงสร้างทางปัญญาของนักเรียนเอง ภายใต้ข้อสมมติฐานต่อไปนี้

3.1 สถานการณ์ที่เป็นปัญหาและปฏิสัมพันธ์ทางสังคมก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา

3.2 ความขัดแย้งทางปัญญาเป็นแรงจูงใจภายในให้เกิดกิจกรรมการไตร่ตรอง เพื่อขจัดความขัดแย้งนั้น ดิวอี้ได้อธิบายเกี่ยวกับลักษณะการไตร่ตรอง (Reflection) เป็นการพิจารณาอย่างรอบคอบ กิจกรรมการไตร่ตรองจะเริ่มต้นด้วยสถานการณ์ที่เป็นปัญหา น่าสงสัย ยุ่งยาก เรียกว่า สถานการณ์ก่อนไตร่ตรอง และจบลงด้วยความชัดเจนที่สามารถอธิบายสถานการณ์ดังกล่าว สามารถแก้ปัญหาได้ ตลอดจนได้เรียนรู้และพึงพอใจกับผลที่ได้รับ

3.3 การไตร่ตรองบนฐานแห่งประสบการณ์และโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมภายใต้การมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกระตุ้นให้มีการสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา

จากแนวคิดข้างต้นนี้กระบวนการเรียนการสอนในแนวคอนสตรัคติวิสต์ จึงมักเป็นไปในแบบที่ให้นักเรียนสร้างความรู้จากการช่วยแก้ปัญหา (Collaborative Problem Solving) กระบวนการเรียนการสอน จะเริ่มต้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) นั่นคือ ประสบการณ์ และโครงสร้างทางปัญญามีอยู่เดิมไม่สามารถจัดการแก้ปัญหา นั้นได้ลงตัวพอดีเหมือนปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว ต้องมีการคิดค้นเพิ่มเติมที่เรียกว่า “การปรับโครงสร้างทางปัญญา” หรือ “การสร้างโครงสร้างใหม่ทางปัญญา” (Cognitive Restructuring) โดยการจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แก้ปัญหา ขัดค้าน จนกระทั่งหาเหตุผล หรือหลักฐานในเชิงประจักษ์มาขจัดความขัดแย้งทางปัญญาภายในตนเอง และระหว่างบุคคลได้ กลุ่มคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist) เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นภายในของผู้เรียน โดยมีผู้เรียนเป็นผู้สร้าง (Construct) ความรู้จากความสัมพันธ์ระหว่างสิ่งที่พบเห็นกับความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีมาก่อน โดยพยายามนำความเข้าใจเกี่ยวกับเหตุการณ์ และปรากฏการณ์ที่ตนพบเห็นมาสร้างเป็นโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structure) หรือที่เรียกว่า สคีมา (Schema) ซึ่งเป็นหน่วยเล็กที่สุดของโครงสร้างทางปัญญา หรือโครงสร้างของความรู้ในสมอง โครงสร้างทางปัญญานี้จะประกอบไปด้วย ความหมายของสิ่งต่าง ๆ ที่ใช้ภาษาหรือเกี่ยวกับเหตุการณ์ หรือสิ่งที่แต่ละบุคคลมีประสบการณ์หรือเหตุการณ์ อาจจะเป็นความเข้าใจหรือความรู้ของแต่ละบุคคล

นักการศึกษาที่กล่าวถึงทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ (Constructivist Theory) หรือแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เช่น

เกลเซอร์เฟลด์ (Glaserfeld, 1989) กล่าวว่า เป็นความรู้ที่มีรากฐานมาจากปรัชญา จิตวิทยา และการศึกษาเกี่ยวกับการสื่อความหมาย และการควบคุมกระบวนการสื่อความหมายในตัวตน ทฤษฎีความรู้นี้อาจอ้างถึงหลัก 2 ข้อ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้

เพียงอย่างเดียว แต่เป็นการสร้างขึ้นโดยบุคคลที่มีความรู้ความเข้าใจ 2) หน้าที่ของการรับรู้คือ การปรับตัวและการประมวลผลประสบการณ์ทั้งหมดแต่ไม่ใช่การค้นพบสิ่งที่เป็นจริง

วิทลีย์ (Wheatley, 1991) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสต์ มีหลักการสำคัญ 2 ประการ คือ 1) ความรู้ไม่ได้เกิดจากการรับรู้ แต่มนุษย์เป็นผู้สร้างความรู้ขึ้นมาด้วยตัวของเขาเอง ดังนั้น การสร้างความหมายของการรับรู้ของแต่ละคน อาจแตกต่างกันได้ 2) การรับรู้ คือ การปรับตัวและการใช้ประโยชน์จากการจัดระบบประสบการณ์ต่าง ๆ ที่ได้รับ ดังนั้นมนุษย์สามารถรับรู้เกี่ยวกับสิ่งต่าง ๆ กับสิ่งเหล่านั้น

การ์เน็ตต์และทรีกัสต์ (Garnett & Treagust, 1992) กล่าวว่า ผู้เรียนเป็นผู้เลือก และจัดเรียนข้อมูลที่เขาได้รับแล้วสร้างความหมายใหม่กับข้อมูลเหล่านั้น โดยใช้ความรู้เดิมที่มีอยู่แล้ว เช่นมโนคติและยุทธวิธีในการจัดกระทำข้อมูลจะมีบทบาทในการปรับปรุงการเรียนรู้ เนื่องจากสิ่งเหล่านี้มีอิทธิพลต่อสิ่งเร้าและสร้างกระบวนการสร้างความหมายใหม่

ฮิลการ์ดและโบเวอร์ (Hilgard & Bower, 1966) กล่าวว่า คอนสตรัคติวิสต์ เป็นปรัชญา เป็นความเชื่อ แต่ไม่ใช่ทฤษฎี แต่ วิลสัน (Wilson) กล่าวถึงคอนสตรัคติวิสต์ว่า เป็นทฤษฎีของความรู้ที่ใช้อธิบายว่าเรารู้ได้อย่างไรและเรารู้อะไรบ้าง คอนสตรัคติวิสต์จึงเป็นวิธีการคิดเกี่ยวกับเรื่องของความรู้ และการเรียนรู้

ฟอสโนตและเพอร์รี่ (Fosnot & Perry, 1996) กล่าวว่า เป็นทฤษฎีความรู้และการเรียนรู้ เป็นการบรรยายโดยอาศัยพื้นฐานทางจิตวิทยา ปรัชญา และมานุษยวิทยา ว่าความรู้คืออะไร และได้ความรู้มาอย่างไร ทฤษฎีนี้จึงอธิบายความรู้ว่า เป็นสิ่งชั่วคราว มีการพัฒนา ไม่เป็นปรนัย และถูกสร้างขึ้นภายในตัวคนโดยอาศัยสื่อกลางทางสังคม และวัฒนธรรม ส่วนการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีนี้ถูกมองว่า เป็นกระบวนการที่สามารถควบคุมได้ด้วยตนเอง ในการที่ต้องต่อสู้กับความขัดแย้งที่เกิดขึ้นระหว่างความรู้เดิมที่มีอยู่กับความรู้ใหม่ ที่แตกต่างไปจากเดิม เป็นการสร้างตัวแทนใหม่และสร้างโมเดลของความจริงโดยคนเป็นผู้สร้างความหมายที่สร้างขึ้น โดยผ่านกิจกรรมทางสังคม ผ่านการร่วมมือ แลกเปลี่ยนความคิดที่เห็นด้วยและไม่เห็นด้วย

จากข้อมูลและข้อสรุปข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าแนวคิดพื้นฐานที่สำคัญของแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีหลักการสำคัญมาจากนักจิตวิทยา 2 ท่าน คือ เพียเจต์ และวิกท์สกี ซึ่งทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของเพียเจต์จะให้ความสำคัญกับการปรับโครงสร้างทางปัญญาที่ได้มาจากการซึมซับความรู้ และเชื่อว่าการสร้างความรู้เป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่วัยเด็กจนถึงวัยผู้ใหญ่ การสร้างความรู้ของแต่ละบุคคลจะเกิดขึ้นจากการสะสมประสบการณ์สิ่งแวดล้อมและประสบการณ์ในการทำกิจกรรม ในขณะที่ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของวิกท์สกีจะให้

ความสำคัญกับภาษาและการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น และยังให้ความสำคัญกับเขตของการพัฒนาใกล้เคียงที่จะกระตุ้นให้เกิดการสร้างความรู้เนื่องจากการพบปัญหาที่อยู่สูงกว่าระดับสติปัญญาของผู้แก้ปัญหา

### 1.3 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การนำแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ สามารถทำได้โดยมีหลักการ ดังนี้ (ทศนา แหมมณี, 2557)

1. ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ผลของการเรียนรู้จะมุ่งเน้นไปที่กระบวนการสร้างความรู้ (Process of knowledge construction) และการตระหนักรู้ในกระบวนการนั้น (Reflexive awareness of that process) เป้าหมายการเรียนรู้จะต้องมาจากการปฏิบัติงานจริง (Authentic tasks) ครูจะต้องเป็นตัวอย่างและฝึกฝนกระบวนการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเห็น ผู้เรียนจะต้องฝึกฝนการสร้างความรู้ด้วยตนเอง

2. เป้าหมายของการสอนจะเปลี่ยนจากการถ่ายทอดให้ผู้เรียนได้รับสาระความรู้ที่แน่นอนตายตัวไปสู่การสาธิตกระบวนการแปลและสร้างความหมายที่หลากหลาย การเรียนรู้ทักษะต่าง ๆ จะต้องให้มีประสิทธิภาพถึงขั้นทำได้และแก้ปัญหาจริงได้

3. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้อย่างตื่นตัว (Active) ผู้เรียนจะต้องเป็นผู้จัดกระทำกับข้อมูลหรือประสบการณ์ต่าง ๆ และจะต้องสร้างความหมายให้กับสิ่งนั้นด้วยตนเอง โดยการให้ผู้เรียนอยู่ในบริบทจริง ซึ่งไม่ได้หมายความว่าผู้เรียนจะต้องออกไปยังสถานที่จริงเสมอไป แต่อาจจัดเป็นกิจกรรมที่เรียกว่า กิจกรรมให้ความรู้แบบกายภาพ (Physical-knowledge activities) ซึ่งเป็นกิจกรรมที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสื่อ วัสดุ อุปกรณ์ สิ่งของหรือข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นของจริงและมีความสอดคล้องกับความสนใจของผู้เรียน โดยผู้เรียนสามารถจัดกระทำ ศึกษา สำรวจ วิเคราะห์ ทดลอง ลองผิดลองถูกกับสิ่งนั้น ๆ จนเกิดเป็นความรู้ความเข้าใจขึ้น ดังนั้นความเข้าใจเป็นสิ่งที่เกิดขึ้นจากกระบวนการคิดการจัดกระทำข้อมูล มิใช่เกิดขึ้นได้ง่าย ๆ จากการได้รับข้อมูลหรือมีข้อมูลเพียงเท่านั้น

4. ในการจัดการเรียนการสอนครูจะต้องพยายามสร้างบรรยากาศทางสังคม จริยธรรม (Sociomoral) ให้เกิดขึ้น กล่าวคือ ผู้เรียนจะต้องมีโอกาสเรียนรู้ในบรรยากาศที่เอื้อต่อการปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ซึ่งทางสังคมถือว่าเป็นปัจจัยสำคัญของการสร้างความรู้ เพราะลำพังกิจกรรมและวัสดุอุปกรณ์ทั้งหลายที่ครูจัดให้หรือผู้เรียนแสวงหามาเพื่อการเรียนรู้ไม่เพียงพอ ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม การร่วมมือ และการแลกเปลี่ยนความรู้ ความคิดและประสบการณ์

ระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน และบุคคลอื่น ๆ จะช่วยให้การเรียนรู้ของผู้เรียนกว้างขึ้น ชับซ้อนขึ้น และหลากหลายขึ้น

5. ในการเรียนการสอน ผู้เรียนมีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ โดยผู้เรียนจะนำตนเองและควบคุมตนเองในการเรียนรู้ เช่น ผู้เรียนจะเป็นผู้เลือกสิ่งที่ต้องการเรียนเอง ตั้งกฎระเบียบเอง แก้ปัญหาที่เกิดขึ้นเอง ตกลงกันเองเมื่อเกิดความขัดแย้งหรือมีความคิดเห็นที่แตกต่างกัน เลือกผู้ร่วมงานได้เอง และรับผิดชอบในการดูแลรักษาห้องเรียนร่วมกัน

6. ในการเรียนการสอนแบบสร้างความรู้ ครูจะมีบทบาทแตกต่างไปจากเดิม คือจากการเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้และควบคุมการเรียนรู้ เปลี่ยนไปเป็นการให้ความร่วมมือ อำนวยความสะดวก และช่วยเหลือผู้เรียนในการเรียนรู้ คือการเรียนการสอนจะต้องเปลี่ยนจาก การให้ความรู้ (Instruction) ไปเป็นการให้ผู้เรียนสร้างความรู้ (Construction) บทบาทของครูก็คือ จะต้องทำหน้าที่ช่วยสร้างแรงจูงใจภายในให้เกิดแก่ผู้เรียน จัดเตรียมกิจกรรมการเรียนรู้ที่ตรงกับความสนใจของผู้เรียน ดำเนินกิจกรรมให้ไปในทางส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน ให้คำปรึกษา แนะนำทั้งทางด้านวิชาการและด้านสังคมแก่ผู้เรียน ดูแลให้ความช่วยเหลือผู้เรียนที่มีปัญหา และประเมินการเรียนรู้ของผู้เรียน นอกจากนั้นครูยังต้องมีความเป็นประชาธิปไตยและมีเหตุผลในการสัมพันธ์กับผู้เรียนด้วย

7. ในด้านการประเมินผลการเรียนการสอน เนื่องจากการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นี้ ขึ้นกับความสนใจและการสร้างความหมายที่แตกต่างกันของบุคคล ผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจึงมีลักษณะหลากหลาย ดังนั้นการประเมินผลจึงจำเป็นต้องมีลักษณะเป็น เป้าหมายเปิดกว้าง (Goal free evaluation) ซึ่งก็หมายถึงการประเมินตามจุดมุ่งหมายในลักษณะที่ยืดหยุ่นกันไปในแต่ละบุคคล หรืออาจใช้วิธีการที่เรียกว่า การตั้งเป้าหมายที่มีการตกลงกันในสังคม (Socially negotiated goal) และการประเมินควรใช้วิธีการหลากหลาย ซึ่งอาจเป็นการประเมินจากเพื่อน แฟ้มผลงาน (Portfolio) รวมทั้งการประเมินตนเองด้วย นอกจากนั้นการวัดผลจำเป็นต้องอาศัยบริบทจริงที่มีความซับซ้อนเช่นเดียวกับการจัดการเรียนการสอนที่ต้องอาศัยบริบท กิจกรรม และงานที่เป็นจริง การวัดผลจะต้องใช้กิจกรรมหรืองานในบริบทจริงด้วย ซึ่งในกรณีที่จำเป็นต้องจำลองของจริงมา ก็สามารทำได้ แต่เกณฑ์ที่ใช้ควรเป็นเกณฑ์ที่ใช้ในโลกของความเป็นจริง (Real world criteria)

เพียเจต์ (1983) เห็นว่าทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นแนวทางไปสู่ความก้าวหน้าในด้านการศึกษาและการพัฒนาตามธรรมชาติซึ่งต้องอาศัยการปรับตัวและการจัดระเบียบ นั้นหมายความว่าเพื่อที่จะทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคยกับสภาพแวดล้อมของการเรียนรู้ นักเรียน

จะต้องปรับตัวเข้ากับการกระตุ้นทั้งภายในและภายนอกให้ได้ (physical and mental stimulation) ซึ่งในส่วนนี้เองที่กระบวนการซึมซับหรือดูดซึม (assimilation) และกระบวนการปรับโครงสร้างทางปัญญา (accommodation) เป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการนี้และยังเป็นส่วนหนึ่งของทฤษฎีของเพียเจต์อีกด้วย ในส่วนของการจัดระเบียบของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ก็คือการปรับให้อยู่ในสภาวะสมดุล (equilibrium) ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องใช้ในการปรับองค์ประกอบภายในใจ ซึ่งประสบการณ์จากสิ่งแวดล้อมภายนอกและสิ่งแวดล้อมทางสังคมจะทำให้เกิดการพัฒนาระบวนการรู้คิดและขั้นตอนการคิดอย่างมีประสิทธิภาพ ตามแนวคิดของเพียเจต์

สุมาลี ชัยเจริญ (2557) ได้สรุปแนวคิดพื้นฐานในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ไว้ว่า ในการออกแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ จะอาศัยพื้นฐานแนวคิดสองกลุ่มคือ กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (Cognitive constructivism) และกลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคม (Social constructivism)

กลุ่มแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญา (Cognitive constructivism) มีพื้นฐานมาจากแนวคิดของเพียเจต์แนวคิดของทฤษฎีนี้ เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้โดยการลงมือกระทำ เพียเจต์เชื่อว่า ถ้าผู้เรียนถูกกระตุ้นด้วยปัญหาที่ก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict) หรือเรียกว่าเกิดการเสียสมดุลทางปัญญา (Disequilibrium) ผู้เรียนต้องพยายามปรับโครงสร้างทางปัญญา (Cognitive Structuring) ให้เข้าสู่สภาวะสมดุล (Equilibrium) โดยวิธีการดูดซึม (Assimilation) ได้แก่ การรับข้อมูลใหม่จากสิ่งแวดล้อมเข้าไปไว้ในโครงสร้างทางปัญญา และการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญา (Accommodation) คือการเชื่อมโยงโครงสร้างทางปัญญาเดิม หรือความรู้เดิมที่มีมาก่อนกับข้อมูลสารสนเทศใหม่ จนกระทั่งผู้เรียนสามารถปรับโครงสร้างทางปัญญาเข้าสู่สภาวะสมดุลหรือสามารถที่จะสร้างความรู้ขึ้นมาใหม่ได้ หรือเกิดการเรียนรู้นั่นเอง

รูปแบบการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงปัญญาหรือเรียกว่า ห้องเรียนแบบเพียเจต์ ผู้เรียนจะมีโอกาสสร้างความรู้ผ่านประสบการณ์ของตนเอง ที่ไม่ใช่มาจากการบอกหรือการสอนจากครู จะมีการเน้นเกี่ยวกับการสอนทักษะเฉพาะน้อยลง ในทางตรงข้าม จะเพิ่มการเน้นเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้ในบริบทที่มีความหมายโดยนำเทคโนโลยีโดยเฉพาะอย่างยิ่งสื่อประสม (Multimedia) เป็นสิ่งที่จะสนองตอบต่อกิจกรรมการเรียนรู้ดังกล่าว ด้วยเทคโนโลยีที่มาสืบสนับสนุน ได้แก่ สื่อบนเครือข่าย (Web base) และซีดีรอม (CD-ROMs) ครูผู้สอน

สามารถจัดหาสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่จะช่วยขยายพื้นฐานของแนวคิด (Conceptual) และประสบการณ์ (Experiential) ของผู้ที่มาศึกษา แม้ว่าซอฟต์แวร์ทางการศึกษาเหล่านี้จะต้องถูกผลิตขึ้นมาใช้ในทศวรรษที่ 1970 และ 1980 อย่างไรก็ตาม ความเจริญก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่สามารถที่จะสนองตอบเกี่ยวกับสมรรถนะของเครื่องมือที่ช่วยให้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามแนวทางคอนสตรัคติวิซึม

แนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมเป็นทฤษฎีที่มีรากฐานจากวิโกทสกีซึ่งมีแนวคิดสำคัญที่ว่า “ปฏิสัมพันธ์ทางสังคมมีบทบาทสำคัญในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญา” รวมทั้งแนวคิดเกี่ยวกับศักยภาพในการพัฒนาด้านพุทธิปัญญาที่อาจมีข้อจำกัดเกี่ยวกับช่วงของการพัฒนาที่เรียกว่าเขตของการพัฒนาใกล้เคียง ถ้าผู้เรียนอยู่ต่ำกว่าเขตของการพัฒนาใกล้เคียงจำเป็นที่จะต้องได้รับการช่วยเหลือในการเรียนรู้ ที่เรียกว่า การเสริมต่อการเรียนรู้ (Scaffolding) และวิโกทสกีเชื่อว่าผู้เรียนสร้างความรู้โดยผ่านทางการปฏิสัมพันธ์ทางสังคมกับผู้อื่น ได้แก่ เด็กกับผู้ใหญ่ พ่อแม่ ครูและเพื่อน ในขณะที่เด็กที่อยู่ในบริบทของสังคมและวัฒนธรรม (Sociocultural Content) ในทุกชั้นเรียนกลยุทธ์ทางการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมของวิโกทสกีอาจจะไม่จำเป็นต้องจัดกิจกรรมที่เหมือนกันทุกอย่างก็ได้ กิจกรรมและรูปแบบอาจเปลี่ยนแปลงตามความเหมาะสม แต่อย่างไรก็ตามจะมีหลักการ 4 ประการที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้ในพื้นที่เรียนที่เรียกว่า “วิโกทสกีเยน (Vygotskian)” หรือตามแนวคิดคอนสตรัคติวิซึมเชิงสังคมดังนี้

1. การเรียนรู้และการพัฒนา คือ ด้านสังคม ได้แก่ กิจกรรมการร่วมมือ (Collaborative Activity)
2. ควรจะสนองต่อแนวทางการจัดหลักสูตร และการวางแผนบทเรียน (Zone of Proximal Development)
3. การเรียนรู้ในโรงเรียนควรเกิดขึ้นในบริบทที่มีความหมาย และไม่ควรแยกจากการเรียนรู้ และความรู้ที่ผู้เรียนพัฒนามาจากสภาพชีวิตจริง
4. ประสบการณ์นอกโรงเรียนควรจะมีการเชื่อมโยงนำมาสู่ประสบการณ์ในโรงเรียนของผู้เรียน (Real World)

จากแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ การเรียนรู้ของผู้เรียนเกิดขึ้นเมื่อผู้เรียนได้มีโอกาสรับข้อมูลประสบการณ์ใหม่ ๆ และนำมาใช้ในการคิด กลั่นกรองข้อมูล ทำความเข้าใจข้อมูล เชื่อมโยงความรู้ใหม่กับความรู้เดิม และสร้างความหมายข้อมูลความรู้ด้วยตนเอง จะเห็นได้ว่าครูมีบทบาทที่สำคัญในการจัดการให้ผู้เรียนได้มีโอกาสรับผิดชอบต่อการเรียนรู้ของตนเองโดยการใช้

ปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อม เช่น บุคคลอื่น ๆ เหตุการณ์ในชีวิตประจำวัน หรือปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่เขาจะต้องมีส่วนร่วมในการสร้างการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นจากสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ โดยครูมีหน้าที่จัดการเรียนการสอนที่ตอบสนองต่อการเรียนรู้ของผู้เรียน ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในการให้นักเรียนได้มีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมซึ่งช่วยให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการคิด ไตร่ตรอง หาคำอธิบายหรือสร้างรูปแบบการทำความเข้าใจต่อเหตุการณ์ที่ได้พบอย่างมีความหมายและสามารถนำความรู้ที่สร้างขึ้นนี้ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตจริงได้อย่างเหมาะสม

เดอฟรายส์และโคห์ลเบิร์ก (DeVries & Kohlberg, 1987) ได้เสนอแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่สอดคล้องกับ แนวคิดของเพียเจต์ ซึ่งเป็นหลักการสำคัญในการจัดการเรียนการสอน ดังนี้

1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ ด้วยตนเองตามความสนใจ
2. ครูมีบทบาทเป็นเหมือนเพื่อน ผู้แนะนำ กระตุ้น ให้ผู้เรียนได้ริเริ่ม เล่น ทดลอง ให้เหตุผล และให้ความร่วมมือกับผู้เรียน ใช้การควบคุมหรือออกคำสั่งกับผู้เรียนน้อยที่สุด
3. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมมือกับบุคคลอื่น ได้เรียนรู้และแก้ปัญหาค้นคว้าอย่างสันติวิธี

### วิธีการจัดการเรียนการสอนตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1. ส่งเสริมให้เด็กทำกิจกรรมต่าง ๆ ตามความสนใจ โดยคำนึงถึงองค์ประกอบพื้นฐานที่สำคัญ คือ

1.1 ความสนใจ (Interest) เป็นศูนย์กลางของการกระทำสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเอง ที่ทำให้เกิดการสังเกต ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้และสติปัญญาด้วยตนเอง เพราะผู้เรียนจะพยายามเรียนรู้และสนใจต่อประสบการณ์ต่าง ๆ ที่นำไปสู่การพัฒนาสติปัญญา โดยกระบวนการปรับโครงสร้างความรู้และกระบวนการปรับขยายโครงสร้างความรู้

1.2 การเล่น (Play) การเล่นเป็นกระบวนการสร้างพฤติกรรม จึงนำมาจัดการศึกษาให้กับเด็ก และถือว่าเป็นส่วนประกอบของการเรียนรู้ เพราะทำให้ผู้เรียนเรียนรู้บทบาทของชีวิตได้ใช้ภาษาในการแสดงออก แสดงความรู้สึก ใช้ความคิดปราศจากการบังคับหรือการลงโทษจากผู้ใหญ่

1.3 การทดลอง (Experimentation) เป็นสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้จากการลองผิดลองถูกนำไปสู่ความรู้ที่ถูกต้องแท้จริง ซึ่งถือเป็นการทำงานของผู้เรียนที่ท้าทายและกระตุ้นให้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งรอบตัว

1.4 ความร่วมมือ (Cooperation) เป็นสิ่งที่มีความสัมพันธ์ที่เกิดจากความร่วมมือระหว่างผู้ใหญกับผู้ใหญ่ ผู้เรียนกับเพื่อน ๆ ซึ่งเป็นกระบวนการทางสังคมอีกทั้งความขัดแย้งที่เกิดขึ้นถือเป็นปัจจัยสำคัญในการนำไปสู่การยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน ที่เกี่ยวข้องกับความต้องการความคิดของแต่ละบุคคล

2. ผู้เรียนเป็นผู้ทำกิจกรรมด้วยตนเองมากกว่าให้ครูสอน

2.1 ให้ผู้เรียนสร้างกติกาขึ้น เพื่อใช้ในการอยู่ร่วมกัน

2.2 ให้ผู้เรียนตัดสินใจเลือกกิจกรรมที่ครูแนะนำด้วยตนเอง

2.3 ให้ผู้เรียนแสดงความคิดเห็นที่ต่างกันในการออกเสียง โดยครูเลือกประเด็นและดำเนินการสนับสนุนในการแลกเปลี่ยนความคิดเห็น

2.4 ให้ผู้เรียนสามารถมีความคิดเห็นที่ต่างจากครูได้

2.5 ให้มีอิสระในการเลือกกิจกรรมและเพื่อร่วมกิจกรรมในแต่ละวัน

2.6 มีการตัดสินใจด้วยตนเอง เมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น

3. ความสัมพันธ์ระหว่างครูกับผู้เรียนเป็นความร่วมมือมากกว่าการบังคับหรือควบคุม

3.1 พูดกับผู้เรียนเกี่ยวกับกฎเกณฑ์พื้นฐานในการตัดสินใจเรื่องราวต่าง ๆ

3.2 แนะนำผู้เรียนเกี่ยวกับกิจกรรมมากกว่ากำหนดให้เรียนในสิ่งต่าง ๆ

3.3 เมื่อผู้เรียนมีพฤติกรรมไม่เหมาะสม ให้ใช้เหตุผลบอกถึงผลที่จะเกิดขึ้นมากกว่าการลงโทษที่รุนแรง

3.4 หลีกเลี่ยงการให้รางวัลที่เกิดจากภายนอก

3.5 ให้ผู้เรียนเกิดความขัดแย้งภายในตนเองจากการทำงาน

3.6 สร้างบรรยากาศที่ผู้เรียนสนใจ

3.7 ให้ผู้เรียนเป็นตัวเองภายใต้กฎที่ผู้เรียนสร้างขึ้น

3.8 ปฏิบัติกับผู้เรียนที่มีพฤติกรรมต่อต้าน ด้วยการแสดงว่าเรามีความสำคัญกับผู้อื่นและพฤติกรรมที่ไม่มีเหตุผลนั้นที่จริงมีเหตุผลและเด็ดเดี่ยว

3.9 ช่วยเหลือให้เหตุผลและคัดเลือกกิจกรรมที่ให้ความรู้ 3 ประเภท คือ ทางกายภาพ ตรรกะ-คณิตศาสตร์ และจริยธรรมของสังคม

3.10 ใช้กิจกรรมเป็นเครื่องมือส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียน

3.11 ให้คิดเสมอว่าความผิดพลาดของผู้เรียน เป็นสิ่งสำคัญในการสร้างกระบวนการเรียนรู้

3.12 สนับสนุนพัฒนาการทั่วไปของผู้เรียน และส่งเสริมพัฒนาการของผู้เรียนจากความเข้าใจภายในบุคคล

3.13 ไม่ประเมินผลจากความรู้ทางวิชาการของผู้เรียน แต่ประเมินจากเหตุผลความเข้าใจภายในตนเอง และการพัฒนาความเป็นตัวของตัวเอง

หลักการสำคัญในการพัฒนาความคิด และการเปลี่ยนแปลงพฤติกรรมไปสู่การเป็นครูตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

1. จากบทบาทการเป็นผู้สอนไปสู่การเป็นผู้สร้าง โดยการลดบทบาทจากการสอนเป็นแนะนำ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง และคอยติดตามความสนใจและสิ่งที่ผู้เรียนรู้เพื่อช่วยให้มีการเรียนเป็นรายบุคคล

2. จากการเสริมแรงไปสู่ความสนใจ โดยเป็นผู้ให้การสนับสนุน กระตุ้นความสนใจของผู้เรียนไปสู่การเรียนรู้ ทำให้มีความแตกต่างจากการเสริมแรงภายนอก เช่น ให้รางวัลต่าง ๆ เพราะความสนใจเป็นเสมือนแรงจูงใจภายในที่นำเด็กไปสู่การพัฒนาการเรียนรู้

3. จากบังคับควบคุมไปสู่การพัฒนาผู้เรียนให้มีความเป็นตัวของตัวเอง โดยการส่งเสริมให้ผู้เรียนเรียนรู้และมีเหตุผลในการกระทำ ทำให้ความสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนกับครูเป็นความสัมพันธ์แบบร่วมมือ มีความเป็นมิตร และปฏิบัติต่อผู้เรียนด้วยการแสดงออกถึงการยอมรับนับถือซึ่งกันและกัน ครูต้องเป็นผู้ประเมินผู้เรียนเพื่อให้การช่วยเหลือได้ถูกต้อง เพื่อจัดเตรียมกิจกรรมและสถานการณ์ที่เหมาะสม กระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และเป็นผู้ร่วมงานที่ต้องสร้างความสัมพันธ์แบบร่วมมือระหว่างผู้เรียนกับครู ผู้เรียนกับเพื่อนเกิดขึ้น

4. ส่งเสริมให้ผู้เรียนมีโอกาสร่วมมือกับบุคคลอื่น มีโอกาสได้เรียนรู้และแก้ปัญหาความขัดแย้งที่เกิดขึ้น สิ่งที่เป็นต่อการพัฒนาผู้เรียนคือ การควบคุมตนเอง และการร่วมมือกับผู้อื่น นอกจากนี้ความขัดแย้งยังเป็นที่ผู้เรียนต้องเรียนรู้เพื่อแก้ปัญหาและพัฒนาไปสู่ความร่วมมือระหว่างบุคคล และนำไปสู่การพัฒนาความเป็นตัวของตัวเองดังนี้

4.1 สร้างที่ประชุมสำหรับการตัดสินใจของกลุ่ม

4.2 มีการอภิปรายถึงสถานการณ์ยุ่งยากที่เกี่ยวข้องกับจริยธรรมสังคมอย่างสม่ำเสมอ

4.3 มีการตัดสินใจเมื่อมีปัญหาเกิดขึ้น และสามารถขอความเห็นจากกลุ่มได้

#### 4.4 ให้โอกาสผู้เรียนได้แสดงความคิดเห็นในการแก้ปัญหา

สุมาลี ชัยเจริญ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) ได้เสนอลักษณะการจัดการสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งพอสรุปได้ดังนี้

1. ผู้เรียนลงมือกระทำด้วยตนเอง (Learning and Active) ความสำคัญของการเรียนตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนการที่ผู้เรียนบูรณาการข้อมูลใหม่กับประสบการณ์ที่มีมาก่อนหรือความรู้เดิมของผู้เรียน

2. สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ แนวคิดที่หลากหลายเป็นสิ่งที่มีความจำเป็น (Multiple Perspective are Valued and Necessary) ตามแนวทางทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กล่าวว่าผู้เรียนจะต้องสร้างแนวคิดของตนเอง แนวคิดนี้จำเป็นต้องประกอบด้วยแนวคิดที่หลากหลายและกว้างขวาง อาจมาจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ โดยที่ผู้เรียนจะต้องเรียนรู้ เช่น ครู กลุ่มเพื่อน นักเขียนและหนังสือ เป็นต้น ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ส่งเสริมให้ผู้เรียนรวบรวมแนวคิดที่หลากหลายและสังเคราะห์สิ่งเหล่านี้เป็นแนวคิดที่บูรณาการขึ้นมาใหม่

3. การเรียนรู้ควรสนับสนุนการร่วมมือกันไม่ใช่การแข่งขัน (Learning Should Support Collaboration, Not Competition) จากการแลกเปลี่ยนแนวคิดที่หลากหลายนั้นหมายถึงการร่วมมือในระหว่างที่มีการร่วมมือ ผู้เรียนต้องมีการสนทนากับคนอื่น ๆ เกี่ยวกับเรื่องที่กำลังเรียนรู้ กระบวนการนี้คือการร่วมมือและแลกเปลี่ยน หรือการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ซึ่งเป็นการทำให้ผู้เรียนตกผลึกและกลั่นกรองสิ่งที่สร้างขึ้นแทนความรู้ภายในสมองมาเป็นคำพูดที่ใช้ในการสนทนาที่แสดงออกมาภายนอกที่เป็นรูปธรรม และส่งเสริมการสังเคราะห์ความรู้ที่จำเป็นต่อการเรียนรู้ และการสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเอง ดังนั้นสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่จัดให้มีการร่วมมือกันจะเป็นการส่งเสริมการสร้างความรู้ซึ่งเป็นที่มีความจำเป็นต่อการเรียนรู้

4. ให้ความสำคัญกับการควบคุมตนเองตามระดับของผู้เรียน (Focuses Control at the Learner Level) ถ้าผู้เรียนจำเป็นต้องควบคุมกระบวนการเรียนรู้ด้วยตนเองมากกว่าที่เรียนในลักษณะที่เป็นผู้รับฟัง (Passive Listening) จากการบรรยายของผู้สอน ซึ่งเป็นการแสดงถึงการเปลี่ยนแปลงพื้นฐานกิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียน

5. นำเสนอประสบการณ์การเรียนรู้ที่ตรงกับสภาพที่เป็นจริงหรือประสบการณ์การเรียนรู้ในชีวิตจริง (Provides Authentic, Real-World Learning Experiences) ความรู้ที่ถูกแยกออกจากบริบท ในสภาพจริงในระหว่างการเรียนรู้ โดยสิ่งที่เรียนเป็นสิ่งที่ไม่ใช่สภาพจริงนั้นมักจะเป็นสิ่งที่ไม่มี ความหมายต่อผู้เรียนมากนัก ดังนั้นประสบการณ์การเรียนรู้ที่ประยุกต์ไปสู่

ปัญหาในชีวิตจริง (Real World Problems) จะช่วยสร้างการเชื่อมโยงที่แข็งแกร่งและส่งผลให้ผู้เรียนสามารถประยุกต์สิ่งที่ได้เรียนรู้นั้นไปสู่สถานการณ์ใหม่ในสภาพชีวิตจริงได้

ภารกิจการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่ให้ความสำคัญโดยเปลี่ยนจากครูมาเป็นผู้เรียน จากการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวเป็นสิ่งที่มุ่งเน้นผู้เรียนโดยตรงได้แก่

1. เพิ่มแรงจูงใจ กิจกรรมในการเรียนรู้ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ซึ่งมีแนวโน้มที่จะให้ความสำคัญต่อผู้เรียนและสภาพจริง (Authentic) ซึ่งถือกำเนิดจากความสนใจที่มาจากภายใน ดังนั้นจึงเป็นแรงจูงใจที่มาจากภายในของผู้เรียน

2. ส่งเสริมการคิดวิพากษ์ (Encourages Critical Thinking) ภารกิจการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่ผ่านการลงมือกระทำของผู้เรียน ภารกิจการเรียนรู้ตามสภาพจริงและจัดให้ผู้เรียนควบคุมการเรียนรู้ของตนเองและส่งเสริมการคิดวิพากษ์ตลอดจนการสร้างความรู้ด้วยตนเองให้มากขึ้นมีการถ่ายโอนความรู้ และสร้างความหมายในการเรียนรู้ของตนเองขึ้น

3. ส่งเสริมการเรียนรู้ที่หลากหลาย (Accommodate Diverse Learning Styles) สิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์โดยทั่วไปแล้วจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนเรียนรู้เป็นรายบุคคล สร้างความหมายจากแหล่งการเรียนรู้ที่เป็นปัจจัยภายนอกซึ่งอาจจัดให้ผู้เรียนทำการควบคุมการเรียนรู้ของตนเองมากขึ้นและปรับแบบการเรียนรู้ (Style of Learning) ตามความสามารถหรือความต้องการได้มากยิ่งขึ้น

4. สนับสนุนการเสาะแสวงหาความรู้ (Support Natural Inquiry) ทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์เป็นกระบวนทัศน์ที่เป็นกระบวนการพัฒนาการสร้างความรู้ การเรียนรู้และประเมินผลที่เกิดจากการสร้างความรู้ที่เกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ

สุมาลี ชัยเจริญ (สุมาลี ชัยเจริญ, 2557) ได้กล่าวถึงการออกแบบการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีลักษณะสำคัญ 5 ประการ ได้แก่

1. สถานการณ์ปัญหา (Problem-based) การเรียนรู้จากสถานการณ์ปัญหา (Problem-based Learning) เป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีการเสนอปัญหาให้แก่ผู้เรียนในการเรียนและการทำกิจกรรม ซึ่งเป็นวิธีการที่ผู้เรียนให้ความสนใจใส่ใจเพื่อฝึกให้คิด ไตร่ตรอง วิเคราะห์ถึงปัญหาเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหา ได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมถึงมีทักษะกระบวนการคิดอย่างเป็นขั้นตอนและนำไปใช้ได้กับการแก้ปัญหาจริงที่เกิดขึ้นในชีวิตประจำวัน ผู้เรียนจะเรียนรู้ว่าจะใช้กระบวนการปฏิสัมพันธ์อย่างไร เกี่ยวกับอะไร ที่ผู้เรียนต้องการจะรู้หรือเป็นความท้าทายสำหรับผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ไต่ถาม ค้นหา ตั้งสมมติฐานและสรุปแนวความคิดให้มีความสัมพันธ์กับปัญหาที่เกิดขึ้นในชีวิตจริงและแวดล้อมไปด้วยผู้เรียนคนอื่น เมื่อผู้เรียนได้เรียนรู้สถานการณ์

ปัญหา ผู้เรียนจะพบกับโครงสร้างของปัญหาที่ไม่สมบูรณ์ก่อนที่ผู้เรียนจะเริ่มกิจกรรมการเรียนรู้ เพื่อให้ได้คำตอบหรือแก้ปัญหาได้นั้นผู้เรียนจะต้องไต่ถามค้นหาความรู้เพื่อเชื่อมต่อกับคำตอบ ต่อสู้กับอุปสรรคที่ซับซ้อนและใช้ความรู้ที่แก้ปัญหาเหมือนกับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง ซึ่งผู้เรียนไม่เคยรู้มาก่อนว่าอะไรคือสิ่งที่ผู้เรียนต้องปฏิบัติแต่หลังจากการขบคิดปัญหาและหลังจากเสนอทางออกในการแก้ปัญหาผู้เรียนก็จะได้รับประสบการณ์ในการตัดสินใจที่เป็นไปโดยพื้นฐานความรู้ที่ผู้เรียนมีอยู่ การเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem Based Learning) เป็นวิธีการนำเสนอสถานการณ์ เพื่อจะนำไปสู่ประเด็นปัญหาที่ผู้เรียนต้องหาทางแก้ปัญหา แต่มีมุ่งจะให้ผู้เรียนแสวงหาคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียว แต่การที่ผู้เรียนได้มีโอกาสแก้ปัญหาโดยตรงจะทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้จากกระบวนการแก้ปัญหานั้นเอง ซึ่งกระบวนการแก้ปัญหานี้คือการเริ่มตั้งแต่ขบคิดถึงปัญหาที่เผชิญอยู่ให้กระจ่าง การเก็บรวบรวมข้อมูลข่าวสารสารสนเทศเพิ่มเติม การแสวงหาทางแก้ปัญหาหลาย ๆ ทาง การประเมินทางแก้ไขปัญหานั้นว่า แนวทางใดที่จะดีหรือเหมาะสมที่สุด และนำเสนอข้อสรุปที่ได้จากกระบวนการแก้ปัญหานั้นๆ ในการจัดสิ่งแวดล้อมทางการเรียนรู้ที่ใช้ปัญหาเป็นหลัก (Problem-based Learning) จึงเริ่มต้นการเรียนรู้ด้วยการกล่าวถึง ปัญหาในชีวิตจริงต่อผู้เรียน หรือจัดเตรียมสถานการณ์จำลองเตรียมคำแนะนำสำหรับการจัดการเรียนรู้และทรัพยากรการเรียนการสอนเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนเข้าถึงปัญหา สร้างความเข้าใจของแต่ละบุคคล และค้นหาคำตอบของปัญหานั้น

2. แหล่งข้อมูล (Resources) เป็นแหล่งรวบรวมข้อมูลหรือที่เก็บข้อมูลต่าง ๆ ในช่วงแรก ๆ นั้นจะมีแหล่งข้อมูล เช่น คู่มือครู ตำราเรียน สารานุกรม พจนานุกรม วิกิพีเดีย วิกิโอดีส์ เมื่อมีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็ขยายเพิ่มชนิดข้อมูลเป็นการช่วยให้มีการเข้าถึงข้อมูลต่าง ๆ อย่างหลากหลาย และช่วยประหยัดเวลาในการค้นคว้าข้อมูล แหล่งข้อมูลเปลี่ยนข้อมูลธรรมดาเป็นระบบคู่มือออนไลน์ ผู้เชี่ยวชาญตามสาขาต่าง ๆ และพิพิธภัณฑ์ เป็นต้น ผู้เรียนสามารถเลือกข้อมูลได้ในเวลาที่ต้องการมีภาพเชื่อมต่อของข้อมูลเป็นแหล่งข้อมูลที่มีทั้งข้อความ รูปภาพ เสียง วิกิพีเดียและภาพเคลื่อนไหวที่เหมาะสมต่อการช่วยเหลือผู้เรียนในการแก้ปัญหา สื่อบนเว็บนับว่าเป็นแหล่งที่เก็บข้อมูลสารสนเทศต่าง ๆ ที่มีประสิทธิภาพมาก ทำให้ผู้เรียนเข้าถึงแหล่งข้อมูลสารสนเทศในรูปแบบต่าง ๆ จากอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีข้อความ ภาพนิ่ง ภาพกราฟิก ภาพเคลื่อนไหวที่เป็นข้อความหลายมิติเชื่อมต่อกับเว็บไซต์อย่างมากมาย และสามารถสืบค้นสารสนเทศได้ง่ายในการออกแบบการสอนบนเว็บตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ แหล่งทรัพยากรจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะคือ แหล่งทรัพยากรที่คงที่เป็นแหล่งของสารสนเทศที่ลักษณะของเนื้อหาที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย เช่น เนื้อหาจากตำรา มัลติมีเดีย รูปภาพ เป็นต้น ซึ่งสามารถเข้าไปศึกษาได้

บ่อย ๆ ครั้งโดยที่เนื้อหาไม่มีการเปลี่ยนแปลง และแหล่งทรัพยากรที่เป็นพลวัตซึ่งข้อมูลจะมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา การเข้าไปศึกษาแต่ละครั้งจะได้ข้อมูลที่เพิ่มขึ้น หรือเปลี่ยนแปลงได้บ่อย เช่น เว็บไซต์ ฯลฯ แหล่งข้อมูลมีส่วนสำคัญที่เอื้อให้ผู้เรียน เกิดการเรียนรู้ในการแก้ปัญหาเพราะแหล่งข้อมูลเป็นแหล่งความรู้ที่ผู้เรียนจะนำไปใช้ในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้น ซึ่งมีความหลากหลาย และสามารถค้นคว้าได้จากแหล่งข้อมูลที่คุณเรียนสนใจ

3. การร่วมมือกันแก้ปัญหา (Collaboration) การเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา เป็นการแลกเปลี่ยนแนวคิดที่หลากหลายเป็นการพัฒนาความคิดรวบยอดของตนเองซึ่งได้มาจากการแบ่งปันแนวคิดที่หลากหลายในกลุ่มในขณะที่มีการแลกเปลี่ยนการเรียนรู้โดยการอภิปราย ถกปัญหา แลกเปลี่ยนความคิดเห็นที่หลากหลายของแต่ละคน การเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา เป็นกระบวนการที่เน้นการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมผ่านสถานการณ์ปัญหาโดยที่ผู้เรียนจะได้ฟัง อภิปราย เจรจาต่อรองทางสังคมในสิ่งที่เกิดขึ้นร่วมกันอย่างมีความหมายโดยมีเป้าหมายเพื่อการเรียนรู้ การเรียนรู้แบบร่วมมือกันสามารถนำไปใช้ในทุกสถานการณ์อย่างมีวิจารณญาณและการส่งเสริมการดำเนินงานมีเหตุผลหรือส่งเสริมทักษะการแก้ปัญหาของผู้เรียน ผู้เรียนจะมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างทางปัญญาของตนด้วยและสร้างความหมายของตนเองขึ้นมาใหม่ซึ่งการแลกเปลี่ยนความคิดและการโต้แย้งเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นเป็นการพัฒนาความคิดในแง่มุมต่าง ๆ เป็นการสนับสนุนการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และการได้รับความรู้จากบุคคลอื่น ๆ ทำให้เกิดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ กระบวนการกลุ่มเป็นวิธีที่ใช้ในการเรียนรู้ร่วมกัน โดยมีจุดมุ่งหมายในการทำงานคือการแลกเปลี่ยนความคิดและการโต้แย้งเกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้น เป็นการพัฒนาความคิดในแง่มุมต่าง ๆ การเรียนรู้เป็นกระบวนการที่ฝังติดแน่นในสังคมด้วยเหตุนี้จึงมีการใช้กระบวนการกลุ่มเพื่อเป็นการสนับสนุนการสนทนาแลกเปลี่ยนความรู้และการได้รับความรู้จากบุคคลอื่น ๆ จุดเน้นคือการให้คำแนะนำต่อการใช้กระบวนการกลุ่มว่าทำอย่างไรจะให้สมาชิกในกลุ่มมีการแลกเปลี่ยนความคิดและทัศนคติให้มากที่สุด การจัดเตรียมกิจกรรมในชั้นเรียนที่หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดการร่วมมือกันในการแก้ปัญหาและแสวงหาความรู้ เช่น การร่วมมือกันทำงาน ส่งเสริมและแลกเปลี่ยนในการสนทนาระหว่างสมาชิกในกลุ่ม การสนับสนุนส่งเสริมการร่วมมือ การให้ข้อมูลเกี่ยวกับปัญหาและผลสะท้อนของกระบวนการเรียนรู้ โดยมีครูเป็นที่ปรึกษาในลักษณะของผู้ให้คำแนะนำซึ่งจะส่งผลให้กลุ่มผู้เรียนเรียนรู้จากกระบวนการเรียนรู้แบบร่วมมือกันแก้ปัญหา

4. กรณีใกล้เคียง (Related Case) เป็นการออกแบบเหตุการณ์ที่ใกล้เคียงกับสถานการณ์ปัญหาเพื่อให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจแต่ละปัญหานั้นเป็นการกระตุ้นประสบการณ์ที่

เกี่ยวกับปัญหานั้น ๆ และการสร้างรูปแบบความคิดที่เกี่ยวกับปัญหา ในกรณีที่ผู้เรียนมีประสบการณ์น้อยจึงเป็นการยากในการแก้ปัญหา กรณีใกล้เคียงจะช่วยให้ผู้เรียนเข้าถึงประสบการณ์ที่ใกล้เคียงกับปัญหา ซึ่งผู้เรียนสามารถนำมาอ้างอิง เชื่อมโยงนำประสบการณ์ที่ใกล้เคียงมาใช้ได้ ซึ่งจุดประสงค์เริ่มต้นของการอธิบายกรณีใกล้เคียงคือเพื่อให้ผู้เรียนได้เข้าใจประเด็นของปัญหาชัดเจน ซึ่งช่วยสนับสนุนผู้เรียนใน 2 ทาง คือช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้ดี และกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดความยืดหยุ่นทางปัญญาช่วยให้ผู้เรียนจดจำได้ดี การให้เหตุผลของกรณีศึกษาที่เรียนที่พวกเราเข้าใจได้ดีที่สุด คือบทเรียนที่เรามีส่วนเกี่ยวข้องและใช้ความพยายามจนถึงที่สุดซึ่งกรณีที่ใกล้เคียงกับปัญหานี้ช่วยสนับสนุนให้ผู้เรียนจดจำได้ โดยการจัดให้มีตัวแทนของประสบการณ์ที่ผู้เรียนไม่เคยมีซึ่งมันไม่ได้ช่วยให้ผู้เรียนเข้าไปเกี่ยวข้องแต่เป็นการจัดแหล่งอ้างอิงที่ผู้เรียนสามารถเปรียบเทียบได้ เมื่อมนุษย์เราได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาครั้งแรกโดยธรรมชาติแล้วจะพยายามนึกถึงกรณีที่ง่าย ๆ ที่ผู้เรียนเคยแก้มาแล้ว ถ้าผู้เรียนสามารถเรียกความทรงจำจากกรณีนั้นได้แล้วก็พยายามหาทางแก้ไขจากประสบการณ์เดิมให้เข้ากับปัญหาในขณะนี้ ถ้าจุดประสงค์หรือสภาวะตรงกันเข้าก็จะประยุกต์จากสถานการณ์เดิมได้

5. ฐานการช่วยเหลือ (Scaffolding) เป็นยุทธวิธีในการเรียนรู้ที่มีต้นกำเนิดมาจากแนวคิดของ เลียฟ วิโกทสกี ที่เชื่อว่าผู้เรียนมีความอิสระในการใช้สิ่งที่อยู่ภายใต้ความสามารถของผู้เรียน ฐานการช่วยเหลือเป็นการจัดสภาพแวดล้อมการเรียนรู้รวมถึงการสนับสนุนของบุคคลอื่น ๆ ผู้เชี่ยวชาญ และอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การเรียนรู้ที่มีความหมาย เมื่อผู้เรียนใช้ฐานการช่วยเหลือที่จัดเตรียมไว้ และสนับสนุนผู้เรียนตามลักษณะของโครงสร้างความรู้ที่จะช่วยให้ผู้เรียนได้สร้างความรู้ขึ้น ฐานการช่วยเหลือจึงเป็นกระบวนการส่งเสริมความพยายามในการเรียนรู้ของผู้เรียน ผู้เรียนจะได้รับการสนับสนุนและส่งเสริมให้เจริญเติบโตทางด้านความคิด เมื่อผู้เรียนใช้ฐานการช่วยเหลือ ผู้เรียนจะได้รับการส่งเสริมสนับสนุนระหว่างการเรียนรู้เพราะเป็นการให้ทางเลือกที่หลากหลายกับผู้เรียน ในการแสวงหาความรู้ และนำมาใช้ในการนำทางการจัดการเรียนของผู้เรียนไปจนกระทั่งเสร็จสิ้นการเรียนรู้เพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์ของการเรียน ซึ่งครูต้องจัดสภาพแวดล้อมรวมถึง กิจกรรมการเรียนรู้เพื่อช่วยผู้เรียนให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี

การเรียนรู้เกิดขึ้นโดยการมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างผู้ที่เป็นมือสมัครเล่นกับผู้เชี่ยวชาญซึ่งทั้งสองจะต้องมีการสื่อสารร่วมกัน ผู้ที่เป็นมือสมัครเล่นสามารถที่จะพัฒนามาเป็นผู้เชี่ยวชาญได้เมื่อผู้เรียนเผชิญกับปัญหาแล้วสามารถแก้ไขหรือทำความเข้าใจกับปัญหานั้นได้ ผู้ที่เชี่ยวชาญจะคอยเป็นรากฐานการช่วยเหลือเพื่อทำให้ความสามารถของคนที่เป็นมือสมัครเล่นได้รับการพัฒนาและปรับปรุงแก้ไขให้เหมาะสมและเรียนรู้ได้ด้วยตนเองอย่างเป็นอิสระ สิ่งนี้เป็นผลมา

จากเขตของการพัฒนาใกล้ขีดของวิโกทสกีที่เชื่อว่า มนุษย์ที่อยู่ต่ำกว่าระดับที่จะสามารถเรียนรู้ได้ด้วยตนเองนั้นต้องได้รับการช่วยเหลือจากผู้ที่เกี่ยวข้องไม่ว่าจะเป็นมนุษย์หรือเทคโนโลยีต่าง ๆ เพราะความสำเร็จของผู้เรียนไม่สามารถเกิดขึ้นได้โดยตนเองเพียงลำพัง ซึ่งสุมาลี ชัยเจริญ (2557) ได้กล่าวถึงรูปแบบของฐานการช่วยเหลือแบ่งออกเป็น 4 ชนิด คือ

1. ฐานการช่วยเหลือการสร้างความคิดรวบยอด (Conceptual Scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่ออกแบบมาเพื่อช่วยเหลือผู้เรียนในการใช้เหตุผล โดยผ่านทางปัญหาที่ซับซ้อน และยังเป็นที่ยั่งยืนเช่นเดียวกับความคิดรวบยอดที่มักจะเกิดความเข้าใจที่คลาดเคลื่อน การบอกใบ้สามารถแนะแนวทางให้ผู้เรียนสามารถเข้าสู่แหล่งทรัพยากรหรือฐานข้อมูลได้

2. ฐานการช่วยเหลือเกี่ยวกับการคิด (Metacognition Scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่สนับสนุนเกี่ยวกับกระบวนการที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเกี่ยวกับการเรียนรู้แต่ละคน จะแนะวิธีการคิดระหว่างการเรียนรู้ วิธีการคิดที่ใช้ในการแก้ปัญหาภายใต้สิ่งที่จะศึกษาและกลยุทธ์ที่เป็นไปได้ที่ควรนำมาพิจารณา

3. ฐานการช่วยเหลือกระบวนการ (Procedural Scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่แนะนำวิธีการใช้แหล่งทรัพยากรและเครื่องมือจะเกี่ยวข้องกับลักษณะ ของระบบและการทำงาน

4. ฐานการช่วยเหลือด้านกลยุทธ์ (Strategic Scaffolding) เป็นฐานการช่วยเหลือที่เน้นเกี่ยวกับวิธีการที่เป็นทางเลือกที่อาจเป็นสิ่งที่พิสูจน์ว่า เป็นสิ่งสำคัญที่มีประโยชน์ ฐานการช่วยเหลือนี้จะสนับสนุนการคิดวิเคราะห์ การวางแผนยุทธศาสตร์ กลยุทธ์การตัดสินใจระหว่างการเรียนรู้จะเน้นเกี่ยวกับวิธีการแยกแยะและเลือกสารสนเทศที่ต้องประเมินแหล่งทรัพยากรที่จัดหาได้ และเชื่อมโยงความเกี่ยวพัน ระหว่างความรู้ใหม่กับความรู้เดิมที่มีมาก่อน

จรรยา ภูอุดม (2544) ได้สรุปหลักการจัดกิจกรรมในชั้นเรียนไว้ 6 ข้อ ดังต่อไปนี้

1. นักเรียนมีอิสระและสามารถควบคุมทิศทางการทำกิจกรรมได้มากที่สุด โดยให้ออกาสนักเรียนได้ตัดสินใจและติดตามสิ่งที่สนใจด้วยตนเอง

2. นักเรียนได้รับการส่งเสริมให้ใช้วิธีการของตนเองและวิธีการที่หลากหลายในการแก้ปัญหา

3. นักเรียนมีการอภิปรายแลกเปลี่ยนข้อมูล มุมมอง แนวคิดและวิธีการแก้ปัญหา มีการถกเถียงโต้แย้ง เปรียบเทียบและประเมินข้อสรุป

4. นักเรียนได้รับการส่งเสริมและกระตุ้นให้เกิดการไตร่ตรองเพื่อตรวจสอบแนวคิดของตนเอง มีการอธิบายเหตุผลในสิ่งที่ทำ และรับฟังเหตุผลของผู้อื่น

5. เน้นการทำงานเป็นกลุ่ม ร่วมกันสืบเสาะค้นหาโดยตั้งคำถาม ข้อคาถาเตา ทดสอบสมมติฐาน สร้างความเชื่อมโยง เพื่อหาข้อสรุป

6. ให้ความที่เพียงพอแก่นักเรียนในการคิด สร้างความสัมพันธ์และหาวิธีการ ซึ่งจากทั้ง 6 ข้อที่กล่าวมานี้ได้ถูกนำมาใช้เป็นหลักการสำหรับการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนในชั้นเรียน ด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. เนื่องจากในการดำรงชีวิตประจำวันของคนเรานั้นต้องอาศัยการคิดและตัดสินใจด้วยตนเองอยู่ตลอดเวลา และคนเราจะเป็นผู้ที่รู้จักคิดและตัดสินใจด้วยตนเองได้ เมื่อได้มีโอกาสรับการฝึกฝนมา ดังคำกล่าวของดริสคอล (Driscoll, 1994) ที่ว่านักเรียนจะเป็นผู้ที่รู้จักคิดและเรียนรู้ด้วยตนเองก็ต่อเมื่อเขาได้มีโอกาสจัดการกับการเรียนรู้ด้วยตนเองเท่านั้น เช่นเดียวกับ โพลยา (Polya) ที่เห็นว่าเพื่อให้สามารถคิดและตัดสินใจได้ด้วยตนเอง นักเรียนควรมีประสบการณ์ในการทำงานอย่างอิสระให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ในทางตรงข้ามจากการศึกษาผลงานวิจัยของสเทนเบิร์ก (Steinberg) และนักวิจัยคนอื่น ๆ เกร็ดเลอร์ (Gredler, 1997) พบว่านักเรียนที่ถูกควบคุมตลอดเวลาของการสอนมักจะกลายเป็นผู้ที่ขาดวุฒิภาวะ ดังนั้นการฝึกฝนให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและตัดสินใจในการเรียนรู้จึงเป็นสิ่งสำคัญที่ต้องจัดให้มีขึ้นในกระบวนการเรียนรู้ ครูไม่ควรเป็นผู้คิดและทำแทนนักเรียน

2. เนื่องจากนักเรียนแต่ละคนมีความรู้ ประสบการณ์และเป้าหมายที่ต่างกัน ระดับมโนคติของนักเรียนในเรื่องต่าง ๆ จึงแตกต่างกัน และระดับมโนคติที่แตกต่างกันนี้แยกเคิลและคณะ (Yackel, Cobb, Wood, & Merkel, 1990) พบว่าเป็นสาเหตุที่ทำให้นักเรียนตีความงานและวิธีการแก้ปัญหาต่างกันอย่างออกไป ดังนั้นการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ใช้วิธีการของตนในการแก้ปัญหาจะเป็นการให้นักเรียนทำในสิ่งที่มีความหมายสำหรับตนเอง ดังผลการศึกษาค้นคว้าจากงานวิจัยของแคมเบล (Campbell, 1997) พบว่าการสอนที่ส่งเสริมและวางอยู่บนพื้นฐานความคิดของนักเรียนเป็นวิธีการที่มีความหมายสำหรับนักเรียนและเป็นแรงผลักดันให้นักเรียนเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งในคณิตศาสตร์ ทำให้นักเรียนแต่ละคนเกิดความเชื่อมั่นในการคิด การให้เหตุผลและการอธิบาย เกิดแรงจูงใจที่จะทำงานมีความเชื่อมั่นและเจตคติที่ดีต่อตนเอง เห็นว่าคณิตศาสตร์เป็นเรื่องที่มีเหตุผล ถึงแม้บางครั้งอาจพบว่านักเรียนใช้วิธีการที่แปลกหรือเป็นวิธีเด็ก ๆ และดูไม่สมเหตุสมผลในสายตาของครูหรือเป็นที่ยอมรับของคนอื่น ๆ แต่ในสายตาของนักเรียนจากการศึกษาของแคมเบลและวิทลีย์ (Campbell, 1997; Wheatley, 1991) กลับพบว่าวิธีการเหล่านั้นล้วนเป็นวิธีที่ดูสมเหตุสมผลและมีความหมายต่อนักเรียนทั้งสิ้น การสอนที่สร้างบนแนวคิดของนักเรียนจึงทำให้นักเรียนสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น ในทางตรงข้ามคลีเมนต์และเบททิสทา

(Clements & Battista, 1990) พบว่าการเรียกร้องให้นักเรียนใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์หรือวิธีการของครูกลับทำให้การทำกิจกรรมอย่างมีความหมายของนักเรียนกลายเป็นเพียงการท่องจำและทำเลียนแบบเพื่อให้บรรลุผลสัมฤทธิ์ที่เป็นเป้าหมายของครูเท่านั้น ทำให้ความเชื่อของนักเรียนเกี่ยวกับธรรมชาติของคณิตศาสตร์เปลี่ยนจากการสร้างความหมายไปสู่การเรียนรู้กลุ่มของการดำเนินการที่ไม่มีความหมาย

3. เนื่องจากสถานการณ์ปัญหาที่จะนำมาใช้จัดกิจกรรมเป็นสถานการณ์ที่เลียดขีดความสามารถในปัจจุบันของนักเรียนดังกล่าวมาแล้ว ด้วยเหตุนี้ นักเรียนจะไม่สามารถสร้างความรู้ได้โดยลำพัง แต่ต้องอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมและสังคมรอบข้างโดยเฉพาะกับบุคคลที่มีความสามารถมากกว่า ดังที่เดฟองซ์และบริสโตว์ (Desforjes & Bristow, 1995) กล่าวว่า การเห็นความเชื่อมโยงของแนวคิดและมโนคติต่าง ๆ จะเกิดขึ้นโดยผ่านกิจกรรมการเปรียบเทียบหาข้อขัดแย้ง ผ่านการระดมสมอง และผ่านการสร้างแผนผังมโนคติ เช่นเดียวกับคลีเมนต์ เบททิสทา และวิทลีย์ (Clements, 1997; Clements & Battista, 1990; Wheatley, 1991) ที่เห็นว่าการเปิดโอกาสให้นักเรียนได้สื่อสารแนวคิดกับผู้อื่น มีการอธิบายและถกเถียงมุมมองของตนจะเป็นกระบวนการที่เร้าให้เกิดการเรียนรู้ที่ดี โดยผ่านการมีปฏิสัมพันธ์กับนักเรียนคนอื่น ๆ ความคิดทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะค่อย ๆ เป็นนามธรรมและมีศักยภาพมากยิ่งขึ้น ดังเช่น ผลการวิจัยของคาร์เพ็นเตอร์และคณะ (Carpenter, Fennema, Peterson, Chiang, & Loef, 1989) ที่พบว่าชั้นเรียนที่อนุญาตให้มีการอภิปรายถึงวิธีที่หลากหลายในการหาคำตอบของปัญหาทำให้นักเรียนมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนดีขึ้น ในทำนองเดียวกันผลการวิจัยของอังคุ (Anku, 1994) ที่ได้ใช้การอภิปรายในกลุ่มย่อยเพื่อเพิ่มศักยภาพทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนในเกรด 9 พบว่าการให้นักเรียนได้พูดคุยอภิปรายกันช่วยให้นักเรียนมีความเข้าใจในเรื่องราวที่นักเรียนพูดถึงมากขึ้นและเป็นการควบคุมตรวจสอบและกระตุ้นให้นักเรียนประสบความสำเร็จในงานที่ทำ

4. เนื่องจากการส่งเสริมให้เกิดการไตร่ตรองตรวจสอบความคิด การให้เหตุผลในสิ่งที่ทำ จะทำให้นักเรียนเป็นผู้ที่รู้เท่าทันความคิดและบทบาทของตนเองในกระบวนการสร้างความรู้ รู้ถึงกระบวนการเรียนรู้และความคิดของตนเอง รู้ถึงความก้าวหน้าในความคิดของตนเองที่ดริสคอล (Driscoll, 1994) เรียกว่าการรู้คิด (metacognition) ส่วนการอธิบายและรับฟังเหตุผลของผู้อื่นเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้เข้าใจมุมมองของคนอื่นที่มีต่อความคิดของตน นักเรียนได้อธิบายปกป้องมุมมองของตนขณะที่รู้มุมมองของคนอื่น การพยายามอธิบายถึงเหตุผลเบื้องหลังข้อเสนอนักเรียนและการรับฟังมุมมองของคนอื่นทำให้นักเรียนสามารถตัดสินใจคุณภาพวิธีของตนและได้เรียนรู้ยุทธวิธีที่มีประสิทธิภาพไปพร้อมกัน นอกจากนี้การให้นักเรียนได้

พูดเกี่ยวกับแนวคิด อธิบายหรือตรวจสอบการหาคำตอบของตนเอง ตั้งคำถามเพื่อให้เกิดความชัดเจน และการพยายามแก้ข้อขัดแย้ง จะนำไปสู่โอกาสสำหรับสร้างมโนคติใหม่และเป็นการขยายกรอบความคิดของนักเรียนไปสู่วิธีการหาคำตอบที่หลากหลายมากขึ้น

5. เนื่องจากการทำงานเป็นกลุ่มทำให้นักเรียนได้เรียนรู้วิธีการทำงานร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ทำให้เห็นแนวทางในการแก้ปัญหาและปรับปรุงแนวคิดของตนเองให้ดีขึ้น จากการศึกษาผลงานของนักการศึกษาหลายคน (Wheatley, 1991) ค้นพบว่ากระบวนการคบค้าสมาคม (socialization) เป็นหนึ่งในสี่ขององค์ประกอบที่ทำให้เกิดความงอกงามทางปัญญา นักเรียนที่ทำงานเป็นคู่และเป็นกลุ่มในการหาคำตอบของปัญหาจะมีวิธีการหาคำตอบที่เหมาะสมกว่าการที่เขาทำงานเพียงลำพัง การดูความสมเหตุสมผลของแนวคิดตนเองจะไม่เกิดขึ้นเมื่อ นักเรียนทำงานโดยลำพัง การมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหากับกลุ่มย่อยสามารถทำให้เกิดความไม่สมดุลทางปัญญาขึ้นได้ นอกจากนี้ผลการวิจัยของโทมัส (Thomas, 1994) กับนักเรียนเกรด 9 และ 10 พบว่าการทำงานในกลุ่มย่อยทำให้นักเรียนร้อยละ 97 มีความเชื่อมั่นในความสามารถทางคณิตศาสตร์ของตนเองเพิ่มขึ้น

6. จากประสบการณ์ที่ผ่านมาพบว่านักเรียนที่ผ่านการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบเดิมนั้นมักจะลืมสิ่งที่เรียนไปแล้วได้ง่าย ทั้งยังไม่สามารถนำสิ่งที่เรียนไปประยุกต์ได้อีกด้วย ซึ่งในเรื่องนี้บรูค (Brooks, 1999) ได้วิเคราะห์ถึงสาเหตุไว้ว่า เป็นเพราะนักเรียนยังไม่ได้เกิดการเรียนรู้ในสิ่งที่ครูต้องการอย่างแท้จริง เนื่องจากนักเรียนไม่มีเวลาเพียงพอสำหรับการเรียนรู้มโนคติต่าง ๆ เช่นเดียวกับนักการศึกษาอีกหลายคน (Clements, 1997; Hand, Treagust, & Vance, 1997; Polya, 1963; Troutman & Lichtenberg, 1995) ที่เห็นว่าการเรียนรู้มโนคติอย่างแท้จริงของนักเรียนจะเกิดขึ้นได้เมื่อนักเรียนได้รับการส่งเสริมให้รู้จักคิดอย่างลึกซึ้ง รู้จักสร้างแนวคิดของตนเอง และพูดเกี่ยวกับแนวคิดนั้น ซึ่งสิ่งเหล่านี้ล้วนต้องการเวลาสำหรับรับประสบการณ์ สร้างความเข้าใจ ลงมือปฏิบัติ ฝึก ไตร่ตรอง ตรวจสอบแนวคิดตลอดจนตกแต่งวิธีการหาคำตอบของตน ซึ่งคลีเมนต์ (Clements, 1997) ถือเป็นหนึ่งในหน้าที่ของครูที่ต้องจัดเวลาเหล่านี้ให้สมดุลเพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ที่มีคุณค่าขึ้น แต่สิ่งที่มีมักจะเกิดขึ้นในชั้นเรียนแบบเดิม คือ ครูให้เวลาแก่นักเรียนไม่เพียงพอ โดยเฉพาะเวลาในการคิดและตอบคำถาม ทำให้นักเรียนขาดโอกาสในการคิดและไตร่ตรองอย่างรอบคอบ ขณะที่การให้เวลาที่เพียงพอหรือการรู้จักรอยคอยของครูจะก่อให้เกิดผลดีหลายประการ ดังเช่น ผลการวิจัยของโทบิน (Tobin, 1986) ที่ได้ทดลองให้ครูใช้เวลารอยคอยโดยเฉลี่ยประมาณ 3-5 วินาทีระหว่างการสนทนาในการสอนมโนคติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์กับนักเรียนเกรด 6 และเกรด 7 พบว่านักเรียนมีความเข้าใจมโนคติต่าง ๆ และมีผลสัมฤทธิ์ทาง

การเรียนรู้ที่ขึ้นตลอดจนคุณภาพของการสนทนาระหว่างนักเรียนกับครูดีขึ้น การพูดของครูลดลง ครูมีแนวโน้มที่จะตรวจสอบการอภิปรายของนักเรียนมากกว่าการประเมินคำตอบของนักเรียน คำตอบของนักเรียนเปลี่ยนจากการเลียนแบบครูหรือตอบแบบซ้ำเป็นวลีอย่างไม่ตั้งใจไปเป็นประโยคที่ยาวขึ้น เป็นคำตอบที่ได้มีรูปแบบและใช้ความคิดมากขึ้น เช่นเดียวกับผลการศึกษาของ โรว์ (Rowe, 1986) เกี่ยวกับเวลาที่ครูรอคอยพบว่าการเรียนการสอนโดยทั่วไปส่วนใหญ่หลังจากตั้งคำถามแล้วครูจะรอคอยคำตอบเพียง 1 วินาทีหรือน้อยกว่านั้น และหลังจากนักเรียนหยุดการพูดครูก็จะมีปฏิกริยาย้อนหลังหรือตั้งคำถามใหม่ต่อไปภายในเวลาไม่เกิน 1 วินาที เขาพบว่าถ้าครูสามารถเพิ่มระยะเวลาโดยเฉลี่ยที่จุดทั้งสองออกไป เช่นหลังจากตั้งคำถามให้รอประมาณ 1-3 วินาที และหลังจากนักเรียนตอบก็รอประมาณ 2-3 วินาทีหรือมากกว่า จะก่อให้เกิดผลดีบางประการ ได้แก่ นักเรียนจะใช้ภาษาและเหตุผลที่ดีขึ้น เจตคติและการคาดหวังของครูดีขึ้น นอกจากนี้เขายังได้สรุปผลดีของการรอคอยที่มีต่อนักเรียนและครูจากการศึกษาวิเคราะห์งานวิจัยต่าง ๆ ไว้ดังนี้

ผลดีต่อนักเรียน มีดังนี้

1. ความยาวในการตอบของนักเรียนจะเพิ่มขึ้นประมาณร้อยละ 30 ถึงร้อยละ 70 ขึ้นอยู่กับสิ่งที่เรียน ถ้ารอคอยประมาณ 1 วินาทีคำตอบมักจะเป็นวลีสั้น ๆ และไม่ค่อยมีคำอธิบาย แต่ถ้ารอ 2 วินาทีก็จะเป็นเวลารอที่เหมาะสมทำให้มีรายละเอียดเพิ่มขึ้น
2. มีการอ้างอิงโดยใช้หลักฐานและเหตุผลมากขึ้น
3. มีลักษณะของการครุ่นคิดเพิ่มขึ้น
4. คำถามและข้อเสนอของนักเรียนจะเพิ่มขึ้น
5. การแลกเปลี่ยนกันระหว่างนักเรียนเพิ่มขึ้น
6. ความผิดพลาดของคำตอบลดลง
7. ความเชื่อมั่นในตนเองของนักเรียนเพิ่มขึ้น
8. ผลสัมฤทธิ์ในแบบทดสอบข้อเขียนที่มีความซับซ้อนเพิ่มขึ้น
9. นักเรียนมีระเบียบวินัยเพิ่มขึ้น เนื่องจากการรอคอยมีอิทธิพลต่อแรงจูงใจและอาจเป็นองค์ประกอบของความตั้งใจและการร่วมมือ
10. ความหลากหลายของนักเรียนที่เสนอตัวมีส่วนร่วมในการอภิปรายเพิ่มขึ้น ในการรอคอยเพียงสั้น ๆ กลุ่มคำตอบส่วนใหญ่จะมาจากนักเรียนเพียงกลุ่มเล็ก ๆ เท่านั้น ในการตอบปากเปล่าโดยทั่วไปจะมีนักเรียนที่มีส่วนร่วมในการตอบประมาณ 6-7 คนเท่านั้น แต่เมื่อเพิ่มเวลาเป็น 3 วินาที นักเรียนที่เรียนไม่เก่งจะมีส่วนร่วมในการตอบมากขึ้น

### ผลดีต่อครู มีดังนี้

1. การพูดและแสดงของครูลดลง ความผิดพลาดในการสนทนาของครูกับนักเรียนลดลง
2. จำนวนและชนิดของคำถามที่ครูใช้เปลี่ยนไป มีคำถามน้อยลง แต่เป็นคำถามที่ต้องการความชัดเจน รายละเอียด หรือข้อขัดแย้งเพิ่มขึ้น
3. ความคาดหวังในความสามารถของนักเรียนดีขึ้น ภายใต้การรอคอยที่นานขึ้น เห็นได้ชัดว่านักเรียนบางคนที่ซ่อนเร้นอยู่จะเผยตัวออกมา ทำให้ความคาดหวังของครูจะค่อย ๆ เปลี่ยนไปที่ละน้อย

จากข้อมูลที่กล่าวมาเห็นได้ชัดว่าการให้เวลาที่เหมาะสมแก่นักเรียน และการรู้จักรอคอยไม่ไ้ร้อนจนเกินไปจะก่อให้เกิดประโยชน์มากมายแก่นักเรียน ทั้งในด้านผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน การรู้จักคิด การใช้หลักฐานและเหตุผลอ้างอิง เกิดความผิดพลาดน้อยลง มีความเชื่อมั่นในตนเองมากขึ้น ตลอดจนการมีส่วนร่วมในกิจกรรมของนักเรียนจะเปิดกว้างขึ้นไม่อยู่ในวงจำกัดกับนักเรียนเพียงไม่กี่คน

ไดรเวอร์และเบล (Driver & Bell, 1986) ได้เสนอกระบวนการเรียนรู้เพื่อการสร้างความรู้ตามขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นนำ (Orientation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนจะรับรู้ถึงจุดหมาย และเกิดแรงจูงใจในการเรียน
2. ขั้นดึงความคิด (Elicitation) เป็นขั้นที่ผู้เรียนแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเดิมที่มีอยู่เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน อาจให้ผู้เรียนอภิปรายกลุ่มหรือเขียนเพื่อแสดงความรู้ความเข้าใจที่มีอยู่ ขั้นนี้ทำให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา (Cognitive Conflict)
3. ขั้นปรับเปลี่ยนแนวความคิด (Restructuring of Ideas) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของบทเรียน ขั้นนี้ประกอบด้วยขั้นตอนย่อย ดังนี้
  - 3.1 ทำความกระจ่างและแลกเปลี่ยนความคิด (Clarification and Exchange of Ideas) ผู้เรียนจะเข้าใจได้ดีขึ้นเมื่อได้พิจารณาความแตกต่าง และความขัดแย้งระหว่างความคิดของตนเองกับของผู้อื่น
  - 3.2 สร้างความคิดใหม่ (Construction of New Ideas) จากการอภิปรายและการสาธิต ผู้เรียนจะเห็นแนวทางรูปแบบ วิธีการที่หลากหลายในการตีความจากปรากฏการณ์หรือเหตุการณ์แล้วกำหนดความคิดใหม่

3.3 ประเมินความคิดใหม่ (Evaluation of New Ideas) โดยการทดลองหรือการคิดอย่างลึกซึ้ง ผู้เรียนควรหาแนวทางที่ดีที่สุดในการทดสอบความคิดที่เลือก (Alternative Ideas) ในขั้นตอนนี้ผู้เรียนอาจจะรู้สึกไม่พอใจความคิดความเข้าใจที่เคยมีอยู่ เนื่องจากหลักฐานการทดลองสนับสนุนแนวคิดใหม่มากกว่า

4. ชี้นำความคิดไปใช้ (Application of Ideas) เป็นขั้นตอนที่ผู้เรียนมีโอกาสใช้แนวคิด หรือความรู้ความเข้าใจที่พัฒนาขึ้นมาใหม่ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่คุ้นเคยและไม่คุ้นเคย

5. ขั้นทบทวน (Review) เป็นขั้นตอนสุดท้าย ผู้เรียนจะได้ทบทวนว่าความคิดความเข้าใจของเขาได้เปลี่ยนไป โดยการเปรียบเทียบความคิดเมื่อเริ่มต้นบทเรียนกับความคิดของเขา เมื่อสิ้นสุดบทเรียน

อัลซัพ (Alsup, 1996) ได้เสนอว่า วิธีการสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผลเป็นวิธีที่เน้นการเรียนการสอนที่ให้ข้อมูลแก่ผู้เรียน ในลักษณะที่ผู้เรียนได้รวบรวมความคิดให้สัมพันธ์กันจนเกิดเป็นมโนคติใหม่ และผู้สอนช่วยให้ผู้เรียนนำความรู้ที่มีอยู่เดิมประสานต่อเนื่องกับความรู้ใหม่จนเกิดมโนคติหรือเกิดโครงสร้างทางความคิด เหมาะสมสำหรับการเรียนรู้ข้อมูลและความสัมพันธ์ระหว่างมโนคติต่าง ๆ ในรูปของการให้หลักเกณฑ์ กฎ นิยาม แล้วจึงให้ตัวอย่างไปสู่ส่วนย่อยที่ประกอบอยู่บนหลักเกณฑ์ กฎ นิยามนั้น ๆ เรียกกลยุทธ์วิธีสอนนี้ว่า วิธีนิรนัย (Deductive Method) มีลักษณะสำคัญ 4 ประการ ดังนี้

1. ต้องมีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน
2. มีการใช้ตัวอย่างมาก ถึงแม้จะเน้นการเรียนที่สื่อด้วยคำพูด ตัวอย่างที่ใช้รวมถึงการวาดภาพ การเขียนภาพ หรือรูปภาพ
3. มีมโนคติแบบให้หลักเกณฑ์ก่อนแล้วยกตัวอย่างประกอบให้เข้าใจหลักเกณฑ์นั้น (Deductive Method)
4. มีการจัดเรียงเนื้อหาเป็นขั้น ๆ

ในการจัดการเรียนการสอนแบบอธิบายและแสดงเหตุผลนี้ ควรเริ่มบทเรียนด้วยการให้นิยามให้หลักเกณฑ์อธิบายความคล้ายคลึง แสดงข้อเปรียบเทียบ เพื่อให้ผู้เรียนสามารถเชื่อมโยงสิ่งที่รู้แล้ว กับความรู้ที่จะได้รับใหม่ เรียกการนำเข้าสู่บทเรียนในลักษณะนี้ว่ามโนคติใหม่ (Advance Organizers) จึงเหมาะสำหรับการสอนเนื้อหาในวิชาคณิตศาสตร์

ศจี คำภู (2545) ได้สรุปแนวคิดการจัดการเรียนการสอนตามแนวของคอนสตรัคติวิซึมไว้ว่า กิจกรรมส่วนใหญ่ภายในห้องเรียนจะดำเนินไปด้วยตัวของนักเรียนเอง เพื่อให้ผู้เรียน

เกิดโครงสร้างทางความรู้ นอกจากนี้แล้วครูจะต้องเปลี่ยนบทบาทใหม่ เป็นเพียงผู้จัดประสบการณ์ที่เหมาะสม เช่น หากกลยุทธ์ในการสอนที่เหมาะสมกับเนื้อหา เตรียมรวบรวมสื่อ อุปกรณ์ หรือข้อมูลสำหรับผู้เรียนได้ทำกิจกรรมร่วมกัน เพื่อเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้มีการอภิปราย และแลกเปลี่ยนความรู้ความคิดของตนเองให้มากที่สุด

คาลิกและคณะ (Çalik, Ayas, Coll, Ünal, & Coştu, 2007) ได้พัฒนารูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งพัฒนาขึ้นในปี ค.ศ.2006 การจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ที่เชื่อว่า การเรียนรู้เป็นกระบวนการทางปัญญาที่ผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้ของตนเอง การเรียนรู้เกิดขึ้นภายในตัวเอง ความรู้สร้างขึ้นจากการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้อื่นแล้วพยายามเชื่อมโยงข้อมูลใหม่กับเข้ากับความรู้อันเดิม ด้วยการอธิบายให้เหตุผลโดยการเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความขัดแย้ง ข้อมูลใหม่กับความเข้าใจเดิม ทำให้เกิดการปรับเปลี่ยนเป็นโครงสร้างทางสติปัญญาที่มีความซับซ้อนยิ่งขึ้น (Matthews, 2002) รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ พัฒนาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีมีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ โดยเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการสืบสอบหาความรู้จากการได้ลงมือปฏิบัติ และผู้เรียนได้สร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้ความรู้เดิมเป็นแนวทางในการเรียนรู้ และได้สะท้อนความคิดหรือประสบการณ์กับบุคคลอื่น เพื่อนำไปสู่มีโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ พร้อมทั้งสามารถนำความรู้ไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ (Çalik et al., 2007) โดยการจัดการเรียนการสอนโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบด้วยขั้นตอนการสอน 4 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นตรวจสอบความรู้เดิม (eliciting students' pre-existing ideas) เป็นขั้นให้นักเรียนได้แสดงความรู้ ความเข้าใจที่มีอยู่เดิมในเรื่องที่จะเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนเกิดสงสัย หรือเกิดประเด็นปัญหา และนำไปสู่การค้นหาคำตอบ
2. ขั้นมุ่งมโนทัศน์เป้าหมาย (focusing on the target concept) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนมุ่งศึกษาค้นคว้าข้อมูล ทดลอง เพื่อนำไปสู่การค้นหาคำตอบประเด็นที่สนใจ
3. ขั้นท้าทายความคิด (challenging students' ideas) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนได้สร้างความรู้ความเข้าใจหรือสร้างมโนทัศน์ทางวิทยาศาสตร์ มีการท้าทายความรู้ ความคิด และผู้สอนทำการตรวจสอบความรู้ของผู้เรียน

4. ขั้นประยุกต์ความรู้ (applying newly constructed ideas to similar situation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนนำมโนทัศน์ หรือทักษะที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์อื่นที่มีความคล้ายคลึงกับบทเรียนหรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

จากข้อมูลและข้อสรุปทั้งหมดที่ได้กล่าวมา ผู้วิจัยได้นำมาปรับเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งมีทั้งหมด 5 ขั้น ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาปัญหา วิเคราะห์ ตั้งคำถาม และทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหา โดยสถานการณ์ปัญหามustต้องท้าทายและสอดคล้องกับความสามารถของนักเรียน

ขั้นที่ 2 ขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมที่มีเชื่อมโยงเข้ากับประสบการณ์ใหม่ (ข้อมูลที่ปรากฏในสถานการณ์ปัญหา) เพื่อหาแนวทางและวิธีการในการจัดการกระทำกับสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นขั้นตอนที่นักเรียนกับนักเรียน หรือครูกับนักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กันระหว่างทำกิจกรรม โดยมีการสื่อสาร แลกเปลี่ยนประสบการณ์ มุมมอง และแนวคิดในการหาวิธีการแก้สถานการณ์ปัญหา เพื่อเปรียบเทียบหรือตรวจสอบแนวคิดที่ยังเป็นข้อขัดแย้ง โดยการมีปฏิสัมพันธ์กันดังกล่าว เพื่อต้องการให้เกิดความน่าเชื่อถือและการยอมรับ

ขั้นที่ 4 ขั้นความรู้ใหม่ เป็นขั้นตอนที่นักเรียนดำเนินการแก้สถานการณ์ปัญหา โดยนำข้อมูลที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 ถึง 3 มาวิเคราะห์เพื่อให้ประกอบในการแก้สถานการณ์ปัญหา จนกระทั่งนำไปสู่คำตอบของสถานการณ์ปัญหา

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล เป็นขั้นตอนที่นักเรียนนำเสนอผลงาน โดยมีการอภิปรายซักถาม ได้แย้ง เปรียบเทียบ ซึ่งกิจกรรมดังกล่าวจะทำให้ครูประเมินผลการแก้สถานการณ์ของนักเรียน ขณะเดียวกันหากครูพบความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับได้ทันทีเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่ทุกคนยอมรับ

#### 1.4 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ (สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ, 2543) ได้เสนอบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

1. ครูจะต้องดึงความรู้เดิมของผู้เรียนออกมาให้ได้ว่าผู้เรียนมีความรู้เดิมอะไรอยู่บ้างแล้ว

2. จากนั้นครูต้องสร้างสิ่งกระตุ้นที่ท้าทายผู้เรียนให้เขาตั้งสมมติฐาน ตั้งคำถาม และคิดทบทวนว่าความรู้เดิมที่เขาอยู่คืออะไร ครูต้องกระตุ้นให้ผู้เรียนสร้างคำถาม ตั้งสมมติฐาน และหาวิธีที่จะตอบคำถามนั้นให้ได้

3. ครูต้องสร้างสิ่งแวดล้อมให้เหมาะสม และกระตุ้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการเรียนรู้ ไม่ใช่บังคับเฉย ๆ ผู้เรียนจะทำอะไรก็ทำไปครูต้องเน้นถึงกิจกรรมที่จะให้ผู้เรียนได้ปฏิบัติ

บรูคส์ (Brooks, 1999) ได้กล่าวถึงบทบาทของครูตามแนวคิดของคอนสตรัคติวิซึ่ม ดังต่อไปนี้

1. ครูต้องยอมรับความแตกต่างระหว่างบุคคลของนักเรียน และใช้คำถามกระตุ้นให้นักเรียนใช้กระบวนการแก้ปัญหา เพื่อก่อให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อช่วยให้นักเรียนได้คิดแก้ปัญหา

2. ครูจะต้องใช้แหล่งวัตถุดิบที่อยู่รอบ ๆ ตัวนักเรียนมาใช้ให้เป็นประโยชน์เพื่อส่งเสริมและกระตุ้นให้นักเรียนได้เรียนรู้

3. เมื่อจะมอบหมายงานให้นักเรียนทำ ครูจะต้องใช้คำพูดที่ทำให้นักเรียนเกิดความคิด และสติปัญญา เช่น ให้จำแนก ให้วิเคราะห์ ให้ทำนาย และให้สร้างสรรค์

4. ครูจะต้องให้นักเรียนได้มีโอกาสแสดงความคิดเห็น ความรู้สึกนึกคิดที่มีต่อบทเรียน วิธีสอน และเนื้อหาวิชา

5. ครูจะต้องพยายามทำความเข้าใจความคิดรวบยอดของนักเรียน ก่อนที่จะร่วมแสดงความคิดเห็นของตนเอง

6. ครูจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนได้มีโอกาสสนทนาเพื่อแลกเปลี่ยนความคิดเห็นทั้งกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน และกับครู

7. ครูจะต้องกระตุ้นนักเรียนให้เกิดการเรียนรู้โดยครูใช้คำถามที่สมเหตุสมผล ใช้คำถามปลายเปิด และส่งเสริมให้นักเรียนได้ถามคำถามกับเพื่อนนักเรียนด้วยกัน

8. ครูจะต้องพยายามช่วยให้นักเรียนได้แก้ไขข้อผิดพลาดด้วยตนเอง

9. ครูจะต้องให้ความสนใจ ประสพการณ์เดิมของผู้เรียน เพื่อให้นักเรียนได้นำมาใช้ให้เป็นประโยชน์ในการตั้งสมมติฐานเพื่อหาวิธีการตรวจสอบ และกระตุ้นให้นักเรียนได้ร่วมอภิปรายปัญหา

10. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อรอคำตอบหลังจากได้ถาม

11. ครูจะต้องให้เวลากับนักเรียนเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความรู้เดิมกับความรู้ใหม่ของนักเรียน

12. ครูจะต้องตอบสนองความอยากรู้อยากเห็นของนักเรียน โดยใช้แผนภูมิการเรียนรู้แบบวัฏจักร (Learning Cycle) ซึ่งประกอบด้วย

- 12.1 การนำเข้าสู่บทเรียน (Engagement)
- 12.2 การสำรวจ (Exploration)
- 12.3 การอธิบาย (Explanation)
- 12.4 การลงข้อสรุป (Elaboration)
- 12.5 การประเมินผล (Evaluation)

อัลซahrani และวูลเลิร์ด (Alzahrani & Woollard, 2013) ได้สรุปบทบาทของครูในการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ไว้ คือ การช่วยให้นักเรียนสร้างความรู้และควบคุมให้นักเรียนได้มีบทบาทตลอดขั้นตอนการเรียนรู้ นอกจากนี้องค์การการสอนแบบคอนสตรัคติวิสต์ (ACT) ได้กล่าวว่า ครูที่สอนแบบคอนสตรัคติวิสต์จะเป็นผู้ที่ให้ความสำคัญกับการตอบสนองของนักเรียน ความขัดแย้งทางปัญญา และกระตุ้นให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน คอมพ์และคณะ (Kompf, Boak, Bond, & Dworet, 1996) ได้กล่าวว่า ครูที่สอนแบบคอนสตรัคติวิสต์นั้นจะปล่อยให้เรียนเป็นผู้นำบทเรียนให้ดำเนินไป ยกเว้นบทบาทการสอน และปรับเปลี่ยนเนื้อหาที่เรียน และแนวคิดที่ลดบทบาทของครูลงนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบร่วมมือมากขึ้น

ทัศนิตา คุณสนอง (2553) ได้สรุปบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ดังนี้

- 1) เปิดโอกาสให้ผู้เรียนสังเกต เพื่อให้สามารถมองเห็นปัญหาได้อย่างชัดเจน
- 2) มีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียน แนะนำ ถามให้คิด เพื่อให้ผู้เรียนค้นพบหรือสร้างความรู้ได้ด้วยตนเอง
- 3) สร้างแรงจูงใจให้ผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนคิดค้นต่อไป ฝึกให้ผู้เรียนมีทักษะการทำงานเป็นกลุ่ม
- 4) เป็นผู้ชี้แนะ ไม่ใช่ผู้ชี้นำ กระตุ้นให้ผู้เรียนคิดมากกว่าการบอกความรู้
- 5) ประเมินความคิดรวบยอดของผู้เรียน ตรวจสอบความคิดและทักษะการคิด

จรรยา ภูอุดม (2544) ได้สรุปบทบาทที่สำคัญของครูในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ไว้ 5 ข้อ ดังนี้

1. วางโครงสร้างบทเรียนด้วยสถานการณ์ปัญหาที่สอดคล้องกับเป้าหมายของหลักสูตรและความสนใจของนักเรียน หรือชี้นำความสนใจของนักเรียนด้วยการสนทนาหรือเสนองานที่เหมาะสม

2. ใช้คำถามท้าทายนักเรียนให้เกิดการสำรวจเพื่อนำไปสู่การสร้างหรือขยายโมเดล และเกิดการตรวจสอบแนวคิดของตนเองโดยการตั้งคำถามให้นักเรียนบอกถึงเหตุผลและอธิบายรายละเอียดของขั้นตอนการกระทำหรือแนวคิดต่าง ๆ

3. ช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความชัดเจนในการสื่อสาร โดยการนำเสนอศัพท์เทคนิคที่นักเรียนจะต้องประสบ แนะนำให้นักเรียนรู้จักใช้ภาษาและสัญลักษณ์ที่เหมาะสม ตลอดจนตั้งคำถามให้นักเรียนอธิบาย และขยายความเพิ่มเติม

4. สร้างแรงจูงใจในการเรียนรู้และให้ข้อมูลย้อนกลับแก่นักเรียนในเวลาที่เหมาะสม หรือเหมาะสม หลีกเลี่ยงการตีค่าหรือแก่นักเรียน แต่จะใช้คำถามที่ทำให้นักเรียนสามารถค้นพบด้วยตนเอง

5. พยายามทำความเข้าใจและค้นหารายละเอียดเบื้องต้นในคำตอบหรือแนวคิดของนักเรียน ตลอดจนสังเกตพฤติกรรมของนักเรียน เพื่อวินิจฉัยความก้าวหน้าของนักเรียน

จากงานวิจัยดังกล่าวสามารถสรุปได้ว่า บทบาทของครูในการจัดการเรียนการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ประกอบไปด้วย 1. การช่วยเหลือนักเรียนให้เกิดความสนใจต่อสถานการณ์ปัญหาที่ครูนำเสนอเพื่อกระตุ้นให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญาและนำไปสู่ขั้นตอนการสร้างความรู้ใหม่ 2. กระตุ้นให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยการใช้คำถามกระตุ้น และให้ข้อมูลที่จำเป็นเท่านั้น 3. ให้เวลาแก่นักเรียนได้ใช้ความคิด ความรู้เดิมของตน และประสบการณ์ที่เคยเรียน เพื่อนำมาใช้ในการสร้างความรู้ 4. ส่งเสริมให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนรวมถึงครูผู้สอน เพื่อแลกเปลี่ยนความเห็นและนำไปปรับปรุงวิธีการหาคำตอบหรือแก้ไขปัญหาของตนเอง

### 1.5 บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ทัศนิตา คุณสนอง (2553) ได้สรุปบทบาทของผู้เรียนไว้ว่าต้องประกอบไปด้วย

- 1) ค้นคว้าแสวงหาความรู้ ฝึกฝนวิธีการเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นเจ้าของบทเรียน ลงมือปฏิบัติจริง
- 2) มีความกระตือรือร้นในการเรียนรู้ กล้าแสดงออก กล้านำเสนอความคิดอย่างสร้างสรรค์

3) มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันและกับผู้สอน ร่วมแลกเปลี่ยนเรียนรู้ ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น ฝึกความเป็นผู้นำ ผู้ตามที่ดี

4) มีทักษะการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม

5) มีความสามารถในการเชื่อมโยงความรู้เดิมเข้ากับความรู้ใหม่มีผลงานที่สร้างสรรค์

6) มีทักษะทางสังคม เคารพกติกาทางสังคม รับผิดชอบต่อส่วนรวม

7) มีเจตคติที่ดีต่อการเรียนรู้ รักการอ่าน กล้าซักถาม

8) มีการบันทึกความรู้อย่างเป็นระบบ สามารถนำความรู้สู่การปฏิบัติได้จริง

9) ยอมรับความผิดพลาด ปรับปรุงและพัฒนาตนเองอย่างต่อเนื่อง

กรมวิชาการ (กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ, 2543) อธิบายว่า ทฤษฎีการสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง ผ่านรูปแบบกิจกรรมที่หลากหลายเพื่อกระตุ้นให้ผู้เรียนตื่นตัวตลอดเวลา และมีการเชื่อมโยงวิธีการเรียนรู้ในเนื้อหาวิชากับชีวิตจริง โดยมีองค์ประกอบดังนี้

1. ผู้เรียนต้องเรียนรู้ด้วยตนเอง เป็นเจ้าของการเรียนรู้ ลงมือปฏิบัติจริง ไม่ใช่การเรียนรู้ด้วยการบอกเล่า เรียนรู้ด้วยความเข้าใจ จากแหล่งความรู้ 2 แหล่ง คือ ความรู้ที่เกิดจากการที่ผู้เรียนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมตามธรรมชาติ และความรู้ที่ได้จากการเรียนในห้องเรียน

2. ผู้เรียนจะเรียนรู้ได้ดีต้องผ่านกระบวนการกลุ่ม ซึ่งจะช่วยให้เกิดการร่วมมือในการทำงาน ส่งผลถึงทักษะทางสังคม ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ความรับผิดชอบ การเป็นผู้นำ ผู้ตามการตัดสินใจ การแก้ปัญหาข้อขัดข้อง การจัดการ การสื่อสาร

3. บทบาทครู จำเป็นจะต้องสื่อสารออกมาในลักษณะการกระตุ้นให้ผู้เรียนคิดมาว่าจะบอกหรือตอบคำถามผู้เรียนตรง ๆ ผู้สอนจึงเป็นผู้ชี้แนะไม่ใช่ผู้นำ และไม่ยึดเย็ดความคิดของผู้สอนให้กับผู้เรียน

จากแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของกาญจนา ไชยพันธุ์ (2542 มีนาคม) ได้เสนอว่า

1. ผู้เรียนทุกคนมีปฏิสัมพันธ์กับสิ่งแวดล้อมรอบตัว และแสวงหาเพื่อที่จะอธิบายสิ่งแวดล้อมต่าง ๆ เหล่านั้น

2. ผู้เรียนตามแนวคิดของวัตถุนิยม ปรากฏการณ์ และเหตุการณ์ที่ได้พบในสมองของตนเอง

3. แนวคิดที่ผู้เรียนได้สร้างขึ้นเองอาจแปลก และแตกต่างจากแนวคิดของผู้เชี่ยวชาญ

4. ผู้เรียนทุกคนสร้างความหมายให้กับสิ่งที่ผู้เรียนเรียนรู้ ซึ่งความหมายที่สร้างขึ้นนี้อาจได้รับคำแนะนำจากผู้เรียนคนอื่น ๆ รอบตัว

5. การสร้างความหมายจะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อผู้เรียนมีส่วนร่วมในกระบวนการเรียนรู้

6. ผู้เรียนต้องมีความรับผิดชอบในการเรียนรู้ของตนเอง ครูผู้สอนเป็นเพียงผู้สนับสนุนและอำนวยความสะดวกในการเรียนเท่านั้น

7. ผู้เรียนสร้างความหมายโดยการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนคนอื่น ๆ

จากข้อเสนอต่าง ๆ และงานวิจัยจากนักการศึกษาหลายท่าน สามารถสรุปได้ว่า บทบาทของนักเรียนในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์นั้นประกอบไปด้วย 1. การใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมของตนเพื่อนำมาสร้างความหมายในการเรียนรู้ใหม่ และต้องเป็นผู้เรียนรู้ด้วยตนเอง 2. มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูผู้สอนเพื่อให้อาจสามารถสร้างความรู้ใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพและนำไปต่อยอดได้ 3. มีการทบทวนความรู้และกระบวนการคิดของตนเองอย่างถี่ถ้วน

## 1.6 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

### งานวิจัยในประเทศ

หทัยนันท์ ตาลเจริญ (2550) ได้ศึกษาผลของการใช้เกมสถานการณ์จำลองตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์บนเว็บไซต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน โดยนักเรียนกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนกรับใหญ่ของกุศลกิจพิทยาคม จังหวัดราชบุรี จำนวน 20 คน จากผลการวิจัยพบว่า ผู้เรียนที่เรียนโดยใช้เกมสถานการณ์จำลองตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์บนเว็บไซต์คณิตศาสตร์ มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 โดยมีค่าเฉลี่ยของคะแนนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอยู่ 10.35 คะแนน

ละมัย แก้วสุวรรณ (2558) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2556 จำนวน 2 โรงเรียนคือ โรงเรียนวัดใต้ (ราษฎร์นิมิต) และโรงเรียนหัวหมาก จำนวน 38 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ มีคะแนนผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์หลังการทดลองสูงกว่าก่อนการทดลองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อมรินทร์ อัมพลพงษ์ (2555) ได้ศึกษาการพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบและเทคโนโลยี โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม จำนวนทั้งสิ้น 56 คน โดยแบ่งเป็นกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์ จำนวน 1 ห้องเรียน 25 คน และกลุ่มการเรียนรู้ศิลป์ จำนวน 1 ห้องเรียน 31 คน ผลการวิจัยพบว่า ค่าประสิทธิภาพของบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนกลุ่มการเรียนรู้วิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์มีค่าประสิทธิภาพ 85.30/86.71 สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 85/85 และบทเรียนคอมพิวเตอร์ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนกลุ่มการเรียนรู้ศิลป์ มีค่าประสิทธิภาพ 76.68/76.09 สูงกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ไม่ต่ำกว่า 75/75 และการศึกษาเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนระหว่างก่อนเรียน และหลังเรียนจากบทเรียนคอมพิวเตอร์บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต วิชาการออกแบบและเทคโนโลยีตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ผลปรากฏว่าผลการเรียนหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

มาลีรัตน์ กระต่ายทอง (2554) ได้ศึกษาผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ที่มีผลต่อมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2554 โรงเรียนหัวหินวิทยาลัย จังหวัดประจวบคีรีขันธ์ จำนวน 49 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่เรียนเรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกโดยใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์มีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .05 และมีคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์เรื่องกระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลกหลังเรียนสูงกว่านักเรียนที่เรียนโดยใช้การเรียนการสอนแบบปกติอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### งานวิจัยต่างประเทศ

เฮมฟิล (Hemphill, 2011) ได้ทำการศึกษาและตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม ความรู้สึกของชุมชน และความพึงพอใจของผู้เรียนในสภาพแวดล้อมการเรียนรู้แบบเกิดขึ้นไม่พร้อมกัน (asynchronous) โดยใช้การออกแบบแบบไม่ทดลอง ตัดขวาง และความสัมพันธ์ ผลการศึกษาพบว่ามีความสัมพันธ์ในเชิงบวกระหว่างการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมกับความรู้สึกของชุมชนและระหว่างการเรียนรู้

ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคมกับความพึงพอใจของผู้เรียน แต่ไม่มีความสำคัญเชิงสถิติระหว่างความรู้สึกของชุมชนกับความพึงพอใจของผู้เรียน การศึกษานี้ให้ข้อมูลที่สามารัเสริมความรู้เกี่ยวกับสถาบันอันเป็นผลจากผู้เรียนที่เรียนในรูปแบบการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นไม่พร้อมกัน ดังนั้นการส่งเสริมให้สถาบันการเรียนรู้ที่สูงขึ้นมีการออกแบบแผนการสอนวางแผน อำนวยความสะดวกที่ดี และเหมาะสมกับนักเรียนที่ต้องการศึกษาในระดับสูง

ฮิกกี (Hickey, 1997) ได้ศึกษาเกี่ยวกับแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ แรงจูงใจและความสำเร็จ ผลกระทบของสิ่งแวดล้อมและโปรแกรมการสอนในห้องเรียนคณิตศาสตร์ โดยการตรวจสอบผลกระทบทางการเรียนจากการออกแบบสิ่งแวดล้อมในห้องเรียนที่สอดคล้องกับกฎการสอนทางสังคม และตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์พบว่า สิ่งแวดล้อมในทางบวกมีผลกระทบต่อแรงจูงใจและผลสำเร็จ ซึ่งผลจากการศึกษานี้ นำสิ่งแปลกใหม่มาสู่การจัดการศึกษา 2 ประการ ประการแรกเป็นการปรับปรุงหลักสูตรคณิตศาสตร์ ประการที่สองอยู่ในแนวทางการจัดกิจกรรมการสอนที่ใช้เก็บรวบรวมข้อมูล คือ ใช้การสัมภาษณ์กับห้องเรียนที่มีการควบคุมของครู มีการรายงานด้วยตนเองเกี่ยวกับสถานการณ์ที่ทำให้เกิดแรงจูงใจ

อิงส์ตรอม (Engström, 1997) ศึกษาประสิทธิภาพของการคิดในวิชาคณิตศาสตร์เกี่ยวกับความรู้เรื่องเศษส่วนที่สร้างขึ้นโดยผู้เรียน พบว่า ความรู้เรื่องเศษส่วนเกิดขึ้นจากการทดลอง สำรวจ ตรวจสอบและการปฏิบัติด้วยตนเองในการแก้ไขความขัดแย้งภายในที่เกิดขึ้น นอกจากนี้ประสิทธิภาพของการคิดเกี่ยวกับเหตุผลทางคณิตศาสตร์เกิดขึ้นจากการสร้างประสบการณ์ที่เป็นจริงทางคณิตศาสตร์

## ตอนที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### 2.1 หลักสูตรคณิตศาสตร์ของประเทศไทยที่เกี่ยวข้องกับ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

#### 2.1.1 หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ในการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ และสามารถนำคณิตศาสตร์ไปประยุกต์เพื่อพัฒนาคุณภาพชีวิตและพัฒนาคุณภาพของสังคมไทยให้ดีขึ้น ผู้จัดควรคำนึงถึงความเหมาะสมและความจำเป็นในหลาย ๆ ด้าน ได้แก่ ความพร้อมของสถานศึกษาในด้านบุคลากร ผู้บริหาร ผู้สอน ผู้เรียน และสิ่งอำนวยความสะดวก การจัดสาระการเรียนรู้ต้องจัดให้สอดคล้องกับสาระของกลุ่มสาระคณิตศาสตร์ หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้น

พื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2551) ที่กำหนดสาระการเรียนรู้ที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ดังนี้

#### สาระที่ 1 จำนวนและการดำเนินการ

มาตรฐาน ค 1.1 : เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง

มาตรฐาน ค 1.2 : เข้าใจผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการของจำนวนและความสัมพันธ์ระหว่างการดำเนินการต่าง ๆ และสามารถใช้ในการดำเนินการในการแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.3 : ใช้การประมาณค่าในการคำนวณและแก้ปัญหาได้

มาตรฐาน ค 1.4 : เข้าใจระบบจำนวนและสามารถนำสมบัติเกี่ยวกับจำนวนไปใช้ได้

#### สาระที่ 2 การวัด

มาตรฐาน ค 2.1 : เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดได้

มาตรฐาน ค 2.2 : แก้ปัญหาเกี่ยวกับการวัด

#### สาระที่ 3 เรขาคณิต

มาตรฐาน ค 3.1 : อธิบายและวิเคราะห์รูปเรขาคณิตสองมิติและสามมิติได้

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

#### สาระที่ 4 พีชคณิต

มาตรฐาน ค 4.1 : อธิบายและวิเคราะห์แบบรูป (pattern) ความสัมพันธ์และฟังก์ชันต่าง ๆ ได้

มาตรฐาน ค 4.2 : ใช้นิพจน์ สมการ อสมการ กราฟ และแบบจำลองทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ แทนสถานการณ์ต่าง ๆ ตลอดจนแปลความหมายและนำไปใช้แก้ปัญหา

#### สาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 5.1 : เข้าใจและใช้วิธีการทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล

มาตรฐาน ค 5.2 : ใช้วิธีการทางสถิติและความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นในการคาดการณ์ได้อย่างสมเหตุสมผล

มาตรฐาน ค 5.3 : ใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นช่วยในการตัดสินใจและแก้ปัญหา

#### สาระที่ 6 ทักษะ / กระบวนการทางคณิตศาสตร์

มาตรฐาน 6.1 : มีความสามารถในการแก้ปัญหา การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ และการนำเสนอ การเชื่อมโยงความรู้ต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์และเชื่อมโยงคณิตศาสตร์กับศาสตร์อื่น ๆ และมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์

สำหรับเนื้อหาเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จะอยู่ในสาระที่ 5 การวิเคราะห์ข้อมูลและความน่าจะเป็น ซึ่งประกอบไปด้วย การกำหนดประเด็น การเขียนข้อคำถาม การกำหนดวิธีการศึกษา การเก็บรวบรวมข้อมูล การจัดระบบข้อมูล การนำเสนอข้อมูล ค่ากลางและการกระจายข้อมูล การวิเคราะห์และการแปลข้อมูล การสำรวจความคิดเห็น ความน่าจะเป็น การใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจและในการดำเนินชีวิตประจำวัน และพบว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เชิงการจัดจะพบในมาตรฐาน ค 5.2 ดังตาราง

ตาราง 2 มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดชั้นปีของมาตรฐาน ค 5.2

| ชั้น   | ตัวชี้วัด                                                                                               | สาระการเรียนรู้แกนกลาง                                                                                                                                                                       |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ม. 4-6 | 1. นำผลที่ได้จากการสำรวจ ความคิดเห็นไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● การสำรวจความคิดเห็น</li> </ul>                                                                                                                      |
|        | 2. อธิบายการทดลองสุ่มเหตุการณ์ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์และนำผลที่ได้ไปใช้คาดการณ์ในสถานการณ์ที่กำหนดให้ | <ul style="list-style-type: none"> <li>● กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ</li> <li>● การทดลองสุ่ม</li> <li>● แซมเปิลสเปซ</li> <li>● เหตุการณ์</li> <li>● ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์</li> </ul> |

จากหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ทำให้พบว่าเนื้อหาคณิตศาสตร์เชิงการจัดเป็นเนื้อหาที่มีความสำคัญ และมีความจำเป็นเพื่อนำไปต่อยอดในการเรียนเนื้อหาคณิตศาสตร์อื่น ๆ ต่อไป เพื่อให้นักเรียนเกิดความเข้าใจผู้วิจัยจึงสนใจศึกษาความสามารถในการเรียนเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคอนสตรัคติวิสต์

## 2.2 ความหมายของคณิตศาสตร์เชิงการจัด

จากการศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เชิงการจัดหรือคอมบินาทอริก พบว่า นักวิชาการได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกไว้หลายความหมายด้วยกัน เช่น

เบิร์ต (Berndt, 1980) ได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกว่า คอมบินาทอริกเป็นวิชาที่ศึกษาเกี่ยวกับการจัดสิ่งของให้เป็นไปตามรูปแบบและเงื่อนไขที่กำหนด ปัญหาที่พบในวิชาคอมบินาทอริกคือ ปัญหาเกี่ยวกับการมีอยู่หรือความเป็นไปได้ในการจัดสิ่งของ (existence of arrangement) ให้มีรูปแบบซึ่งสอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการนั้น และปัญหาเกี่ยวกับการแจงนับในการจัดสิ่งของ (enumeration of arrangement) ให้สอดคล้องกับเงื่อนไขที่ต้องการนั้น อาจทำได้หลายวิธีจึงต้องมีการแจงนับ

ดอสซี่ (Dossey, 1991) ได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการแก้ปัญหาเพื่อที่จะหาวิธีการให้มากที่สุดในการแก้ปัญหานั้น ปัญหาที่พบเป็นปัญหาเกี่ยวกับการตัดสินใจว่ามีอยู่หรือเป็นไปได้ (determining existence) ปัญหาการนับ (counting) และปัญหาความเหมาะสม (optimization)

โรเบิร์ตส์และเทสแมน (Roberts & Tesman, 2009) ได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์แผนใหม่ที่ศึกษาเกี่ยวกับการแก้ปัญหาในเรื่องการจัดสิ่งของ พาร์ทิชัน (partition) การออกแบบ (designs) การกำหนดผู้ทำงาน (assignments of workers) การออกแบบตารางหรือกำหนดการ (schedules) ซึ่งปัญหาที่พบในวิชาคอมบินาทอริกคือ ปัญหาเกี่ยวกับการมีอยู่หรือความเป็นไปได้ (existence problem) ในการจัดสิ่งของ ปัญหาการนับ (counting problem) และปัญหาเกี่ยวกับความเหมาะสม (optimization problem)

เฮซวินเคิล (Hazewinkel, 1992) ได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่วาดด้วยการแก้ปัญหาเกี่ยวกับวิธีการเลือก การจัดเรียงสมาชิกของเซตจำกัดโดยใช้กฎหรือหลักการที่เหมาะสม

ฮาร์ท (Hart, 1991) ได้ให้ความหมายของคอมบินาทอริกว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์เกี่ยวกับการนับและการแก้ปัญหาเพื่อที่จะหาวิธีการให้มากที่สุดในการแก้ปัญหาหนึ่ง นอกจากนั้นเป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะตอบคำถามต่อไปนี้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำถามคือ

1. ปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ (Does a solution exist?)
2. ถ้ามีคำตอบแล้วมีคำตอบได้กี่แบบ (How many solutions are there?)
3. คำตอบใดเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด (Is there an optimum solution?)

จรีรัตน์ สุวรรณ (2546) ได้สรุปความหมายของคอมบินาทอริกไว้ว่า คอมบินาทอริกเป็นคณิตศาสตร์ที่ศึกษาภายใต้เซตจำกัดเกี่ยวกับการแจกแจง การจัดสิ่งของให้เป็นไปตามรูปแบบ และเงื่อนไขที่กำหนด เป็นการแก้ปัญหาเพื่อที่จะตอบคำถามต่อไปนี้เพียงหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำถามคือ ปัญหานั้นมีคำตอบหรือไม่ ถ้ามีคำตอบแล้วมีคำตอบได้กี่แบบ คำตอบใดเป็นคำตอบที่เหมาะสมที่สุด ปัญหาในคอมบินาทอริกเป็นปัญหาที่มีความสัมพันธ์กับสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน เช่น ปัญหาการจัดเสื้อผ้าในการแต่งตัว ปัญหาในการเลือกวิถีเดินทาง ปัญหาการวางแผนการตลาด เป็นต้น ดังนั้นคอมบินาทอริกจึงมีประโยชน์คือเป็นคณิตศาสตร์ที่มีความสัมพันธ์กับชีวิตประจำวัน และเป็นพื้นฐานที่สำคัญในการเรียนวิชา คอมพิวเตอร์ นอกจากนั้นยังเป็นคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกับคณิตศาสตร์สาขาอื่น เช่น เรขาคณิต พีชคณิต ทฤษฎีจำนวน

จากงานวิจัยต่าง ๆ สามารถสรุปได้ว่าความหมายของคณิตศาสตร์เชิงการจัด หรือคอมบินาทอริก คือ คณิตศาสตร์ที่ศึกษาเรื่องของการนับ ซึ่งประกอบไปด้วยหลากหลายหัวข้อ เช่น การจัดเรียง การจัดหมู่ เป็นต้น อันเป็นพื้นฐานที่สำคัญสำหรับคณิตศาสตร์ระดับสูงขึ้นไป มีความเกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์สาขาที่สำคัญอื่น ๆ เช่น ทฤษฎีจำนวน พีชคณิต

### 2.3 เนื้อหาของคณิตศาสตร์เชิงการจัด

จากหนังสือคอมบินาทอริกของโบกาท (Bogart, 1990) ทักเกอร์ (Tucker, 1995) เมอร์ริส (Merriis, 2003) ชองและคี-เมง (Chong & Khee-Meng, 1992) จอห์นสันบาฟ (Johnsonbaugh, 1997) มาร์คัส (Marcus, 1998) เบิร์นดท์ (Berndt, 1980) พบว่าเนื้อหา คอมบินาทอริกประกอบด้วย การจัดเรียงสิ่งของเบื้องต้น ความสัมพันธ์สมมูล พาร์ทิชัน เทคนิคการ นับเชิงพีชคณิต วิธีเรียงสับเปลี่ยน วิธีจัดหมู่ ความสัมพันธ์เวียนบังเกิด การเพิ่มเข้า-ตัดออก ฟังก์ชันก่อกำเนิด ทฤษฎีการแจกแจงของโพลยา ทฤษฎีเกม หลักรังนกพิราบ (The pigeonhole principle) จำนวนแรมเซย์ (Ramsey number) สมการผลต่าง (Difference equations) ทฤษฎี

กราฟ การจับคู่ออกแบบการทดลองด้วยคอมพิวเตอร์เชิงอันดับ และการจัดเรียงสิ่งของโดยใช้กราฟ

จากงานวิจัยของจรัสรัตน์ สุวรรณ (2546) และหนังสือคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษาตอนต้นและตอนปลาย พบว่าเนื้อหาคอมพิวเตอร์ประกอบด้วยความรู้พื้นฐาน (เซต ตรรกศาสตร์ ฟังก์ชัน) หลักการนับเบื้องต้น วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ การเพิ่มเข้า – ตัดออก ฟังก์ชันก่อกำเนิด สมประสิทธิ์ทวินาม สมประสิทธิ์เอกนาม หลักการนับพิราบ (ไพศาล นาคมหาชาสินธุ์, 2553)

จากหนังสือโลกคอมพิวเตอร์ของดำรง ทิพย์โยธา (2554) เนื้อหาคอมพิวเตอร์ในหนังสือประกอบไปด้วยหลักการนับ พิราบ อุปนัยเชิงคณิตศาสตร์ การนับเบื้องต้น การกระจายทวินาม ฟังก์ชันก่อกำเนิด ความสัมพันธ์เวียนเกิด ผลแบ่งกันจำนวนเต็ม และการเรียงสับเปลี่ยนที่ไม่มีการตรงตำแหน่ง

จากหนังสือและงานวิจัยดังกล่าว ผู้วิจัยจึงให้ความสนใจที่จะศึกษาการจัดการเรียนสอนเรื่อง คอมพิวเตอร์หรือคณิตศาสตร์เชิงการจัด ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ โดยเนื้อหาที่ใช้ประกอบไปด้วย กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยน และวิธีการจัดหมู่

## 2.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์เชิงการจัด

### งานวิจัยในประเทศ

กฤติกา ชิดชู (2550) ได้ศึกษาการพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและคอมพิวเตอร์สำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โดยกลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2548 ในจังหวัดพัทลุงที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์จำนวน 16 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถด้านเนื้อหาโดยสอบผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 นักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีความสามารถในการแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์โดยสอบผ่านเกณฑ์ 75 มากกว่าร้อยละ 75 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05 และนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่เรียนหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและคอม

นาทอริกเบื้องต้น มีพฤติกรรมการคิดแก้ปัญหาอย่างสร้างสรรค์หลังเรียนที่ประกอบด้วย ความคิดยืดหยุ่น ความคิดริเริ่มและความคิดละเอียดลออ แต่ละด้านอยู่ในระดับดี

สุธาร์ตน์ สมรรถการ (2556) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ ประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม) ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2555 จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวนนักเรียน 48 คน ผลการวิจัยพบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 หลังการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ ทั้งสามด้านสูงกว่าก่อนได้รับการจัดการเรียนรู้ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

นิรัญญา คงพิริว (2557) ได้ศึกษาการเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus และการสอนแบบปกติ เรื่องคอมบินาตอริกเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โดยกลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 โรงเรียนเขาสงขัตวิทยาคม อำเภอเขาสงขัต จังหวัดตราด ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2557 จำนวน 2 ห้องเรียน ห้องเรียนละ 32 คน ผลการวิจัยพบว่า 1) ประสิทธิภาพของแผนการจัดการเรียนสำหรับนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus มีค่าเท่ากับ 79.69/66.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้คือ 60/60 2) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนเรื่องคอมบินาตอริกเบื้องต้นของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus มีผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนมากกว่านักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ โดยผลต่างระหว่างคะแนนเฉลี่ยก่อนเรียนและคะแนนเฉลี่ยหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus คิดเป็นร้อยละ 34.37 และนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติ คิดเป็นร้อยละ 17.77 และ 3) ผลต่างระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus เรื่องคอมบินาตอริกเบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 มากกว่าผลต่างระหว่างคะแนนก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนที่ได้รับการสอนแบบปกติที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ .05

ชัชวาลย์ บัววิคาร (2558) ได้ศึกษาการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 กลุ่มตัวอย่างคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2558 โรงเรียนจุฬารัตนวิทยาลัย์ จังหวัดชลบุรี

จำนวน 24 คน ผลการวิจัยพบว่าทักษะการแก้ปัญหาและทักษะการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

#### งานวิจัยต่างประเทศ

ทาร์โลว์ (Tarrow, 1969) ได้ศึกษาการสร้างตัวอย่างของนักเรียนเพื่อใช้ในการแก้ปัญหาคอมบินาทอริก และประยุกต์ใช้ตัวอย่างเหล่านั้นเพื่อนำไปพัฒนาและสนับสนุนแนวคิดของตนเอง โดยกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 2 ถึงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 จำนวน 9 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนได้พัฒนากลยุทธ์และให้เหตุผลได้อย่างเหมาะสมตั้งแต่วัยประถมโดยไม่ต้องเรียนกฎพื้นฐานและวิธีการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งการให้เหตุผลเหล่านี้จะเป็นความรู้ติดตัวของนักเรียนด้วย นักเรียนมีความเข้าใจต่อจำนวนรูปแบบของสามเหลี่ยมปาสคาลในคำตอบของปัญหาคอมบินาทอริกของตนเองและสามารถอธิบายหลักการบวกของสามเหลี่ยมปาสคาลจากตัวอย่างที่พบได้ นักเรียนได้เรียนรู้ด้วยการเรียนแบบร่วมมือในการแก้ปัญหาที่ทำหามีการสร้างข้อความคาดการณ์ พัฒนาทฤษฎี และแสดงเหตุผลประกอบการอ้างเหตุผลของตน เงื่อนไขการเรียนรู้ที่สำคัญซึ่งก่อให้เกิดการพัฒนาแนวคิดและการให้เหตุผลของนักเรียนเกิดจากการให้โอกาสทบทวนแนวคิด ให้เวลาอย่างเพียงพอเพื่อสะท้อนแนวคิดของนักเรียนเอง และเปิดโอกาสให้นำเสนอแนวคิดของตนเองต่อหน้าเพื่อนร่วมชั้นเรียน

สมิท (Smith, 2007) ได้ศึกษาการรับรู้แนวคิดทางคอมบินาทอริกของนักศึกษา โดยศึกษาแนวคิดของกลุ่มนักศึกษาจากมหาวิทยาลัยเอกชนทางตะวันตกตอนกลางที่มีต่อชุดปัญหาคอมบินาทอริกซึ่งประกอบไปด้วยปัญหาประเภทต่าง ๆ จากหลากหลายหัวข้อ โดยการศึกษานี้ได้แบ่งหน่วยของนักศึกษาออกเป็น 2 หน่วย คือ หน่วยที่ 1 เป็นนักศึกษาที่มีความสามารถทางคอมบินาทอริกสูงและหน่วยที่ 2 เป็นนักศึกษาที่มีความสามารถทางคอมบินาทอริกต่ำ ผลการวิจัยพบว่าในการแก้ปัญหาเกี่ยวกับการเรียงสับเปลี่ยน นักศึกษาที่มีประสบการณ์คุ้นเคยกับปัญหามากกว่าจะสามารถแก้ปัญหาได้รวดเร็วกว่า มีความมั่นใจในงานของตนเองสูงแต่มีแนวโน้มที่จะตรวจสอบคำตอบของตนเองกับวิธีการแก้ปัญหาแบบอื่น ๆ ถึงแม้ว่าวิธีการนั้นจะหาคำตอบได้ไม่ดีเทียบเท่ากับวิธีการที่ตนเองใช้ ในขณะที่กลุ่มที่มีประสบการณ์ในการแก้ปัญหาการเรียงสับเปลี่ยนน้อยกว่ามีแนวโน้มที่จะใช้สูตรเพื่อแก้ไขปัญหามาถึงแม้จะพบว่าใช้สูตรแล้วยังไม่สามารถหาคำตอบได้ ดังนั้นนักศึกษากลุ่มนี้จึงจะเปลี่ยนไปใช้วิธีเดียวกันกับกลุ่มที่มีประสบการณ์มากกว่า ในส่วนของปัญหาการจัดหมู่ทั้งสองกลุ่มต่างก็พบกับอุปสรรคในการหา

คำตอบที่ถูกต้องและส่วนมากจะแก้ไขปัญหาโดยใช้วิธีการแบบเดียวกับการเรียงสับเปลี่ยน ถึงแม้จะเข้าใจว่าแท้ที่จริงแล้วโจทย์นี้เป็นปัญหาการจัดหมู่ก็ตาม

### ตอนที่ 3 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

#### 3.1 ความหมายของความพึงพอใจ

ความพึงพอใจหรือความพอใจ ตรงกับคำในภาษาอังกฤษว่า Satisfaction หมายถึง การทำให้พอใจ ความพอใจ ปฏิบัติให้เป็นที่พอใจ ดีเท่าที่ต้องการ ซึ่งนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายไว้พอสรุปได้ดังนี้

ออสแคมป์ (Oskamp, 1984) กล่าวว่า ความพึงพอใจมีความหมาย 3 นัย คือ สภาพการณ์ที่ผลการปฏิบัติจริงเป็นไปตามที่บุคคลหวังไว้ หรือระดับความสำเร็จที่เป็นไปตามความต้องการ หรือการที่ได้งานเป็นไปตามหรือตอบสนองต่อคุณค่าของบุคคล

ดรีเวอร์ (Drever, 1974) กล่าวว่า ความพึงพอใจเป็นความรู้สึกที่เกิดขึ้นเมื่อได้รับผลสำเร็จตามความมุ่งหมาย หรือเป็นความรู้สึกขั้นสุดท้าย (End-State in feeling) ที่ได้รับผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์

มาสโลว์และเฟรเกอร์ (Maslow & Frager, 1987) อธิบายความหมายของความพึงพอใจในชีวิตตามแนวคิดของทฤษฎีความต้องการของมนุษย์ ทฤษฎีแรงจูงใจ (Maslow' Hierarchy of theory motivation theory) ว่าความต้องการเป็นแรงจูงใจให้บุคคลแสวงหาการตอบสนองจนเป็นที่พอใจจากความต้องการขั้นพื้นฐานระดับต่ำเป็นลำดับขั้นสู่ความต้องการขั้นสูงขึ้นเรื่อย ๆ เมื่อความต้องการได้รับการตอบสนองมาก บุคคลนั้นย่อมเกิดความพอใจมาก แต่ถ้าความต้องการได้รับการตอบสนองน้อยหรือไม่ได้รับการตอบสนองเลย บุคคลนั้นจะเกิดความพอใจน้อยหรือไม่พอใจ และมาสโลว์เชื่อว่าเป็นเรื่องยากที่มนุษย์จะมีความพอใจในชีวิตสูงสุด ยกเว้นในช่วงเวลาสั้น ๆ เพราะมนุษย์มีความปรารถนาอย่างอื่น ๆ เข้ามาแทนที่อยู่เสมอ

ความพึงพอใจ หมายถึง สภาพของอารมณ์ความรู้สึก และทัศนคติของบุคคลที่มีความสุข ความอึดอึ้งใจ เมื่อความต้องการหรือแรงจูงใจของตนได้รับการตอบสนอง ซึ่งทัศนคติและความพึงพอใจในสิ่งหนึ่งสามารถให้แทนกันได้ เพราะคำทั้งสองนี้เป็นผลที่เกิดจากการที่บุคคลเข้าไปมีส่วนร่วมในสิ่งนั้น ทัศนคติด้านบวกจะแสดงให้เห็นสภาพความพึงพอใจ และทัศนคติด้านลบจะแสดงให้เห็นสภาพความไม่พึงพอใจในสิ่งนั้น ๆ ความพอใจจึงเป็นเรื่องของทัศนคติหรือเจตคติโดยตรง (Morse, 1953; Vroom, 1967; Wolman, 1989; สร้อยตระกูล อรรถมานะ, 2553)

จากงานวิจัยดังกล่าว สามารถสรุปความหมายของความพึงพอใจได้ว่า ความรู้สึกชอบหรือความพอใจที่มีต่อความต้องการที่ได้รับการตอบสนอง เป็นความรู้สึกที่ทำให้มีความสุข และหากบุคคลใดที่ได้รับความพึงพอใจแล้ว จะแสดงออกถึงทัศนคติในด้านบวก

### 3.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

การที่บุคคลจะเกิดความพึงพอใจต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่งได้ ก็ต่อเมื่อความต้องการหรือแรงจูงใจได้รับการตอบสนอง ซึ่ง อับราฮัม มาสโลว์ (Maslow, 1954) ได้เสนอทฤษฎีเกี่ยวกับแรงจูงใจและตั้งสมมติฐานเกี่ยวกับพฤติกรรมมนุษย์ไว้ดังนี้

1. มนุษย์มีความต้องการอย่างไม่สิ้นสุด เมื่อความต้องการใดได้รับการตอบสนองแล้วความต้องการอื่นจะเข้ามาแทนที่ กระบวนการเช่นนี้ไม่มีที่สิ้นสุด
  2. ความต้องการที่ได้รับการตอบสนองแล้ว จะไม่เป็นเครื่องจูงใจของพฤติกรรมอีกต่อไป ความต้องการที่ไม่ได้รับการตอบสนองเท่านั้นที่เป็นสิ่งจูงใจของพฤติกรรม
  3. ความต้องการของมนุษย์เป็นลำดับขั้นตามความสำคัญ โดยเมื่อความต้องการขั้นต่ำได้รับการตอบสนองแล้ว ความต้องการขั้นสูงก็จะเรียกร้องให้มีการตอบสนองตามมา
- มาสโลว์ ได้แบ่งระดับความต้องการของมนุษย์ไว้ 5 ระดับ จากระดับต่ำสุดถึงระดับสูงสุดดังนี้

1. ความต้องการทางด้านร่างกาย (Physiology Needs) เป็นความต้องการขั้นแรกของมนุษย์เพื่อความอยู่รอด เช่น ความต้องการอาหาร น้ำ ที่อยู่อาศัย เครื่องนุ่งห่ม ยารักษาโรค อุณหภูมิที่เหมาะสม เป็นต้น ความต้องการทางด้านร่างกายนี้จะมีอิทธิพลต่อพฤติกรรมของคนก็ต่อเมื่อความต้องการด้านร่างกายยังไม่ได้ได้รับการตอบสนอง

2. ความต้องการทางด้านความปลอดภัย หรือความมั่นคง (Security of Safety Needs) ถ้าหากความต้องการทางด้านร่างกายได้รับการตอบสนองตามสมควรแล้ว มนุษย์ก็จะมีความต้องการในขั้นต่อไปที่สูงขึ้น คือ ความต้องการทางด้านความปลอดภัย หรือความมั่นคงต่าง ๆ

3. ความต้องการการยอมรับทางสังคม (Social Belongingness Needs) เป็นความต้องการในระดับที่สูงขึ้น ความต้องการการยอมรับทางสังคมนี้เป็นความต้องการเกี่ยวกับการอยู่ร่วมกัน คือ การได้รับการยอมรับนับถือจากบุคคลอื่น ทำให้เกิดความรู้สึกว่าตนเองนั้นมีความผูกพันในฐานะเป็นส่วนหนึ่งของกลุ่มทางสังคมนั้น

4. ความต้องการสถานภาพในสังคม (Esteem or Status Needs) ความต้องการขั้นนี้เป็นความต้องการที่จะสร้างความมั่นใจในตนเองในเรื่องความสามารถ ความรู้ และคุณค่า

ของตนเอง ความต้องการที่จะมีฐานะ ชื่อเสียง เกียรติยศ การเป็นที่ยอมรับของบุคคลอื่น หรืออยาก  
ให้บุคคลอื่นยกย่องสรรเสริญในหน้าที่การงานและความสำเร็จของตน

5. ความต้องการความสำเร็จสูงสุดในชีวิต (Self-Actualization Needs) ลำดับ  
ขั้นความต้องการสูงสุดของมนุษย์ คือ ความต้องการที่จะสำเร็จในชีวิตตามความนึกคิด หรือความ  
คาดหวัง ทะเยอทะยาน มักเป็นความต้องการที่เป็นอิสระเฉพาะของแต่ละคน ซึ่งต่างก็มีความนึก  
คิด ความใฝ่ฝันในทัศนะของตน

### 3.3 การวัดความพึงพอใจ

วรูม (Vroom, 1967) กล่าวว่า การวัดความพึงพอใจโดยทั่วไปจะใช้วิธีการสัมภาษณ์  
หรือใช้แบบสอบถาม การจะเลือกใช้วิธีใดนั้นขึ้นอยู่กับกลุ่มตัวอย่างที่จะวัด เช่น กลุ่มบุคคลที่  
สามารถอ่านและเข้าใจสื่อภาษาได้จะใช้แบบสอบถาม นอกจากประหยัดเวลาแล้วผู้ตอบ  
แบบสอบถามยังมีอิสระที่จะตอบ ส่วนกรณีที่กลุ่มตัวอย่างไม่สามารถอ่านสื่อภาษาได้ จำเป็นต้อง  
ใช้วิธีการสัมภาษณ์แต่ต้องแก้ปัญหาเรื่องความอิสระของผู้ตอบคำถาม

โคเวลล์ (Cowell, 1980) กล่าวว่า ความพึงพอใจที่มีต่อการบริการจะดีขึ้นหรือไม่นั้น  
จะต้องพิจารณาถึงลักษณะของการให้บริการขององค์กร ประกอบกับความรู้สึกของผู้มารับบริการ  
ในมิติต่าง ๆ ของแต่ละบุคคลนั้น ดังนั้นการวัดความพึงพอใจต่อการบริการอาจทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. การใช้แบบสอบถาม ซึ่งเป็นวิธีการที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายวิธีหนึ่ง
2. การสัมภาษณ์ เป็นวิธีการที่ต้องอาศัยเทคนิคและความชำนาญพิเศษของผู้  
สัมภาษณ์ที่จะช่วยให้ผู้ถูกสัมภาษณ์ตอบคำถามได้ตรงกับข้อเท็จจริง

3. การสังเกต เป็นวิธีที่จะทำให้ทราบได้ถึงระดับความพึงพอใจของผู้มาใช้บริการ  
ได้โดยสังเกตจากพฤติกรรมทั้งก่อนมารับบริการ ขณะรอรับบริการ และหลังจากได้รับการบริการ

เครื่องมือที่ใช้วัดความพึงพอใจนั้นขึ้นอยู่กับปัญหา วัตถุประสงค์ รูปแบบการวิจัย  
และกลุ่มประชากร โดยต้องพิจารณาให้เหมาะสมถึงความเป็นไปได้ ความพร้อมของทรัพยากร  
ความสามารถ การทำหรือการปฏิบัติได้ และพิจารณาผลจากการใช้เครื่องมือ นั้น ๆ

จากงานวิจัยต่าง ๆ ทำให้ผู้วิจัยสนใจที่จะวัดความพึงพอใจของนักเรียนระดับชั้น  
มัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ด้วยแบบวัดความพึงพอใจ  
ซึ่งประกอบไปด้วย 3 ด้าน คือ ด้านการจัดการเรียนรู้ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ และ  
ด้านผู้สอน

### 3.4 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับความพึงพอใจ

พัลลภ คงนุรัตน์ (2547) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่องโจทย์ปัญหาการบวก ลบ โดยกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2546 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 และนักเรียนที่เรียนโดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียมีความพึงพอใจในการเรียนวิชาคณิตศาสตร์สูงกว่านักเรียนที่เรียนตามคู่มือครูอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ปกเกศ ชนะโยธา (2551) ได้ศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการศึกษาเปรียบเทียบเป็นนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 (ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4) จำนวน 48 คน จากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยขอนแก่น (ศึกษาศาสตร์) จังหวัดขอนแก่น จำนวน 2 ห้องเรียน 80 คน แบ่งเป็นกลุ่มทดลอง 40 คน และกลุ่มควบคุม 40 คน ผลการวิจัยพบว่านักเรียนมีความพึงพอใจในการเรียนจากการเรียนบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์อยู่ในระดับมากที่สุด

ดวินเนลล์และฮิกบี (Dwinell & Higbee, 1993) ได้สำรวจความคิดเห็นของนักศึกษา 187 คน โดยใช้แบบประเมินวิชา พบว่าในด้านการเรียนการสอนร้อยละ 92 ของผู้ตอบเห็นว่าการให้ผู้เรียนเป็นผู้ประเมินผู้สอนเป็นวิธีที่มีประสิทธิภาพ ผู้ประเมินส่วนมากเชื่อว่าผู้สอนให้ความสำคัญกับผลการประเมินและส่งผลให้ผู้สอนเปลี่ยนพฤติกรรมการสอนภายหลังได้รับการประเมินไปในทางที่ดีขึ้น

จากงานวิจัยเหล่านี้ สามารถสรุปได้ว่าความพึงพอใจในการเรียนคณิตศาสตร์ของผู้เรียนมีความสำคัญต่อการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากเป็นส่วนสำคัญที่ใช้วัดความสำเร็จของการจัดการเรียนรู้ ผู้สอนจำเป็นต้องให้ความสำคัญแก่นักเรียน นำเสนอสถานการณ์การเรียนรู้ที่ดึงดูดความสนใจ และสร้างความอยากรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ และสนับสนุนให้นักเรียนได้แสดงความคิดของตนเองอย่างเท่าเทียม

### บทที่ 3

#### วิธีดำเนินการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

ตอนที่ 1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

ตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

ตอนที่ 5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

#### ตอนที่ 1 การกำหนดประชากรและการเลือกกลุ่มตัวอย่าง

##### ประชากร

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเสนางคณิศร ตำบลเสนางคณิศร อำเภอเสนางคณิศร จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 5 ห้องเรียน

##### กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคณิศร ตำบลเสนางคณิศร อำเภอเสนางคณิศร จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ซึ่งได้จากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

#### ตอนที่ 2 การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

##### 1. แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

##### 1.1 การเตรียมงานด้านวิชาการ

ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการสร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งมีรายละเอียด ดังนี้

##### 1.1.1 ศึกษาเนื้อหาเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1) คู่มือครูและแบบเรียนรายวิชาเพิ่มเติมคณิตศาสตร์เล่ม 4 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4-6 กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2545)

2) เอกสารและหนังสือทั่วไปที่มีเนื้อหาเกี่ยวข้องกับเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

1.1.2 ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์

1.1.3 ศึกษาเอกสารที่เกี่ยวข้องกับวิธีการเขียนแผนการจัดการเรียนรู้

1.2 สร้างแผนการจัดการเรียนรู้ที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 6 แผนการจัดการเรียนรู้ โดยแต่ละแผนการจัดการเรียนรู้ประกอบด้วย ชื่อเรื่อง เวลาที่ใช้ สาระสำคัญ จุดประสงค์การเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อการเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

1.3 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ ตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม ความเป็นไปได้ ความถูกต้องของภาษา แล้วปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

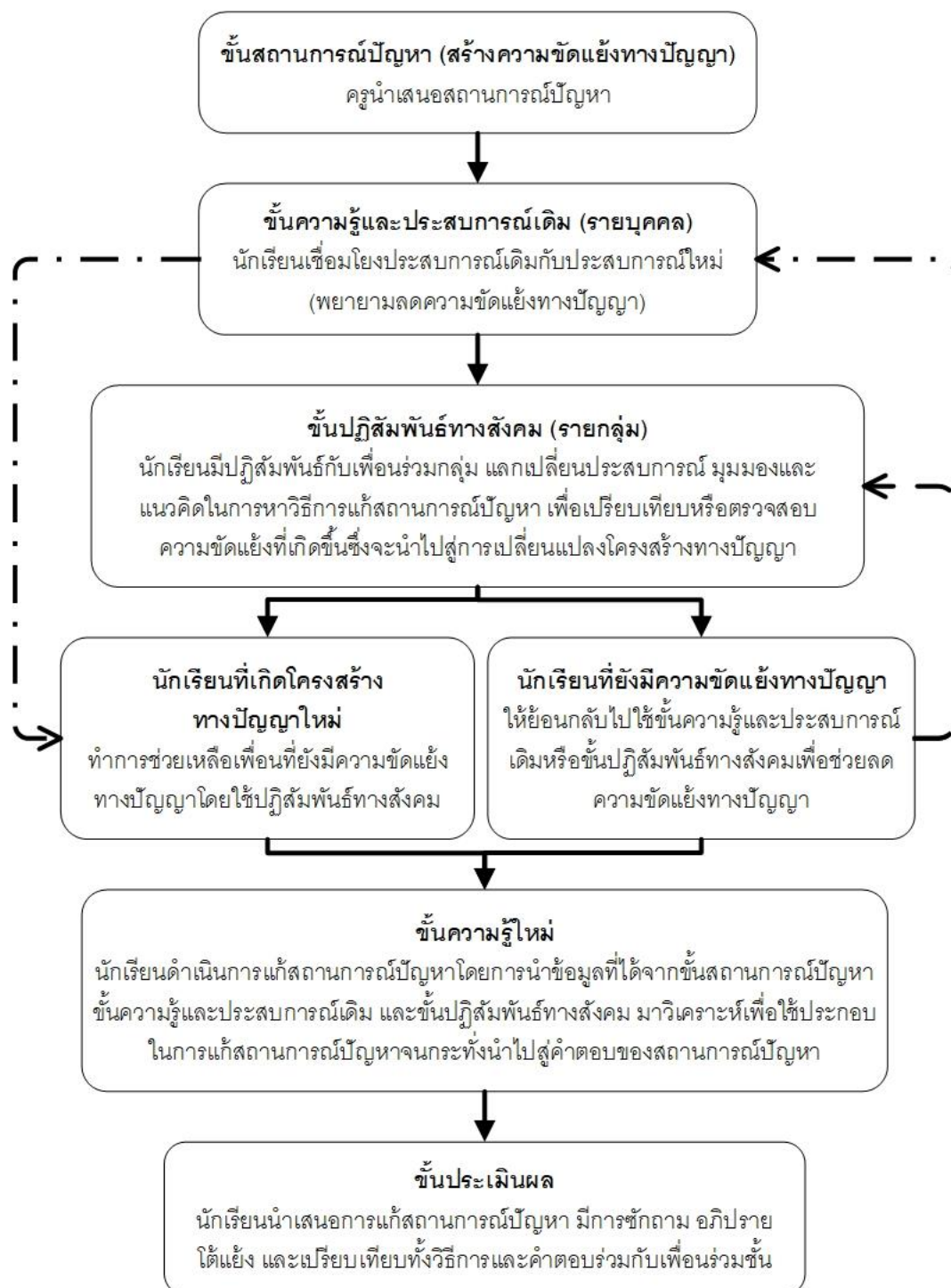
1.4 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้รับการตรวจจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์ไปปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ และนำเสนอคณะกรรมการควบคุมปริญญาานิพนธ์อีกครั้งหนึ่งจนกระทั่งผ่านการพิจารณา

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ได้จากข้อ 1.4 เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความเหมาะสมของเนื้อหา ระยะเวลาที่ใช้ ความถูกต้อง รวมทั้งชี้แนะข้อบกพร่อง เพื่อเป็นประโยชน์ในการปรับปรุง

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้ที่ผ่านการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน ไปปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

1.7 นำแผนการจัดการเรียนที่ได้จากข้อ 1.6 ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม เพื่อดูความชัดเจนของภาษา ความเหมาะสม เนื้อหาของการเรียนการสอน รวมทั้งระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง

## กรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์



ภาพประกอบ 2 กรอบแนวคิดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

## 2. แบบทดสอบย่อย

แบบทดสอบย่อยที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นมีจำนวน 2 ฉบับ ฉบับที่ 1 เป็นแบบทดสอบย่อย เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน ใช้ทดสอบหลังเสร็จสิ้นการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 4 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 4 ข้อ รวมทั้งหมด 20 คะแนน ใช้เวลา 30 นาทีในการทดสอบ และฉบับที่ 2 เป็นแบบทดสอบย่อย เรื่อง วิธีการจัดหมู่ ใช้ทดสอบหลังเสร็จสิ้นการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ถึง 6 ลักษณะของแบบทดสอบเป็นแบบอัตนัยจำนวน 3 ข้อ รวมทั้งหมด 15 คะแนน ใช้เวลา 20 นาทีในการทดสอบ โดยแบบทดสอบย่อยทั้งสองฉบับผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการสร้างแบบทดสอบย่อยโดยใช้หลักการประเมินผลการเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ รวมทั้งศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ของนักเรียน

2.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

2.3 สร้างแบบทดสอบย่อยทั้งฉบับที่ 1 จำนวน 8 ข้อและแบบทดสอบย่อยทั้งฉบับที่ 2 จำนวน 6 ข้อ ให้สอดคล้องกับสาระการเรียนรู้และจุดประสงค์การเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ จากนั้นนำแบบทดสอบย่อยทั้งสองฉบับเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ปรับปรุง และแก้ไข

2.4 นำแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาโทตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจนผ่านการพิจารณา

2.5 นำแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบย่อยที่สร้างขึ้นดังกล่าว สอดคล้องเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence) ซึ่งมีเกณฑ์ดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง ข้อสอบสอดคล้อง

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องหรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ข้อสอบไม่สอดคล้อง

2.6 นำแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คน มาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาใช้ในการ

ทดลอง พบว่าแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 มีข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 7 ข้อ และแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 มีข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จำนวน 6 ข้อ

2.7 นำแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้จากข้อ 2.6 ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม

2.8 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ ที่ได้จากข้อ 2.7 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป โดยคัดเลือกข้อสอบจำนวน 4 ข้อ จากแบบทดสอบ ฉบับที่ 1 ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.60-0.73 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.44-0.80 และคัดเลือกข้อสอบจำนวน 3 ข้อจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.58-0.71 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.45-0.56

2.9 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่า ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) พบว่าแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าเท่ากับ 0.89 และแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 2 มีค่าสัมประสิทธิ์อัลฟ่าเท่ากับ 0.86

### 3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเป็นแบบอัตนัย 16 ข้อ ใช้ทดสอบหลังเสร็จสิ้นการใช้แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 ถึง 6 โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และหลักการสร้างแบบทดสอบโดยใช้หลักการประเมินผลการเรียนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ รวมทั้งศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้วัดผลการเรียนรู้ของผู้เรียน

3.2 วิเคราะห์เนื้อหา และจุดประสงค์ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 16 ข้อ ให้สอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ จากนั้นนำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัณฑิตเพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม

3.4 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ จากนั้นนำไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจนผ่านการพิจารณา

3.5 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ผ่านการพิจารณาจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อพิจารณาความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้นดังกล่าว สอดคล้องเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยใช้ดัชนีความสอดคล้อง (IOC: Index of Objective Congruence)

คะแนน +1 หมายถึง ข้อสอบสอดคล้อง

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบสอดคล้องหรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง ข้อสอบไม่สอดคล้อง

3.6 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้รับการตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 3 คนมาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกข้อสอบเฉพาะข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป มาใช้ในการทดลอง จำนวน 16 ข้อ พบว่าข้อสอบทุกข้อมีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป

3.7 นำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้จากข้อ 3.6 ไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนาณรงค์

3.8 นำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้จากข้อ 3.7 มาวิเคราะห์หาค่าความยากง่าย ( $p$ ) และค่าอำนาจจำแนก ( $r$ ) เป็นรายข้อ แล้วคัดเลือกข้อที่มีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.20-0.80 และมีค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป เพื่อใช้เป็นแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 12 ข้อ โดยคัดเลือกข้อสอบจำนวน 12 ข้อ ซึ่งมีค่าความยากง่ายอยู่ในช่วง 0.35-0.69 และค่าอำนาจจำแนกอยู่ในช่วง 0.27-0.81

3.9 คำนวณหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) พบว่าค่าสัมประสิทธิ์สหสัมพันธ์ของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีค่าเท่ากับ 0.84

#### 4. แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัด เป็นแบบสอบถามที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เพื่อตรวจสอบความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ซึ่งเรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการสร้างตามขั้นตอนต่อไปนี้

4.1 ศึกษาทฤษฎี แนวคิด และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างแบบวัดความพึงพอใจจากเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนที่ใช้ในการวัดความพึงพอใจที่มีต่อแบบวัดความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัด

4.2 สร้างแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดจำนวน 26 ข้อ ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยปรับปรุงแนวคิดมาจากแบบสอบถามความพึงพอใจของสร้อยตระกูล อรรถมานะ (2545) ใช้วิธีการประเมินแบบรวมค่า (Likert rating scale) ดังนี้

5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

4.3 นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 เสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาพันธ์เพื่อพิจารณาตรวจสอบ ปรับปรุง และแก้ไข

4.4 นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาพันธ์มาปรับปรุงและแก้ไขตามคำแนะนำ ในเรื่องของสำนวน ภาษา จากนั้นนำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ไปให้คณะกรรมการควบคุมปริญญาพันธ์ตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งจนผ่านการพิจารณา

4.5 นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการตรวจสอบจากคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรที่ผ่านการพิจารณาเรียบร้อยแล้ว มาพิจารณาคำความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยพิจารณาแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่สร้างขึ้นว่าสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ โดยใช้ดัชนีวัดความสอดคล้องของข้อสอบ (IOC: Index of Objective Congruence) โดยมีเกณฑ์การให้คะแนนดังนี้

คะแนน +1 หมายถึง รายการสอดคล้อง

คะแนน 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการสอดคล้องหรือไม่

คะแนน -1 หมายถึง รายการไม่สอดคล้อง

4.6 นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 จากข้อ 4.5 มาคำนวณหาค่า IOC แล้วคัดเลือกรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไปมาใช้ในการทดลอง 26 ข้อ พบว่าทุกรายการมีค่า IOC เท่ากับ 1

4.7 นำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

### ตอนที่ 3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

#### แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในครั้งนี้คือแบบทดสอบกลุ่มเดียวและวัดเฉพาะหลังการทดลอง (One-Group Posttest Only Design) โดยเป็นแบบแผนการวิจัยที่ทดลองกับกลุ่มทดลองเพียงกลุ่มเดียว โดยให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่างหลังจากนั้นจึงทำการทดสอบหลังจากให้สิ่งทดลอง และพิจารณาผลการทดลองโดยใช้สถิติทดสอบ Z เนื่องจากกลุ่มตัวอย่างมีจำนวน 40 คน

ตาราง 3 แบบแผนการวิจัยแบบ One-Group Posttest Only Design

| กลุ่ม | ทดลอง | สอบ |
|-------|-------|-----|
| E     | X     | T   |

เมื่อ E แทน กลุ่มทดลอง

|   |     |                                           |
|---|-----|-------------------------------------------|
| X | แทน | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ |
| T | แทน | การทดสอบหลังเรียนของกลุ่มตัวอย่าง         |

### การดำเนินการทดลอง

1. ก่อนที่จะดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยทำความเข้าใจกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ในแต่ละคาบให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ทราบ
2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 6 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 ใช้เวลา 30 นาทีในการทดสอบและเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ผู้วิจัยจะให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 ใช้เวลา 20 นาทีในการทดสอบ จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยทั้งสองฉบับไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินต่อไป
3. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 12 ข้อ โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบดังกล่าว 90 นาที และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ใช้เวลา 10 นาที
4. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด รวมกับคะแนนแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้

#### ตอนที่ 4 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบย่อยทั้ง 2 ฉบับและแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทำการตรวจสอบจำนวนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้คะแนนมากกว่าร้อยละ 60 ของคะแนนรวม

3. ทดสอบสมมติฐานว่าผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ผ่านเกณฑ์ ซึ่งใช้การทดสอบสมมติฐานที่เกี่ยวกับค่าสัดส่วนประชากร โดยใช้การทดสอบทางสถิติคือ การทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion)

4. นำคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มาวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดหลังจากได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลางหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยหลังจากได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

หลังจากนั้นจึงทำการแปลผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

#### ตอนที่ 5 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ใช้สถิติการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ค่าร้อยละ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. สถิติที่ใช้ในการทดสอบคุณภาพเครื่องมือ ได้แก่ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นโดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$ -Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน คือ การทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion) ในการทดสอบสมมติฐานที่ว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่ผ่านเกณฑ์มีจำนวนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด



## บทที่ 4

### ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ความมุ่งหมายของการวิจัยครั้งนี้เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ และศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ข้อมูลที่ได้จากการเก็บรวบรวมนำมาวิเคราะห์เชิงปริมาณ โดยนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเป็น 2 ตอน ดังนี้

#### ตอนที่ 1 ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

##### 1.1 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แสดงดังตาราง 4

ตาราง 4 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

| แหล่งที่มาของคะแนน                                         | คะแนนเต็ม<br>(ร้อยละ) | ค่าเฉลี่ยเลข<br>คณิต ( $\bar{x}$ ) | ส่วนเบี่ยงเบน<br>มาตรฐาน (S.D.) |
|------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------|---------------------------------|
| 1. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1                                   | 20                    | 12.83                              | 3.58                            |
| 2. แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2                                   | 15                    | 9.27                               | 3.21                            |
| 3. แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้<br>เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด | 65                    | 42.12                              | 8.77                            |
| รวม                                                        | 100                   | 64.23                              | 12.85                           |

จากตาราง 4 พบว่าค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เท่ากับ 12.83 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.58 ค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เท่ากับ 9.27 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 3.21 และค่าเฉลี่ยเลขคณิตจากแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด เท่ากับ 42.12 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 8.77 ทำให้คะแนนรวมหรือผลการเรียนรู้เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัดมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 64.23 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 12.85

## 1.2 การทดสอบสมมติฐาน

เพื่อทดสอบสมมติฐานของการวิจัยที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด คอนสตรัคติวิสต์ผ่านเกณฑ์ หลังจากนั้นทดสอบสมมติฐานของการวิจัย โดยใช้การทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion) ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ผลการทดสอบสมมติฐานของการวิจัย แสดงดังตาราง 5

ตาราง 5 แสดงค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) และค่า Z ของรวมจาก คะแนนจากแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เป็นกลุ่มตัวอย่าง

| กลุ่มตัวอย่าง                     | จำนวนนักเรียน<br>(คน) | จำนวนนักเรียนที่<br>ผ่านเกณฑ์ | สถิติ<br>ทดสอบ Z | ค่าวิกฤต |
|-----------------------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------|----------|
| นักเรียนชั้น<br>มัธยมศึกษาปีที่ 1 | 40                    | 30                            | 1.94*            | 1.645    |

\*ที่ระดับนัยสำคัญ .05

จากตาราง 5 พบว่า นักเรียนกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีคะแนนผลการเรียนรู้สูงกว่าเกณฑ์ จำนวน 30 คน คิดเป็น สัดส่วนนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์เท่ากับ 0.75 และนักเรียนที่ได้รับคะแนนต่ำกว่าเกณฑ์ จำนวน 10 คน คิดเป็นสัดส่วนของนักเรียนที่ไม่ผ่านเกณฑ์เท่ากับ 0.25 และจากการทดสอบค่า Z พบว่า นักเรียน

กลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีผล การเรียนรู้ผ่านเกณฑ์มีจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด อย่างมีนัยสำคัญ ทางสถิติที่ระดับ .05

## ตอนที่ 2 ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตาม แนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

ในการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ผู้วิจัยได้กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน แบบวัดความพึงพอใจของนักเรียน โดยปรับปรุงแนวคิดมาจากแบบสอบถามความพึงพอใจของ สร้อยตระกูล อรรถมานะ (2553) ใช้วิธีการประเมินแบบรวมค่า (Likert rating scale) ดังนี้

- 5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- 4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก
- 3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- 2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย
- 1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ผู้วิจัยนำคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ไปหาค่าเฉลี่ยเลขคณิตและ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน แล้วแปลผลความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัค ทิวิสต์ของนักเรียนดังนี้

- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 4.50-5.00 หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 3.50-4.49 หมายถึง พึงพอใจมาก
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 2.50-3.49 หมายถึง พึงพอใจปานกลาง
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.50-2.49 หมายถึง พึงพอใจน้อย
- ค่าเฉลี่ยเลขคณิต 1.00-1.49 หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

ผลการวิเคราะห์การประเมินความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการ จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง จำนวน 40 คน แสดงดังตาราง 6

ตาราง 6 ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ( $\bar{x}$ ) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ของคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่เป็นกลุ่มตัวอย่างเป็นรายชื่อ

| ข้อที่ | รายการ                                                                                              | $\bar{x}$ | (S.D.) | แปลผล      |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|------------|
|        | <b>ด้านการจัดการเรียนรู้</b>                                                                        |           |        |            |
| 1      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจมากขึ้น                   | 4.40      | 0.67   | พึงพอใจมาก |
| 2      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมการพบความรู้ด้วยตนเอง                          | 4.40      | 0.74   | พึงพอใจมาก |
| 3      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสให้มีอิสระทางความคิด                              | 4.48      | 0.78   | พึงพอใจมาก |
| 4      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมการคิดที่หลากหลาย                              | 4.48      | 0.88   | พึงพอใจมาก |
| 5      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก                            | 4.18      | 1.01   | พึงพอใจมาก |
| 6      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นการฝึกให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม                       | 4.30      | 0.69   | พึงพอใจมาก |
| 7      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยกระตุ้นความรู้สึกรอยากรู้คณิตศาสตร์                    | 4.28      | 0.82   | พึงพอใจมาก |
| 8      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย                              | 3.98      | 1.03   | พึงพอใจมาก |
| 9      | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน         | 4.25      | 0.84   | พึงพอใจมาก |
| 10     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีความท้าทาย สนุกไม่น่าเบื่อ                               | 4.45      | 0.71   | พึงพอใจมาก |
| 11     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมบรรยายในการแสดงความคิดเห็น และแก้ปัญหาพร้อมกัน | 4.38      | 0.70   | พึงพอใจมาก |

ตาราง 6 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายการ                                                                                          | $\bar{x}$ | (S.D.) | แปลผล             |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--------|-------------------|
|        | <b>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้านการจัดการเรียนรู้</b>                                                    | 4.32      | 0.81   | <b>พึงพอใจมาก</b> |
|        | <b>ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้</b>                                                     |           |        |                   |
| 12     | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการคิดทางคณิตศาสตร์                                     | 4.48      | 0.60   | พึงพอใจมาก        |
| 13     | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้น่าสนใจ กระตุ้นความคิดและท้าทาย                                 | 4.33      | 0.73   | พึงพอใจมาก        |
| 14     | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย                                                  | 4.55      | 0.60   | พึงพอใจมากที่สุด  |
| 15     | ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน | 4.13      | 0.79   | พึงพอใจมาก        |
| 16     | รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ เข้าใจง่าย ชัดเจน                  | 4.33      | 0.73   | พึงพอใจมาก        |
| 17     | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง                                | 4.15      | 0.74   | พึงพอใจมาก        |
| 18     | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน                          | 4.30      | 0.76   | พึงพอใจมาก        |
|        | <b>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้</b>                                     | 4.32      | 0.71   | <b>พึงพอใจมาก</b> |
|        | <b>ด้านผู้สอน</b>                                                                               |           |        |                   |
| 19     | ผู้สอนสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี ไม่ตึงเครียด                                              | 4.60      | 0.74   | พึงพอใจมากที่สุด  |
| 20     | ผู้สอนมีความรู้ด้านเนื้อหาดี                                                                    | 4.58      | 0.64   | พึงพอใจมากที่สุด  |
| 21     | ผู้สอนให้คำแนะนำที่เหมาะสมและเป็นที่ยอมรับที่ดี                                                 | 4.65      | 0.53   | พึงพอใจมากที่สุด  |

ตาราง 6 (ต่อ)

| ข้อที่ | รายการ                                                                               | $\bar{x}$   | (S.D.)      | แปลผล                   |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------------------|
| 22     | ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการและระยะเวลาที่กำหนดไว้                      | 4.53        | 0.88        | พึงพอใจมากที่สุด        |
| 23     | ผู้สอนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง เปิดโอกาสให้คิดอย่างอิสระ                       | 4.63        | 0.59        | พึงพอใจมากที่สุด        |
| 24     | ผู้สอนคอยให้กำลังใจ มีคำชมเชย และกระตุ้นผู้เรียนได้ดี                                | 4.45        | 0.71        | พึงพอใจมาก              |
| 25     | ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย และสามารถตอบคำถามผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม | 4.73        | 0.51        | พึงพอใจมากที่สุด        |
| 26     | ผู้สอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนทุกคน และมีความยุติธรรม                                 | 4.78        | 0.48        | พึงพอใจมากที่สุด        |
|        | <b>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตด้านผู้สอน</b>                                                    | <b>4.62</b> | <b>0.63</b> | <b>พึงพอใจมากที่สุด</b> |
|        | <b>ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมทั้งฉบับ</b>                                                   | <b>4.41</b> | <b>0.73</b> | <b>พึงพอใจมาก</b>       |

จากตาราง 6 พบว่าแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งมีทั้งหมด 26 ข้อ โดยแบ่งออกเป็น 3 ด้าน คือ ด้านการจัดการเรียนรู้ จำนวน 11 ข้อ ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ จำนวน 7 ข้อ และด้านผู้สอน จำนวน 8 ข้อ ผลการวัดความพึงพอใจของนักเรียนด้านการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.32 ซึ่งแปลผลได้ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก และในด้านนี้นักเรียนมีความพึงใจมากที่สุดข้อที่ 3 “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสให้มีอิสระทางความคิด” และข้อที่ 4 “การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมการคิดที่หลากหลาย” สำหรับผลการวัดความพึงพอใจของนักเรียนด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.32 ซึ่งแปลผลได้ว่านักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจต่อเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ อยู่ในระดับมาก และในด้านนี้นักเรียนมีความพึงใจมากที่สุดข้อ 14 “เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย” ซึ่งมีความพึงพอใจอยู่ในระดับมากที่สุด และเป็นเพียงข้อเดียวใน ด้านนี้ สำหรับผล

การวัดความพึงพอใจของนักเรียนด้านผู้สอนมีค่าเฉลี่ยเลขคณิตเท่ากับ 4.62 ซึ่งแปลผลได้ว่า นักเรียนกลุ่มตัวอย่าง มีความพึงพอใจต่อผู้สอนอยู่ในระดับมากที่สุด และในด้านนี้นักเรียนมีความพึงใจมากที่สุดข้อ 26 “ผู้สอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนทุกคน และมีความยุติธรรม” ซึ่งจากการประเมินความพึงพอใจจากทั้ง 3 ด้าน พบว่า ค่าเฉลี่ยเลขคณิตรวมทั้งฉบับจากการวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่องคณิตศาสตร์เชิงการจัด เท่ากับ 4.41 ซึ่งมีผลการประเมินอยู่ในระดับมาก



## บทที่ 5

### สรุปผล อภิปรายผล และข้อเสนอแนะ

#### ความมุ่งหมาย สมมติฐาน และวิธีดำเนินการวิจัยโดยสังเขป

##### ความมุ่งหมายของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์
2. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

##### สมมติฐานของการวิจัย

นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด

##### ขอบเขตของการวิจัย

##### 1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคณิศร ตำบลเสนางคณิศร อำเภอสองคณิศร จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 5 ห้องเรียน และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคณิศร ตำบลเสนางคณิศร อำเภอสองคณิศร จังหวัดอำนาจเจริญ จำนวน 1 ห้องเรียน รวม 40 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster Random Sampling)

##### 2. เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยในครั้งนี้เป็นเรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ประกอบด้วย เนื้อหาย่อย ได้แก่ กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม และวิธีจัดหมู่

##### 3. ตัวแปรที่ศึกษา

ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

ตัวแปรตาม คือ

1) ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

2) ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้

ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### วิธีดำเนินการวิจัย

#### 1. กำหนดกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

การเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชื่อว่า ความรู้ไม่ใช่สิ่งที่อยู่ภายนอกตัวบุคคลที่จะสามารถถ่ายโอนไปยังผู้เรียนได้ แต่ความรู้ถูกสร้างขึ้นโดยตัวผู้เรียนเองในขณะที่ผู้เรียนพยายามทำความเข้าใจหรือพยายามสร้างมโนทัศน์เกี่ยวกับสถานการณ์ใดสถานการณ์หนึ่งโดยอาศัยความรู้หรือประสบการณ์เดิมและอาศัยการมีปฏิสัมพันธ์ทางสังคมระหว่างผู้เรียนด้วยกันหรือผู้เรียนกับครู จากความเชื่อดังกล่าวดังนั้นกรอบแนวคิดในการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดดังกล่าว ผู้วิจัยจึงเน้นให้ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกในการจัดการเรียนรู้ และให้ผู้เรียนลงมือทำกิจกรรมและใช้ประสบการณ์ของตนเองให้มากที่สุด ตามขั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสถานการณ์ปัญหา เป็นขั้นที่นักเรียนได้พิจารณาสถานการณ์ปัญหา ตั้งคำถาม และทำความเข้าใจรวมถึงได้ทดลองใช้สื่อการสอนประกอบวิธีคิดหาคำตอบ

ขั้นที่ 2 ขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม ในขั้นนี้ นักเรียนจำเป็นต้องใช้ความรู้ที่ตนมีเพื่อนำมาวิเคราะห์ คิดค้นวิธีและหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยอาจอาศัยความรู้เดิมจากที่เคยเรียนมาในระดับชั้นก่อนหน้าหรือประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่มีลักษณะคล้ายกันจากสถานการณ์ปัญหาที่เคยเรียนผ่านมาในอดีต

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม เป็นขั้นต่อเนื่องจากขั้นที่ 2 ในกรณีที่ความรู้และประสบการณ์เดิมที่ตนเองมียังไม่เพียงพอต่อการหาคำตอบ นักเรียนสามารถร่วมมือกับเพื่อนร่วมชั้น ปรีกษา และสอบถามวิธีคิดจากนักเรียนที่สามารถหาคำตอบได้แล้ว โดยร่วมกันปรีกษาเป็นกลุ่ม ๆ หรือหากต้องการคำปรีกษาจากผู้สอนก็สามารถทำได้เช่นกัน

ขั้นที่ 4 ขั้นความรู้ใหม่ จาก 3 ขั้นที่ผ่านมาในขั้นตอนนี้ นักเรียนจะนำความรู้ที่ได้มาสรุปเป็นแนวคิดในการหาคำตอบในแต่ละสถานการณ์ปัญหาเป็นของตนเอง โดยไม่จำเป็นต้องสรุปเป็นสูตรก็ได้

ขั้นที่ 5 ขึ้นประเมินผล นักเรียนมีส่วนร่วมในการนำเสนอวิธีคิดหาคำตอบในแต่ละสถานการณ์ปัญหา โดยมีนักเรียนเป็นผู้นำเสนอ และนักเรียนร่วมชั้นคนอื่นสามารถตั้งคำถามในขั้นตอนที่ตนสงสัย ได้แย้ง หรือให้คำแนะนำเพื่อน ๆ ได้ หากพบจุดบกพร่อง

## 2. สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 6 แผนการสอน แต่ละแผนใช้เวลา 2 คาบเรียน คาบเรียนละ 50 นาที 2) แบบทดสอบที่ใช้ประเมินผลการเรียนรู้ แบ่งเป็น 3 ฉบับ คือ ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อย เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน ฉบับที่ 2 แบบทดสอบย่อย เรื่อง วิธีจัดหมู่ และฉบับที่ 3 แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด และ 3) แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

หลังจากสร้างเครื่องมือเสร็จเรียบร้อยแล้ว ผู้วิจัยนำเครื่องมือเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาบัตรเพื่อพิจารณาปรับปรุงแก้ไข จากนั้นนำเครื่องมือที่ผ่านการพิจารณาเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา ความชัดเจนของข้อคำถาม ความยากง่ายของปัญหา และความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ แล้วปรับปรุงแก้ไขตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ จากนั้นนำเครื่องมือไปทดลองกับนักเรียนที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 35 คน ซึ่งเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2561 โรงเรียนเสนางคนิคม แล้วปรับปรุงแก้ไขเครื่องมืออีกครั้งก่อนนำไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

## 3. เก็บรวบรวมข้อมูล

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในครั้งนี้คือแบบทดสอบกลุ่มเดียวและวัดเฉพาะหลังการทดลอง (One-Group Posttest Only Design) สำหรับการเก็บรวบรวมข้อมูลผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. ก่อนดำเนินการปฏิบัติการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยทำความเข้าใจกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง พร้อมทั้งชี้แจงเกี่ยวกับวัตถุประสงค์การเรียนรู้ บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ในแต่ละคาบให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างได้ทราบ

2. ผู้วิจัยดำเนินการจัดการเรียนรู้ให้กับนักเรียนกลุ่มตัวอย่างจำนวน 40 คน โดยใช้แผนการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 6 แผน แต่ละแผนใช้เวลา 2 คาบ รวมทั้งสิ้น 12 คาบที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมใน

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 และเมื่อเสร็จสิ้นกิจกรรมในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 จากนั้นนำคะแนนที่ได้จากแบบทดสอบย่อยทั้งสองฉบับไปใช้เป็นส่วนหนึ่งของการประเมินต่อไป

3. เมื่อนักเรียนกลุ่มตัวอย่างปฏิบัติกิจกรรมตามแผนการจัดการเรียนรู้ครบทั้ง 6 แผนเสร็จเรียบร้อยแล้วผู้วิจัยให้นักเรียนกลุ่มตัวอย่างทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 12 ข้อ โดยใช้เวลาทำแบบทดสอบดังกล่าว 90 นาที และให้ทำแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยใช้เวลา 10 นาที

4. ผู้วิจัยนำคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด รวมกับคะแนนแบบทดสอบย่อย 2 ฉบับ และแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างแต่ละคนมาวิเคราะห์โดยใช้วิธีการทางสถิติ เพื่อทดสอบสมมติฐานที่กำหนดไว้

#### 4. วิเคราะห์ข้อมูล

1. นำคะแนนที่ได้จากการแบบทดสอบย่อยทั้งสองฉบับและแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ทั้งสามฉบับของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างมาหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

2. ทำการตรวจสอบจำนวนของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ที่ได้คะแนนตั้งแต่ร้อยละ 60 ของคะแนนรวม

3. ทดสอบสมมติฐานว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ผ่านเกณฑ์ โดยใช้การทดสอบทางสถิติคือ การทดสอบ Z (Z-test for Population Proportion)

4. นำคะแนนจากแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มาวิเคราะห์ความพึงพอใจโดยใช้เกณฑ์การแปลความหมายดังนี้

คะแนนเฉลี่ย 4.50-5.00 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากที่สุดหลังจากได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 3.50-4.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจมากหลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 2.50-3.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจปานกลาง  
หลังจากได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 1.50-2.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยหลังจาก  
ได้รับการจัดการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนนเฉลี่ย 1.00-1.49 หมายถึง นักเรียนมีความพึงพอใจน้อยที่สุดหลังจาก  
ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

หลังจากนั้นจึงทำการแปรผลความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการ  
เรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

### สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์  
เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดผ่านเกณฑ์เป็นจำนวน  
มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ที่ระดับนัยสำคัญ .05

2. ความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด อยู่ในระดับมาก

### อภิปรายผลการวิจัย

1. จากการศึกษาผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา  
ปีที่ 1 ที่ใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่  
ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีผลการเรียนรู้  
เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัดผ่านเกณฑ์เป็นจำนวนมากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด  
ที่ระดับนัยสำคัญ .05 ทั้งนี้เนื่องมาจากประเด็นดังต่อไปนี้

1.1 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด  
ประกอบไปด้วย 5 ขั้น คือ ขั้นสถานการณ์ปัญหา ขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม ขั้นปฏิสัมพันธ์  
ทางสังคม ขั้นความรู้ใหม่และขั้นประเมินผล ซึ่งแต่ละขั้นช่วยส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ใหม่ได้  
ด้วยตนเองดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 ขั้นสถานการณ์ปัญหา ในขั้นนี้เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ทำความเข้าใจ  
สถานการณ์ปัญหา วิเคราะห์ปัญหา ตั้งประเด็นคำถามกับตนเอง และผู้สอนมีสื่อการสอนสำหรับ  
ช่วยในการทำทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาของนักเรียน ทำให้นักเรียนสามารถวิเคราะห์

สถานการณ์ปัญหาได้ดีขึ้น เข้าใจสถานการณ์ปัญหาได้ถูกต้องและตรงประเด็น นอกจากนี้ในใบกิจกรรมมีการเรียงลำดับสถานการณ์ปัญหาจากข้อง่ายไปข้อยากทำให้นักเรียนสามารถค่อย ๆ สร้างความมั่นใจในการทำข้อต่อไปได้ นักเรียนมีแนวโน้มที่จะตอบตามความรู้สึกของตนเองก่อนในช่วงแรกของการเรียน เช่น เมื่อครูถามว่า ถ้ามีเสื้อ 3 ตัว กางเกง 3 ตัว เราจะแต่งตัวได้กี่แบบ นักเรียนจะตอบว่า 9 แบบโดยทันที ซึ่งเป็นคำตอบที่ผิด ผู้วิจัยจึงต้องช่วยแนะนำนักเรียนให้คิดไปทีละชุด หลังจากนั้นนักเรียนจึงเริ่มใช้ความคิดก่อนที่จะตอบ และในสถานการณ์ปัญหาที่สามารถวาดรูปแสดงคำตอบได้ นักเรียนจะวาดรูปอย่างตั้งใจ จนบางครั้งผู้วิจัยต้องให้นักเรียนพยายามคิดคำนวณบ้างเพื่อประหยัดเวลา จากในขั้นตอนนี้นักเรียนเกิดการซึมซับ (assimilation) ข้อมูลจากในสถานการณ์ปัญหาซึ่งเป็นกระบวนการทางสมอง นักเรียนจะเก็บประสบการณ์ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหา ข้อมูลต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์และนำมาสะสมไว้เพื่อใช้ต่อไป

ขั้นที่ 2 ขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม ในขั้นตอนนี้นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทในการเรียนรู้อย่างเต็มที่ ผู้สอนปล่อยให้ให้นักเรียนได้ใช้ความคิดอย่างอิสระ แต่ยังมีส่วนร่วมด้วยการกระตุ้นให้นักเรียนทุกคนได้ใช้ความรู้เดิมของตนเองก่อนอย่างเต็มความสามารถ หากพบข้อสงสัยที่คิดว่าสามารถแก้ไขด้วยตนเองได้ให้ย้อนกลับไปดูสถานการณ์ปัญหาก่อนหน้าเพื่อเป็นตัวอย่างในการแก้ปัญหาในข้อถัดไป นักเรียนใช้ประโยชน์จากบทเรียนที่เคยเรียนไปแล้วได้ เช่น เมื่อเรียนในหัวข้อวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันไม่ทั้งหมด นักเรียนสังเกตเห็นว่า การเรียงตัวอักษรจำนวนเท่ากันระหว่างชุดตัวอักษรที่แตกต่างกันทั้งหมดกับชุดตัวอักษรที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมด วิธีจัดเรียงตัวอักษรที่มีตัวซ้ำมีวิธีการจัดเรียงที่ซ้ำกัน นักเรียนสรุปได้ว่า วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่ไม่แตกต่างกันทั้งหมดจะได้น้อยกว่าวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมดเสมอ ทำให้การทำแบบฝึกหัดในหัวข้อนี้ นักเรียนมีแนวคิดต้นแบบเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบสำหรับข้อถัดไป ซึ่งในกิจกรรมผู้วิจัยออกแบบให้แต่ละสถานการณ์ปัญหาให้มีโน้ตที่เกี่ยวข้อกัน กล่าวคือ สถานการณ์ปัญหาข้อหนึ่งใช้เป็นแนวคิดในการช่วยแก้สถานการณ์ปัญหาอีกข้อหนึ่ง ทำให้นักเรียนเกิดกระบวนการที่เรียกว่าการปรับและจัดระบบ (accommodation) ซึ่งเป็นการปรับประสบการณ์เดิมและประสบการณ์ใหม่ให้เข้ากันเป็นระบบหรือเครือข่ายทางปัญญาที่นักเรียนสามารถเข้าใจได้ เกิดเป็นโครงสร้างทางปัญญาใหม่ขึ้น ทำให้นักเรียนสามารถสรุปแนวคิดเป็นของตนเองได้บ้างในขั้นตอนนี้

ขั้นที่ 3 ขั้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคม ในขั้นนี้ผู้สอนให้นักเรียนได้รวมกลุ่มกัน เพื่อให้มีปฏิสัมพันธ์ระหว่างเพื่อนร่วมชั้นเรียน ทำให้เพื่อนมีโอกาสได้ตรวจสอบแนวคิดของเพื่อนว่าถูกหรือผิด หากพบข้อผิดพลาดเพื่อนร่วมกลุ่มที่มีความรู้ความสามารถ สามารถช่วยอธิบายให้เพื่อนที่ยัง

ไม่เข้าใจด้วยภาษาที่อยู่ในวัยเดียวกันให้เข้าใจได้ หรือหากนักเรียนยังไม่แน่ใจก็สามารถซักถามข้อสงสัยกับผู้สอนได้โดยตรง การมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันดังกล่าวนี้นำไปสู่การแลกเปลี่ยนความรู้และมุมมองที่มีต่อสถานการณ์ปัญหา ซึ่งมีผลต่อการแสดงวิธีคิดหาคำตอบที่แตกต่างกัน นักเรียนที่แก้ปัญหาได้ช่วยเหลือเพื่อนนักเรียนที่ยังแก้ปัญหาไม่ได้ เป็นการสร้างบทบาทผู้สอนให้แก่ นักเรียน อันเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้รู้จักคิดและทบทวนความรู้เดิมของตนเองอีกด้วย นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการทำแบบฝึกหัดจากใบกิจกรรมมากขึ้นเมื่อนักเรียนได้ใช้สื่อการสอน นักเรียนนำสื่อที่ได้นำมาร่วมกันแสดงวิธีคิดตามที่โจทย์กำหนดให้ เช่น เมื่อโจทย์ถามว่า หากต้องการจัดเรียงลูกบอลลงในกล่อง 3 ลูก จากทั้งหมด 5 ลูก นักเรียนจะสามารถจัดได้กี่วิธี นักเรียนนำลูกบอลจัดเรียงลงในกล่อง และเขียนผลลัพธ์ที่ได้ไปด้วย จนเมื่อเกิดผลลัพธ์ที่ซ้ำกัน นักเรียนจึงหยุด และแก้ปัญหาในข้อถัดไป ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของละมัย แก้วสวรรค์ (2558) ที่พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่มีความสนใจและกระตือรือร้นในการทำกิจกรรม เพราะครูเปิดโอกาสให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการแก้ปัญหา การตั้งคำถามจากในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่ครูกำหนดขึ้นโดยใช้กระบวนการกลุ่ม

จากขั้นที่ 1 ถึง 3 นักเรียนจะเกิดความสมดุลทางปัญญา (equilibration) ขึ้น ซึ่งเป็นกระบวนการที่เกิดขึ้นจากขั้นตอนของการปรับ หากการปรับความรู้ใหม่และความรู้เดิมเป็นไปอย่างกลมกลืนจะทำให้เกิดสภาพสมดุลทางปัญญา แต่หากยังไม่สามารถปรับความรู้ใหม่และความรู้เดิมให้เข้ากันได้จะก่อให้เกิดความไม่สมดุล และก่อให้เกิดความขัดแย้งทางปัญญา ซึ่งนักเรียนจำเป็นต้องทบทวนความรู้ใหม่และความรู้เดิมอีกครั้งโดยการย้อนกลับไปยังขั้นความรู้และประสบการณ์เดิม

ขั้นที่ 4 ขั้นความรู้ใหม่ ในขั้นนี้นักเรียนได้เขียนสรุปความรู้ใหม่ที่ได้จากการแก้ปัญหาในแต่ละสถานการณ์ปัญหาโดยไม่จำเป็นต้องเขียนสรุปเป็นสูตรที่เป็นทางการ แต่ให้เขียนตามวิธีคิดของตนเอง แม้ว่าช่วงแรกของการจัดการสอนนักเรียนไม่กล้าที่จะเขียนสรุปใด ๆ ลงไป และจากการสอบถามนักเรียนมีสาเหตุเนื่องจากมีความลังเล กลัวที่จะผิด ไม่รู้ว่าจะเขียนอะไรลงไป ทำให้ผู้วิจัยต้องช่วยชี้แนะให้นักเรียนเขียนตามที่ตนได้เรียนรู้จริง ๆ จากแต่ละสถานการณ์ปัญหาและไม่จำเป็นต้องเขียนเป็นสูตร ทำให้นักเรียนกล้าเขียนจากความคิดของตนเองลงในแบบฝึกหัดมากขึ้นโดยไม่กังวลว่าจะเขียนผิด ซึ่งสอดคล้องกับแลพเพน (Lappan, 1989) ที่กล่าวว่า การเขียนทำให้เกิดความชัดเจนในแนวคิดเกี่ยวกับเรื่องราวหรือปัญหา และช่วยในการพัฒนาการรับรู้คณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

ขั้นที่ 5 ขั้นประเมินผล ในขั้นนี้นักเรียนมีโอกาสนำเสนอวิธีคิดหน้าชั้นเรียน โดยมีเพื่อนร่วมชั้นและผู้วิจัยเป็นผู้ตรวจสอบความถูกต้อง ตัวแทนนักเรียนจากกลุ่มที่เลือกออกมานำเสนอครั้งละ 2 ถึง 3 คน โดยนักเรียนสาธิตวิธีการแก้ปัญหาของแต่ละกลุ่มด้วยการใช้สื่อประกอบ การเขียนบนกระดาน ซึ่งโดยภาพรวมแล้วเพื่อนร่วมชั้นให้ความสนใจกับการสาธิตการใช้สื่อการสอนมากกว่าการเขียนเพราะสามารถมีส่วนร่วมไปกับนักเรียนที่สาธิตได้มากกว่า หากการนำเสนอยังไม่ชัดเจนหรือมีข้อสงสัยเพื่อนร่วมชั้นสามารถซักถามได้ นอกจากนี้ในสถานการณ์ปัญหาเดียวกัน หากใครมีวิธีคิดที่ต่างจากเพื่อนที่นำเสนอ ครูเปิดโอกาสให้ออกมานำเสนอหน้าชั้นเรียนได้ ซึ่งทำให้นักเรียนได้เห็นแนวคิดที่หลากหลายในการแก้สถานการณ์ปัญหา

ซึ่งจากผลการวิจัยพบว่าสอดคล้องกับการวิจัยของสุนิสา ภามาศ และคณะ (สุนิสา ภามาศ, สมภาพ แซ่ลี, วรรณภร ศิริพละ, มณีนารถ แก้วเนียม, & พงศ์รัศมี เฟื่องฟู, 2018) ที่พบว่านักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนด้วยการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เลขยกกำลัง มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และสอดคล้องกับการวิจัยของเนืองนิตย์ ชาวนาฮี (2014) ที่พบว่า นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนตั้งแต่ร้อยละ 70 ขึ้นไป จำนวน 17 คนจากนักเรียนทั้งหมด 19 คน คิดเป็นร้อยละ 89.47 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ที่กำหนดไว้ ทำนองเดียวกันงานวิจัยของพาวเวลล์ และแคลินา (Powell & Kalina, 2009) ที่พบว่าการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงปัญญาของเพียเจต์นักเรียนได้รับความรู้จากการจัดระเบียบข้อมูลและประสบการณ์ใหม่ที่ได้ให้เข้ากับความรู้อะไรและประสบการณ์เดิม ปรับข้อมูลต่าง ๆ และสร้างเป็นความรู้ใหม่เป็นของตนเอง

1.2 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมบรรยากาศให้นักเรียนมีการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น เนื่องจากในชั้นเรียน นักเรียนมีอิสระในการคิด และหาคำตอบด้วยตนเอง โดยนักเรียนมีบทบาทหลักในการเรียนรู้ทำให้มีความรู้สึกที่นักเรียนเป็นผู้ควบคุมการเรียนรู้ด้วยตนเอง และสามารถมีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นได้ตลอดการจัดการเรียนรู้ เนื่องจากมีการเรียนเป็นกลุ่มด้วย และมีอุปกรณ์สื่อการเรียนรู้ช่วยในการคิดทำให้การเรียนไม่เครียดจนเกินไป ครูให้ความร่วมมือกับนักเรียน รับฟังทุกความคิดเห็นของนักเรียน คอยให้คำปรึกษา และแนะนำวิธีการคิดที่เป็นประโยชน์ต่อนักเรียนทุกคนด้วยความยุติธรรม เปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถามข้อสงสัยและตอบคำถามนักเรียนได้อย่างเหมาะสม อันส่งเสริมให้นักเรียนมีความสุขในการเรียนรู้และการคิด และสามารถสร้างความรู้ด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของพรีโดซ์ (Prideaux, 2007) ซึ่งใช้วิธีการสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์โดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเป็นผู้ลงมือปฏิบัติเป็นหลัก ทำ

ให้ครูและนักเรียนสร้างบรรยากาศการสอนที่นักเรียนได้สนุกไปกับการเรียนรู้ และไม่ได้เพียงนั่งจดตามที่ครูสอนเหมือนชั้นเรียนทั่วไป นักเรียนได้ทำงานเป็นกลุ่มกับเพื่อนร่วมชั้น แต่ละกิจกรรมนักเรียนจะเป็นผู้มีส่วนร่วมอย่างเต็มที่ ได้แสดงความคิดเห็นของตนเองอย่างเป็นอิสระ รวมถึงการตั้งคำถามกับเพื่อนร่วมชั้นเรียน

1.3 เนื้อหาที่ใช้การทดลอง คือ คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาย่อย ได้แก่ กฎเบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่ไม่ซ้ำกัน วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่ซ้ำกัน วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม และวิธีจัดหมู่ ซึ่งเป็นเนื้อหาในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 แล้วอาจจะมองว่าเป็นเนื้อหาที่ใหม่และยาก แต่การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ปรับระดับความยากง่ายของเนื้อหาให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 กล่าวคือ ผู้วิจัยให้นักเรียนได้เรียนรู้เนื้อหาเรื่องดังกล่าวผ่านสถานการณ์ปัญหาที่ไม่ซับซ้อน มีการสอดแทรก ด้วยรูปภาพ ตาราง และมีสื่อรูปธรรมที่ช่วยให้นักเรียนสามารถสร้างองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง การจัดการเรียนรู้ในครั้งนี้ไม่ได้เน้นให้นักเรียนนำสูตรมาใช้ในการแก้ปัญหา แต่เน้นให้นักเรียนใช้ความรู้เนื้อหาคณิตศาสตร์ไม่เกินระดับมัธยมศึกษาปีที่ 1 มาใช้ในการแก้ปัญหา นอกจากนี้โจทย์หรือสถานการณ์ปัญหาที่ผู้วิจัยนำมาใช้ในกิจกรรมจะเน้นให้เชื่อมโยงกับบริบทชีวิตจริงของนักเรียน ทำให้นักเรียนมีความคุ้นเคย และมีความรู้สึกลอยากแก้ปัญหา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของวิทวัสส์ ที่กล่าวถึง การพัฒนาความสามารถทางสมองระดับสูงต้องเน้นพัฒนาการที่เหนือกว่าความสามารถปัจจุบันของเด็กที่เรียกว่า เขตของการพัฒนาใกล้เคียง (Zone of proximal development) โดยใช้สถานการณ์ที่สูงกว่าความสามารถปัจจุบันของนักเรียนแต่อยู่ในขอบเขตของศักยภาพที่เด็กจะทำได้ด้วยการช่วยเหลือแนะนำของผู้สอนหรือการทำกิจกรรมร่วมกับเพื่อนซึ่งเป็นเครื่องมือในการพัฒนาความสามารถของนักเรียน

1.4 การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ในครั้งนี้ ผู้วิจัยใช้สื่อประกอบการสอนโดยปรับให้เหมาะสมและเข้ากับสถานการณ์ปัญหาในแต่ละปัญหา ช่วยดึงดูดความสนใจของนักเรียน ทำให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้น ไม่เบื่อหน่าย เนื่องจากสื่อการสอนเหมาะกับวัยของนักเรียน ช่วยส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดอย่างเป็นรูปธรรม ช่วยให้นักเรียนทำความเข้าใจสถานการณ์ปัญหาและแก้ไขปัญหได้ดีขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับทฤษฎีการเรียนรู้ของมาสโลว์ ที่กล่าวถึงความสำคัญของการจูงใจไว้ว่า ประการแรก การจูงใจเป็นวิธีการสำคัญที่ช่วยส่งเสริมให้

นักเรียนลงมือปฏิบัติ มีความกระตือรือร้น และอยากที่จะแก้ปัญหา และร่วมกิจกรรมต่าง ๆ โดยที่การเรียนรู้เป็นผลจากการตอบสนองต่อสิ่งเร้า สิ่งเร้าในกิจกรรมการเรียนรู้จึงต้องอาศัยการจูงใจ สามารถดึงดูดให้นักเรียนสนใจได้ตลอดคาบเรียน ประการที่สอง ความต้องการทางกาย อารมณ์ และสังคม เป็นแรงจูงใจที่สำคัญต่อกระบวนการเรียนรู้ ของนักเรียน ผู้สอนจึงควรหาทางเสริมแรง หรือกระตุ้นโดยปรับกิจกรรมการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับความต้องการเหล่านั้น และการใช้สื่อการสอนก็เป็นวิธีการหนึ่งที่สามารถตอบสนองต่อความต้องการของนักเรียนได้เป็นอย่างดี

2. จากผลการศึกษาความพึงพอใจของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด อยู่ในระดับดี ทั้งนี้อาจมีสาเหตุมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ส่งเสริมให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบด้วยตนเองจากความรู้เดิมที่มี และได้มีปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนร่วมชั้นและผู้สอน รวมถึงการใช้อุปกรณ์ และสื่อการสอนช่วยส่งเสริมการคิดของนักเรียนให้เป็นรูปธรรมมากขึ้น นักเรียนเป็นผู้มีบทบาทหลักในการเรียนทำให้บรรยากาศในการเรียนไม่ตึงเครียด นักเรียนมีอิสระในการคิดหาคำตอบและซักถามข้อสงสัยกับผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้น ซึ่งสอดคล้องกับการวิจัยของสุนิสา ภามาศ และคณะ (สุนิสา ภามาศ et al., 2018) ที่พบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 มีความพึงพอใจต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เลขยกกำลัง อยู่ในระดับมาก และสอดคล้องกับการวิจัยของเฮมฟิล (Hemphill, 2011) ที่พบว่าเมื่อนักเรียนได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เชิงสังคม นักเรียนจะมีความพึงพอใจต่อบทเรียนเพิ่มขึ้น และได้รับความเข้าใจจากผู้สอนซึ่งเห็นความสำคัญในความสำเร็จของนักเรียน

### ข้อสังเกตที่ได้จากการวิจัย

จากการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ผู้วิจัยได้ข้อสังเกตจากการทำการทดลอง ดังนี้

1. เมื่อนักเรียนมีข้อสงสัยจากการเรียน นักเรียนส่วนมากมีแนวโน้มที่จะถามข้อสงสัยจากผู้สอนก่อนที่จะพยายามทดลองหาคำตอบด้วยตนเองก่อนหรือสอบถามจากเพื่อน ซึ่งผู้สอนจำเป็นต้องโน้มน้าวให้นักเรียนพยายามใช้ความรู้ของนักเรียนและกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตและพิจารณาคำถามให้ถี่ถ้วนเสียก่อน รวมถึงให้นักเรียนใช้สื่อการสอนช่วยในการคิด

2. นักเรียนให้ความสนใจกับสื่อการสอนเป็นอย่างมาก และให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีเมื่อได้ลงมือแก้ปัญหาด้วยการใช้สื่อการสอนประกอบด้วย ซึ่งส่งผลให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจปัญหาได้ดีขึ้น และสามารถค้นพบวิธีการหาคำตอบด้วยตนเองได้เร็วขึ้น แต่ในบาง

กิจกรรมนักเรียนให้ความสนใจกับสื่อมากเกินไปจนไม่สนใจใบกิจกรรม ซึ่งทำให้ผู้สอนต้องปรับเปลี่ยนวิธีการนำเสนอสถานการณ์ปัญหาด้วยการใช้สื่อการสอนหลังเกริ่นนำสถานการณ์ปัญหาไปแล้ว และในระหว่างการทำกิจกรรมกลุ่มของนักเรียน ผู้สอนต้องคอยควบคุมให้นักเรียนทำใบกิจกรรมประกอบการใช้สื่อไปด้วย

3. นักเรียนที่สามารถแก้ปัญหาได้ก่อนยังขาดความมั่นใจในตนเองที่จะเป็นผู้สอนหรืออธิบายให้เพื่อนร่วมชั้นที่ยังแก้ปัญหาไม่ได้ เนื่องจากความลังเลในคำตอบและวิธีการแก้ปัญหาของตนเอง ผู้สอนจึงได้ส่งเสริมให้นักเรียนพยายามอธิบายคร่าว ๆ เพื่อให้นักเรียนที่ยังแก้ปัญหาไม่ได้เกิดแนวคิดแล้วนำไปแก้ปัญหานั้นต่อด้วยตนเอง แต่เมื่อถึงขั้นตอนการนำเสนอ นักเรียนเหล่านี้สามารถอธิบายให้เพื่อนเข้าใจได้ดีอาจเป็นเพราะเมื่อได้อธิบายซ้ำหลาย ๆ รอบทำให้นักเรียนเกิดความมั่นใจในวิธีการคิดของตนเอง และทำให้ผู้อธิบายนั้นเกิดความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นอีกด้วย

## ข้อเสนอแนะ

### 1. ข้อเสนอแนะสำหรับการเรียนการสอน

1.1 ผู้สอนจำเป็นต้องให้ความสนใจ และหมั่นสำรวจนักเรียนทุกคนอยู่เสมอ และต้องกระตุ้นนักเรียนอยู่ตลอดเวลาเพื่อให้นักเรียนเกิดความกระตือรือร้นในการแสดงวิธีทำ และการใช้สื่อการเรียนรู้อย่างประกอบ จะช่วยให้นักเรียนมีความสนใจกับเนื้อหาการสอนที่ผู้สอนเตรียมมามากขึ้น

1.2 ใบกิจกรรมไม่จำเป็นต้องมีพื้นที่ให้นักเรียนวาดรูปมากเกินไป เพราะจะทำให้ นักเรียนเสียเวลาไปกับการวาดรูปมาก และทำให้ไม่สามารถแสดงวิธีทำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ เพราะแม้ว่าจะพ่วงกับการวาดรูปให้สวยหรือเป็นระเบียบ การวาดรูปควรเป็นวิธีหนึ่งที่ช่วยในการคิดเท่านั้น ครูควรเสนอแนะให้นักเรียนใช้ตัวอักษรย่อ หรือใช้สัญลักษณ์แทนข้อมูลในสถานการณ์ปัญหาเพื่อแสดงวิธีทำแทนการวาดรูป

1.3 การจัดการเรียนสอนตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนสร้างความรู้ด้วยตนเอง ทำให้นักเรียนต้องใช้เวลาเพื่อคิด วิเคราะห์ และหาวิธีแก้ปัญหาด้วยตนเองเป็นหลัก ซึ่งทำให้ต้องใช้เวลาในแต่ละกิจกรรมการสอนมาก ดังนั้นผู้สอนจำเป็นต้องออกแบบกิจกรรมให้นักเรียนมีอิสระในการคิดและได้ใช้เวลาอย่างเต็มที่อย่างเกิดประโยชน์ และในแต่ละขั้นของการสอนหากนักเรียนพบข้อสงสัย ควรให้นักเรียนได้คิดทบทวนด้วย

ตนเองก่อน จนนักเรียนเกิดแนวคิดและเข้าใจสถานการณ์ปัญหาดีพอ ซึ่งจะไปสู่การแก้ไข ปัญหาได้ แต่หากทบทวนและใช้ความรู้เดิมแล้วยังไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ เพื่อนร่วมกลุ่มและ ผู้สอนจำเป็นต้องให้ความร่วมมือ แนะนำ และตอบข้อสงสัยของนักเรียนโดยเน้นการกระตุ้นให้ใช้ แนวคิดต่าง ๆ ที่นักเรียนเคยแก้ปัญหามาก่อน หรือความรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่มีลักษณะ คล้ายกัน

1.4 ผู้สอนจำเป็นต้องทบทวนเนื้อหาและความรู้เดิมให้ละเอียดเสียก่อนที่จะนำมา จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เนื่องจากการเรียนที่นักเรียนเป็นผู้สร้างความรู้ด้วย ตนเอง ดังนั้นการลำดับเนื้อหา และการทบทวนความรู้จากเรื่องง่ายไปเรื่องยาก จะช่วยให้นักเรียน สามารถทำความเข้าใจเนื้อหาที่ผู้สอนนำมาจัดการจัดการเรียนรู้ได้ดียิ่งขึ้น

## 2. ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยครั้งต่อไป

2.1 ควรมียานวิจัยที่จัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ในคณิตศาสตร์เรื่อง อื่น ๆ ที่นำไปจัดการเรียนรู้กับนักเรียนในระดับชั้นที่ต่ำกว่าระดับเนื้อหา นั้น เช่น นำเรื่อง ลำดับและอนุกรม ไปจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นต้น

2.2 ควรมีสื่อการสอนสำหรับทุกสถานการณ์ปัญหา เพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจได้ง่ายขึ้นและเห็นภาพชัดเจน

## บรรณานุกรม

- Alsup, J. K. (1996). The effect of mathematics instruction based on constructivism on prospective teachers' conceptual understanding, anxiety, and confidence.
- Alzahrani, I., & Woollard, J. (2013). The Role of the Constructivist Learning Theory and Collaborative Learning Environment on Wiki Classroom, and the Relationship between Them. *Online Submission*.
- Anku, S. E. (1994). *Using small group discussions to gather evidence of mathematical power*. University of British Columbia,
- Berndt, B. C. B., Richard A. (1980). Introductory Combinatorics. *The American Mathematical Monthly*, 87(6), 498.
- Bogart, K. P. (1990). *Introductory combinatorics* (2nd ed.. ed.): San Diego : Harcourt Brace Jovanovich.
- Brooks, J. G. (1999). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*: ASCD.
- Busadee, N., Panijpan, B., Laosinchai, P., & Ruenwongsa, P. (2010). Enhancing Highschool Students' Achievement in Permutation and Combination through Nontraditional Word Problems, Sport Problems and Probabilistic Games. *International Journal of Learning*, 17(7).
- Cakir, M. (2008). Constructivist Approaches to Learning in Science and Their Implications for Science Pedagogy: A Literature Review. *International Journal of Environmental and Science Education*, 3(4), 193-206.
- Çalik, M., Ayas, A., Coll, R., Ünal, S., & Coştu, B. (2007). Investigating the Effectiveness of a Constructivist-based Teaching Model on Student Understanding of the Dissolution of Gases in Liquids. *Journal of Science Education and Technology*, 16(3), 257-270. doi:10.1007/s10956-006-9040-4
- Campbell, P. F. (1997). Connecting Instructional Practice to Student Thinking. *Teaching children mathematics*, 4(2), 106-110.

- Carpenter, T. P., Fennema, E., Peterson, P. L., Chiang, C.-P., & Loef, M. (1989). Using knowledge of children's mathematics thinking in classroom teaching: An experimental study. *American educational research journal*, 26(4), 499-531.
- Cherry, K. (2010). Background and key concepts of Piaget's theory. *About. com Psychology*.
- Chong, C. C., & Khee-Meng, K. (1992). *Principles and techniques in combinatorics*: World Scientific.
- Clements, D. H. (1997). (Mis?) constructing constructivism. *Teaching children mathematics*, 4(4), 198.
- Clements, D. H., & Battista, M. T. (1990). Constructivist learning and teaching. *Arithmetic Teacher*, 38(1), 34-35.
- Cowell, D. W. (1980). The Marketing of Services. *Managerial Finance*, 5(3), 223-231.  
doi:10.1108/eb013449
- Desforges, C., & Bristow, S. (1995). Academic subjects and pupils' constructive learning processes in the primary school. *British Journal of Educational Psychology*, 65(4), 465-475.
- DeVries, R., & Kohlberg, L. (1987). *Constructivist early education: Overview and comparison with other programs* (Vol. 1987): Natl Assn for the Education.
- Dossey, J. A. (1991). Discrete mathematics: The math for our time. *Discrete Mathematics Across the Curriculum, K-12*. Reston, VA.: National Council of Teachers of Mathematics.
- Drever, J. (1974). *A dictionary of psychology* (Rev. ed., repr.. ed.): Middlesex : Penguin Books.
- Driscoll, M. P. (1994). *Psychology of learning for instruction*: Boston : Allyn and Bacon.
- Driver, R., & Bell, B. (1986). Students' thinking and the learning of science: A constructivist view. *School science review*, 67(240), 443-456.
- Dwinell, P. L., & Higbee, J. L. (1993). Students' Perceptions of the Value of Teaching Evaluations. *Perceptual and Motor Skills*, 76(3), 995-1000.  
doi:10.2466/pms.1993.76.3.995

- English, L. D. (1993). Children's strategies for solving two-and three-dimensional combinatorial problems. *Journal for research in Mathematics Education*, 255-273.
- Engström, A. (1997). Reflective thinking in mathematics. About students' constructions of fractions. *Studia Psychologica et Pedagogica*.
- Fosnot, C. T., & Perry, R. S. (1996). Constructivism: A psychological theory of learning. *Constructivism: Theory, perspectives, and practice*, 2, 8-33.
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1079-1099.
- Glaserfeld, E. (1989). Cognition, construction of knowledge, and teaching. *Synthese*, 80(1), 121-140. doi:10.1007/BF00869951
- Glaserfeld, E. (2006). *Radical constructivism in mathematics education* (Vol. 7): Springer Science & Business Media.
- Gredler, M. E. (1992). *Learning and instruction: Theory into practice*: Macmillan New York.
- Gredler, M. E. (1997). *Learning and instruction : theory into practice* (3rd ed.. ed.): Upper Saddle River, N.J. : Merrill.
- Hammond, L., Austin, K., Orcutt, S., & Rosso, J. (2001). How people learn: Introduction to learning theories. The Learning Classroom: Theory into practice, a telecourse for teacher education and professional development. *Episode# 1 Introduction Chapter*.
- Hand, B., Treagust, D. F., & Vance, K. (1997). Student perceptions of the social constructivist classroom. *Science education*, 81(5), 561-575.
- Hart, E. W. (1991). Discrete mathematics: An exciting and necessary addition to the secondary school curriculum. *Discrete mathematics across the curriculum, K-12*, 67-77.
- Hazewinkel, M. (1992). Encyclopedia of Mathematics. Volume 8.[An Updated and Annotated Translation of the Soviet 'Mathematical Encyclopedia']. In: Dordrecht/Boston/London: Kluwer Academic Publishers.

- Hemphill, S. S. (2011). *Social constructivist learning, sense of community, and learner satisfaction in asynchronous courses*: Capella University.
- Hergenhahn, B. R. (1997). *An introduction to theories of learning* (5th ed., international ed., ed.): Upper Saddle River, N. J. : Prentice-Hall.
- Hickey, D. T. (1997). Motivation and contemporary socio-constructivist instructional perspectives. *Educational Psychologist*, 32(3), 175-193.
- Hilgard, E. R., & Bower, G. H. (1966). *Theories of learning*, 3rd ed. East Norwalk, CT, US: Appleton-Century-Crofts.
- Johnsonbaugh, R. (1997). Discrete Mathematics (Fourth Edition), Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall. 257-280.
- Jonassen, D. H. (1991). Evaluating constructivistic learning. *Educational technology*, 31(9), 28-33.
- Kavousian, S. (2008). *Enquiries into undergraduate students' understanding of combinatorial structures*. Faculty of Education-Simon Fraser University,
- Kompe, M., Boak, T., Bond, R., & Dworet, D. (1996). *Changing research and practice: teachers' professionalism, identities, and knowledge*: Psychology Press.
- Lappan, G. (1989). Communication and reasoning: Critical dimensions of sense making in mathematics. 1989 yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics, 14-30.
- Lee, P. Y. (2006). *Teaching secondary school mathematics: A resource book*: McGraw-Hill.
- Marcus, D. A. (1998). *Combinatorics: A problem oriented approach* (Vol. 8): Cambridge University Press.
- Maslow, A. H. (1954). Motivation and personality. In: New York: Harper.
- Maslow, A. H., & Frager, R. (1987). *Motivation and personality*. New York: Harper and Row.
- Matthews, M. (2002). Constructivism and Science Education: A Further Appraisal. *Journal of Science Education and Technology*, 11(2), 121-134.
- doi:10.1023/A:1014661312550

- Merris, R. (2003). *Combinatorics* (2nd ed.. ed.): Hoboken, N.J. : Wiley-Interscience.
- Morse, N. C. (1953). Satisfaction in the white-collar job.
- Murphy, E. (1997). Constructivism: From Philosophy to Practice.
- Oskamp, S. (1984). *Applied social psychology*: Prentice Hall.
- Polya, G. (1963). On Learning, Teaching, and Learning Teaching. *The American Mathematical Monthly*, 70(6), 605-619. doi:10.1080/00029890.1963.11992076
- Powell, K. C., & Kalina, C. J. (2009). Cognitive and Social Constructivism: Developing Tools for an Effective Classroom. *Education*, 130(2), 241-250.
- Prawat, R. S., & Floden, R. E. (1994). Philosophical perspectives on constructivist views of learning. *Educational Psychologist*, 29(1), 37-48.
- Prideaux, J. B. (2007). The Constructivist Approach to Mathematics Teaching and the Active Learning Strategies used to Enhance Student Understanding.
- Roberts, F., & Tesman, B. (2009). *Applied combinatorics*: Chapman and Hall/CRC.
- Rowe, M. B. (1986). Wait time: slowing down may be a way of speeding up! *Journal of teacher education*, 37(1), 43-50.
- Schiellack, J. F. (1991). Primary experiences in learning what (as well as how) to count. *Discrete mathematics across the curriculum, K-12*, 44-50.
- Sjøberg, S. (2010). *Constructivism and learning*.
- Smith, C. E. (2007). *On students' conceptualizations of combinatorics: A multiple case study*: University of Minnesota.
- Sriraman, B., & English, L. D. (2004). Combinatorial Mathematics: Research into Practice. *Mathematics Teacher*, 98(3), 182.
- Sutherland, P. A. (1992). *Cognitive development today: Piaget and his critics*: SAGE.
- Tarlow, L. D. (1969). Tracing students' development of ideas in combinatorics and proof.
- Thomas, C. D. (1994). Constructivism and African-American Students' Confidence in Mathematics. *in Dissertation Abstracts International*, 54(7), 2499-2500-A.
- Tobin, K. (1986). Effects of teacher wait time on discourse characteristics in mathematics and language arts classes. *American educational research journal*, 23(2), 191-200.

- Troutman, A., & Lichtenberg, B. K. (1995). *Mathematics, a Good Beginning: Strategies for Teaching Children*: Brooks/Cole.
- Tucker, A. (1995). *Applied combinatorics* (3rd ed.. ed.): New York : John Wiley & Sons.
- Vroom, V. H. (1967). *Work and motivation*. New York; London; Sydney: John Wiley and Sons, Inc.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science education*, 75(1), 9-21.
- Wolman, B. B. (1989). *Dictionary of behavioral science*: Academic Press.
- Yackel, E., Cobb, P., Wood, T., & Merkel, G. (1990). Experience, problem solving and discourse as central aspects of constructivism. *Arithmetic Teacher*, 38(4), 34-35.
- Zhao, Y. (2003). The use of a constructivist teaching model in environmental science at Beijing Normal University. *The China Papers*, 2(78-84).
- กรมวิชาการ กระทรวงศึกษาธิการ. (2543). การสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเอง. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์การศาสนา.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2551). หลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551: กระทรวงศึกษาธิการ.
- กฤติกา ชิดชู. (2550). การพัฒนาหลักสูตรทฤษฎีจำนวนเบื้องต้นและคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์ระดับชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญา นิพนธ์ (กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2550.,
- กาญจนา คังคะประดิษฐ์. (2547). การสอนให้เกิดแนวคิด เรื่องฟังก์ชันเคมี ตามแนวคอนสตรัคติวิซึม สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. (ปรินญานิพนธ์ ศษ.ม. (ศึกษาศาสตร์-การสอน)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- กาญจนา ไชยพันธุ์. (2542 มีนาคม). การนำเอาทฤษฎีสร้างสรรค์ความรู้นิยมมาใช้ในการสอน (Constructivism and Application to Teaching). *วิชาการ*, 2(3), 32-35.
- จรรยา ภูอุดม. (2544). การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างความรู้. ปรินญานิพนธ์ (กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2544.,

- จรัสรัตน์ สุวรรณ. (2546). การพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้นสำหรับนักเรียนระดับมัธยมศึกษาตอนต้นที่มีความสามารถพิเศษทางคณิตศาสตร์. ปรินูญานิพนธ์ (กศ.ด. (คณิตศาสตร์ศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2546.,
- ชัชวาลย์ บัววิศา. (2558). การจัดการเรียนรู้ด้วยรูปแบบการสอนแบบซิปปา เรื่อง การเรียงสับเปลี่ยนสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปรินูญานิพนธ์ กศ.ม. (การศึกษาคณิตศาสตร์)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา, ชลบุรี.
- ณัฐพงศ์ กาญจนฉายา. (2546). ผลของแบบการเรียนรู้โดยใช้บทเรียนมัลติมีเดียตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. (ปรินูญานิพนธ์ ค.ม. (โสตทัศนศึกษา)), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ดำรง ทิพย์โยธา. (2554). โลกคอมพิวเตอร์ : คณิตศาสตร์ปรัญเล่มที่ 36 (พิมพ์ครั้งที่ 1 ed.). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ทัศนิตา คุณสนอง. (2553). การจัดการเรียนการสอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเครือข่ายสังคม เรื่องการเขียนโปรแกรมภาษาซีสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 โรงเรียนศรีธรรมราชศึกษา ภาควิชาเทคโนโลยีและสื่อสารการศึกษา. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- ทิตินา แหมมณี. (2557). ศาสตร์การสอน : องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ (พิมพ์ครั้งที่ 18, [ฉบับพิมพ์ซ้ำ]. ed.): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- นิรุญญา คงพิ้ว. (2557). การเปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ ระหว่างการสอนโดยใช้เทคนิค KWLH Plus และการสอนแบบปกติ เรื่องคอมพิวเตอร์เบื้องต้น สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 5. (ปรินูญานิพนธ์ วท.ม. (คณิตศาสตร์)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, กรุงเทพฯ.
- เนืองนิตย์ ชานาฮี. (2014). การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง เศษส่วน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 Developing Mathematics learning Activities Based on the Constructivist Theory Entitled “Fractions” for 6th Grade Education. *Rajabhat Maha Sarakham University Journal*.
- ปกเกศ ชนะโยธา. (2551). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ ทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์ และความพึงพอใจ ของนักเรียนช่วงชั้นที่ 2 โดยใช้บทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียบนเครือข่าย

- อินเทอร์เน็ต ที่สร้างขึ้นตามทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์. ปรินซ์นิพนธ์ (กศ.ม. (เทคโนโลยีการศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2551.,
- พัลลภ คงนุรัตน์. (2547). การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความพึงพอใจในวิชาคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการสอนโดยบทเรียนคอมพิวเตอร์มัลติมีเดียเรื่อง โจทย์ปัญหาบวก ลบ. ปรินซ์นิพนธ์ (กศ.ม. (การประถมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2547.,
- ไพศาล นาคมหาชาสินธุ์. (2553). คอมพิวเตอร์ (พิมพ์ครั้งที่ 3, [ฉบับพิมพ์ซ้ำ]. ed.): กรุงเทพฯ : มูลนิธิ สอวน.
- มาลีรัตน์ กระต่ายทอง. (2554). ผลของการใช้รูปแบบการสอนสี่ขั้นตอนตามแนวคอนสตรัคติวิสต์ ที่มี ต่อมนทัศน์เรื่อง กระบวนการเปลี่ยนแปลงของโลก และทักษะการจัดกระทำและสื่อ ความหมายข้อมูลของนักเรียนมัธยมศึกษาตอนต้น. (ปรินซ์นิพนธ์ ค.ม. (การศึกษา วิทยาศาสตร์)), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.
- ละมัย แก้วสุวรรณ. (2558). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ที่มีต่อ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคิดสร้างสรรค์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินซ์นิพนธ์ (กศ.ม. (การวิจัยและพัฒนาศักยภาพมนุษย์)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2558.,
- วนิดา นนทชา. (2553). ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริงชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (ปรินซ์นิพนธ์ กศ.ม. (หลักสูตรและการสอน)), บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยมหาสารคาม, มหาสารคาม.
- วิศิษฐ์ศรี ไตศุกุลวรรณ. (2556). การพัฒนาบทปฏิบัติการโดยใช้วิธีการจัดการเรียนรู้แบบสร้างความรู้ ด้วยตนเองเรื่องโครงสร้างและหน้าที่ของพืชดอก สำหรับผู้เรียนในระดับชั้นมัธยมศึกษาตอน ปลาย. ปรินซ์นิพนธ์ (กศ.ม. (ชีววิทยา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.,
- ศจี คำภู. (2545). การศึกษาผลการสอนเรื่องเศษส่วนที่เน้นผู้เรียนเป็นผู้สร้างองค์ความรู้ในชั้น ประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินซ์นิพนธ์ (กศ.ม. (คณิตศาสตร์)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2545.,
- สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2545). คู่มือการจัดการเรียนรู้กลุ่มสาระการ เรียนรู้วิทยาศาสตร์: กรุงเทพฯ : กรมวิชาการ : สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และ เทคโนโลยี.

- สมชาย ประสิทธิ์จุตระกูล. (2548). กิณฑคณิตศาสตร์ = *Discrete mathematics* (พิมพ์ครั้งที่ 3.. ed.): กรุงเทพฯ : ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ.
- สร้อยตระกูล อรรถมานะ. (2553). พฤติกรรมองค์การ : ทฤษฎีและการประยุกต์ (พิมพ์ครั้งที่ 4, แก้ไขเพิ่มเติม). ed.): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์.
- สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาแห่งชาติ. (2543). ปฏิรูปการเรียนรู้ผู้เรียนสำคัญที่สุด. กรุงเทพฯ: บริษัทพิมพ์ดี.
- สุธาร์ตน์ สมรรถการ. (2556). ผลการจัดการเรียนรู้แบบการสอนแนะให้รู้คิด (CGI) เรื่องวิธีเรียงสับเปลี่ยนและวิธีจัดหมู่ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ความสามารถในการแก้ปัญหาและความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6. ปรินญา นิพนธ์ (กศ.ม. (การมัธยมศึกษา)) -- มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, 2556.,
- สุนิสา ภามาศ, สมภพ แซ่ลี, วรณกร ศิริพละ, มณีนารถ แก้วเนียม, & พงศ์วิทย์ เฟื่องฟู. (2018). ผลการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์ทาง การเรียนวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง เลขยกกำลัง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.
- สุมาลี ชัยเจริญ. (2557). การออกแบบการสอน : หลักการ ทฤษฎีสู่การปฏิบัติ = *Instructional design : principles and theories to practices*: ขอนแก่น : สาขาเทคโนโลยีการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- สุรางค์ ไคว้ตระกูล. (2556). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 11.. ed.): กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- หทัยนันท์ ตาลเจริญ. (2550). ผลของการใช้เกมสถานการณ์จำลองตามแนวคอนสตรัคติวิสต์บนเว็บที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีรูปแบบการเรียนต่างกัน. In: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อมรินทร์ อัมพลพงษ์. (2555). การพัฒนาบทเรียนบนเครือข่ายอินเทอร์เน็ตตามแนวทฤษฎี คอนสตรัคติวิสต์ เพื่อส่งเสริมความสามารถในการออกแบบและเทคโนโลยี ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ฝ่ายมัธยม. (ปรินญานิพนธ์ ค.ม. (วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์)), บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.



ภาคผนวก



ภาคผนวก ก  
รายนามผู้เชี่ยวชาญ

## รายนามผู้เชี่ยวชาญ

รายนามผู้เชี่ยวชาญที่ให้ความอนุเคราะห์ตรวจสอบความถูกต้อง ความเหมาะสมของเนื้อหาในแผนการจัดการเรียนรู้และใบกิจกรรม ตรวจสอบความถูกต้องของแผนการจัดการเรียนรู้ ตรวจสอบความสอดคล้องของเนื้อหากับจุดประสงค์การเรียนรู้ของแบบทดสอบย่อยและแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด รวมทั้งความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหาและความเหมาะสมของภาษาที่ใช้ในแบบวัดความพึงพอใจของนักเรียนที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีดังนี้

### 1. อ.ไพศาล จรรยา

อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

### 2. อ.ธีรเชษฐ เรืองสุขอนันต์

อาจารย์กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒประสานมิตร (ฝ่ายมัธยม)

### 3. อ.ดร.วิศรุต โพธิ์อิน

อาจารย์ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ



ภาคผนวก ข

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

## การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้

การหาคุณภาพของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัยนี้ ประกอบด้วย แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่อง เรียงสับเปลี่ยน แบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 2 เรื่อง วิธีจัดหมู่ และ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยผู้วิจัยดำเนินการหาคุณภาพของ แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการวิจัย ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของ แบบทดสอบ ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบทดสอบที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญาโทและผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบทดสอบที่สร้างขึ้น สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด หรือไม่โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับข้อสอบที่สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การเรียนรู้ และวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนน 0 สำหรับข้อสอบที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์ การเรียนรู้ และวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คะแนน -1 สำหรับข้อสอบที่ไม่สอดคล้องกับเนื้อหา จุดประสงค์การ เรียนรู้ และวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

1.2 คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของข้อสอบแต่ละข้อสอบ แล้ว คัดเลือกข้อที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรคำนวณ คือ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

|       |       |     |                                             |
|-------|-------|-----|---------------------------------------------|
| เมื่อ | IOC   | แทน | ดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ |
|       | $R_i$ | แทน | คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่ i      |
|       | i     | แทน | จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง N                        |
|       | N     | แทน | จำนวนผู้เชี่ยวชาญ                           |

ทั้งนี้ผลการคำนวณค่า IOC ของแต่ละแบบทดสอบ เป็นดังที่แสดงในตาราง  
ดังต่อไปนี้

ตาราง 7 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน

| แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม | ค่า IOC | แปลผล     |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------|-----|---------|-----------|
|                    | คนที่ 1                     | คนที่ 2 | คนที่ 3 |     |         |           |
| 1                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 2                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 3                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 4                  | +1                          | 0       | 0       | 1   | 0.33    | ใช้ไม่ได้ |
| 5                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 6                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 7                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |
| 8                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้    |

คัดเลือกแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 เฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้อง  
ระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาจากข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่าทุกข้อ  
มีค่า IOC เป็น 1 ยกเว้นข้อที่ 4 จึงได้แบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 จำนวน 7 ข้อ

ตาราง 8 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่อง วิธีจัดหมู่

| แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม | ค่า IOC | แปลผล  |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------|-----|---------|--------|
|                    | คนที่ 1                     | คนที่ 2 | คนที่ 3 |     |         |        |
| 1                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 2                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 3                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 4                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 5                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 6                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |

คัดเลือกแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 2 เฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาจากข้อสอบที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่าทุกข้อมีค่า IOC เป็น 1 จึงได้แบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 2 วิธีจัดหมู่ จำนวน 6 ข้อ

ตาราง 9 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| แบบทดสอบ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม | ค่า IOC | แปลผล  |
|--------------------|-----------------------------|---------|---------|-----|---------|--------|
|                    | คนที่ 1                     | คนที่ 2 | คนที่ 3 |     |         |        |
| 1                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 2                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 3                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 4                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 5                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 6                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 7                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 8                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 9                  | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 10                 | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 11                 | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 12                 | +1                          | +1      | 0       | 2   | 0.67    | ใช้ได้ |
| 13                 | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 14                 | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 15                 | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 16.1               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 16.2               | +1                          | +1      | 0       | 2   | 0.67    | ใช้ได้ |
| 16.3               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 16.4               | +1                          | +1      | 0       | 2   | 0.67    | ใช้ได้ |
| 16.5               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |

คัดเลือกแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด เฉพาะข้อสอบที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาจากค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่าทุกข้อมีค่า IOC มากกว่าหรือเท่ากับ 0.67 จึงได้แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 16 ข้อ

2. หาค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.1 หาค่าความยากง่ายแต่ละข้อของแบบทดสอบ โดยใช้การวิเคราะห์ข้อสอบแบบอันดับของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

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

|       |            |     |                                          |
|-------|------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ | p          | แทน | ดัชนีความยากง่าย                         |
|       | $S_U$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
|       | $S_L$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
|       | N          | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
|       | $X_{\max}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
|       | $X_{\min}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำที่สุด           |

2.2 หาค่าอำนาจจำแนกแต่ละข้อ โดยใช้สูตรของวิทนีย์และซาเบอร์ส (Whitney and Sabers)

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

|       |            |     |                                          |
|-------|------------|-----|------------------------------------------|
| เมื่อ | r          | แทน | ค่าอำนาจจำแนก                            |
|       | $S_U$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มเก่ง                   |
|       | $S_L$      | แทน | ผลรวมของคะแนนกลุ่มอ่อน                   |
|       | N          | แทน | จำนวนผู้เข้าสอบของกลุ่มเก่งหรือกลุ่มอ่อน |
|       | $X_{\max}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้สูงสุด              |
|       | $X_{\min}$ | แทน | คะแนนที่นักเรียนทำได้ต่ำที่สุด           |

2.3 ค่าความเชื่อมั่นแบบทดสอบโดยการหาสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) โดยใช้สูตรของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย

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

|       |          |     |                                  |
|-------|----------|-----|----------------------------------|
| เมื่อ | $\alpha$ | แทน | ค่าความเชื่อมั่นของเครื่องมือวัด |
|       | n        | แทน | จำนวนข้อของเครื่องมือวัด         |
|       | $\sum$   | แทน | ผลรวม                            |
|       | $s_i^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนแต่ละข้อ      |
|       | $s_t^2$  | แทน | ความแปรปรวนของคะแนนรวมทั้งฉบับ   |

ตาราง 10 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 1

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ผลการพิจารณา |
|--------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1      | 0.73               | 0.48              | คัดเลือกไว้  |
| 2      | 0.45               | 0.19              | ตัดทิ้ง      |
| 3      | 0.27               | 0.56              | ตัดทิ้ง      |
| 4      | 0.60               | 0.50              | คัดเลือกไว้  |
| 5      | 0.64               | 0.44              | คัดเลือกไว้  |
| 6      | 0.32               | 0.36              | ตัดทิ้ง      |
| 7      | 0.68               | 0.80              | คัดเลือกไว้  |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย เท่ากับ 0.89

ตาราง 11 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบฉบับที่ 2

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ผลการพิจารณา |
|--------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1      | 0.66               | 0.46              | คัดเลือกไว้  |
| 2      | 0.27               | 0.68              | ตัดทิ้ง      |

ตาราง 11 (ต่อ)

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ผลการพิจารณา |
|--------|--------------------|-------------------|--------------|
| 3      | 0.58               | 0.56              | คัดเลือกไว้  |
| 4      | 0.71               | 0.45              | คัดเลือกไว้  |
| 5      | 0.44               | 0.21              | ตัดทิ้ง      |
| 6      | 0.19               | 0.84              | ตัดทิ้ง      |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตนัย เท่ากับ 0.86

ตาราง 12 ค่าความยากง่ายของและค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง  
คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ผลการพิจารณา |
|--------|--------------------|-------------------|--------------|
| 1      | 0.63               | 0.27              | คัดเลือกไว้  |
| 2      | 0.63               | 0.35              | คัดเลือกไว้  |
| 3      | 0.60               | 0.10              | ตัดทิ้ง      |
| 4      | 0.69               | 0.31              | คัดเลือกไว้  |
| 5      | 0.65               | 0.31              | คัดเลือกไว้  |
| 6      | 0.65               | 0.24              | ตัดทิ้ง      |
| 7      | 0.66               | 0.29              | คัดเลือกไว้  |
| 8      | 0.55               | 0.08              | ตัดทิ้ง      |
| 9      | 0.64               | 0.29              | คัดเลือกไว้  |
| 10     | 0.55               | 0.43              | คัดเลือกไว้  |
| 11     | 0.55               | 0.47              | คัดเลือกไว้  |
| 12     | 0.53               | 0.35              | คัดเลือกไว้  |
| 13     | 0.50               | 0.18              | ตัดทิ้ง      |
| 14     | 0.53               | 0.43              | คัดเลือกไว้  |
| 15     | 0.59               | 0.39              | คัดเลือกไว้  |

ตาราง 12 (ต่อ)

| ข้อที่ | ค่าความยากง่าย (p) | ค่าอำนาจจำแนก (r) | ผลการพิจารณา |
|--------|--------------------|-------------------|--------------|
| 16.1   | 0.47               | 0.67              | คัดเลือกไว้  |
| 16.2   | 0.56               | 0.67              | คัดเลือกไว้  |
| 16.3   | 0.47               | 0.72              | คัดเลือกไว้  |
| 16.4   | 0.43               | 0.81              | คัดเลือกไว้  |
| 16.5   | 0.35               | 0.69              | คัดเลือกไว้  |

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยวิธีหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา ( $\alpha$  - Coefficient) ของครอนบัค (Cronbach) สำหรับแบบทดสอบอัตร้อย เท่ากับ 0.84



ภาคผนวก ค

การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1

**การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1**

การหาคุณภาพของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการ ดังนี้

1. วิเคราะห์ความเที่ยงตรงเชิงเนื้อหา โดยใช้ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบวัด ซึ่งผู้วิจัยดำเนินการ ดังนี้

1.1 นำแบบวัดความพึงพอใจที่สร้างขึ้นเสนอต่อคณะกรรมการควบคุมปริญญา  
นิพนธ์และผู้เชี่ยวชาญ 3 คน เพื่อตรวจสอบความเที่ยงตรงของเนื้อหา โดยพิจารณาว่าแบบวัดที่  
สร้างขึ้นสอดคล้องกับจุดประสงค์หรือไม่ โดยใช้เกณฑ์พิจารณา ดังนี้

คะแนน +1 สำหรับรายการที่สอดคล้อง

คะแนน 0 สำหรับรายการที่ไม่แน่ใจว่าสอดคล้องหรือไม่

คะแนน -1 สำหรับรายการที่ไม่สอดคล้อง

1.2 คำนวณหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแต่ละรายการ แล้วคัดเลือก  
รายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป โดยใช้สูตรคำนวณ คือ

$$IOC = \frac{\sum_{i=1}^N R_i}{N}$$

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการกับจุดประสงค์

$R_i$  แทน คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญคนที่  $i$

$i$  แทน จำนวนตั้งแต่ 1 ถึง  $N$

$N$  แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

ทั้งนี้ผลการคำนวณค่า IOC ของแต่ละรายการ เป็นดังที่แสดงในตาราง  
ดังต่อไปนี้

ตาราง 13 ค่าดัชนีความสอดคล้องของแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิด  
คอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| รายการ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม | ค่า IOC | แปลผล  |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|-----|---------|--------|
|                  | คนที่ 1                     | คนที่ 2 | คนที่ 3 |     |         |        |
| 1                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 2                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 3                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 4                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 5                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 6                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 7                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 8                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 9                | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 10               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 11               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 12               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 13               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 14               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 15               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 16               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 17               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 18               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 19               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 20               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 21               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 22               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 23               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 24               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |

ตาราง 13 (ต่อ)

| รายการ<br>ข้อที่ | ผลการพิจารณาของผู้เชี่ยวชาญ |         |         | รวม | ค่า IOC | แปลผล  |
|------------------|-----------------------------|---------|---------|-----|---------|--------|
|                  | คนที่ 1                     | คนที่ 2 | คนที่ 3 |     |         |        |
| 25               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |
| 26               | +1                          | +1      | +1      | 3   | 1       | ใช้ได้ |

คัดเลือกแบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด เฉพาะรายการที่มีค่าดัชนีความสอดคล้องระหว่างรายการกับจุดประสงค์ โดยพิจารณาจากรายการที่มีค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป พบว่าทุกข้อมีค่า IOC เป็น 1 จึงได้แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด จำนวน 26 ข้อ



ภาคผนวก ง  
การทดสอบสมมติฐานของการวิจัย

ตาราง 14 ผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ซึ่งพิจารณาจากคะแนนจากการทำแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| คนที่ | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบย่อย<br>ฉบับที่ 1<br>คิดเป็นร้อยละ<br>20 | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบย่อย<br>ฉบับที่ 2<br>คิดเป็นร้อยละ<br>15 | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบ<br>ฉบับที่ 3<br>คิดเป็นร้อยละ<br>65 | คะแนนผลการเรียนรู้<br>เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด<br>คิดเป็นร้อยละ 100 คะแนน |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | 13.33                                                             | 6.67                                                              | 45.33                                                         | 65.33                                                                        |
| 2     | 6.67                                                              | 6.67                                                              | 28.22                                                         | 41.56                                                                        |
| 3     | 13.33                                                             | 8.33                                                              | 29.08                                                         | 50.75                                                                        |
| 4     | 20.00                                                             | 11.67                                                             | 58.16                                                         | 89.82                                                                        |
| 5     | 13.33                                                             | 10.00                                                             | 44.47                                                         | 67.81                                                                        |
| 6     | 15.00                                                             | 8.33                                                              | 43.62                                                         | 66.95                                                                        |
| 7     | 11.67                                                             | 5.83                                                              | 27.37                                                         | 44.87                                                                        |
| 8     | 13.33                                                             | 15.00                                                             | 34.21                                                         | 62.54                                                                        |
| 9     | 16.67                                                             | 13.33                                                             | 33.36                                                         | 63.36                                                                        |
| 10    | 11.67                                                             | 4.17                                                              | 33.36                                                         | 49.19                                                                        |
| 11    | 3.33                                                              | 8.33                                                              | 34.21                                                         | 45.88                                                                        |
| 12    | 11.67                                                             | 1.67                                                              | 25.66                                                         | 38.99                                                                        |
| 13    | 11.67                                                             | 6.67                                                              | 44.47                                                         | 62.81                                                                        |
| 14    | 13.33                                                             | 11.67                                                             | 44.47                                                         | 69.47                                                                        |
| 15    | 11.67                                                             | 11.67                                                             | 46.18                                                         | 69.52                                                                        |
| 16    | 10.00                                                             | 11.67                                                             | 54.74                                                         | 76.40                                                                        |
| 17    | 15.00                                                             | 10.00                                                             | 54.74                                                         | 79.74                                                                        |
| 18    | 11.67                                                             | 8.33                                                              | 47.04                                                         | 67.04                                                                        |
| 19    | 20.00                                                             | 11.67                                                             | 54.74                                                         | 86.40                                                                        |
| 20    | 20.00                                                             | 10.00                                                             | 55.59                                                         | 85.59                                                                        |

ตาราง 14 (ต่อ)

| คนที่ | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบย่อย<br>ฉบับที่ 1<br>คิดเป็นร้อยละ 20 | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบย่อย<br>ฉบับที่ 2<br>คิดเป็นร้อยละ 15 | คะแนนจากการทำ<br>แบบทดสอบ<br>ฉบับที่ 3<br>คิดเป็นร้อยละ 65 | คะแนนผลการเรียนรู้<br>เรื่อง คณิตศาสตร์<br>เชิงการจัด<br>คิดเป็นร้อยละ 100 คะแนน |
|-------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 21    | 15.00                                                          | 10.00                                                          | 57.30                                                      | 82.30                                                                            |
| 22    | 15.00                                                          | 14.17                                                          | 45.33                                                      | 74.50                                                                            |
| 23    | 11.67                                                          | 6.67                                                           | 29.93                                                      | 48.27                                                                            |
| 24    | 13.33                                                          | 8.33                                                           | 39.34                                                      | 61.01                                                                            |
| 25    | 8.33                                                           | 3.33                                                           | 35.92                                                      | 47.59                                                                            |
| 26    | 10.00                                                          | 11.67                                                          | 42.76                                                      | 64.43                                                                            |
| 27    | 15.00                                                          | 6.67                                                           | 41.91                                                      | 63.57                                                                            |
| 28    | 10.00                                                          | 10.00                                                          | 27.37                                                      | 47.37                                                                            |
| 29    | 11.67                                                          | 6.67                                                           | 43.62                                                      | 61.95                                                                            |
| 30    | 16.67                                                          | 10.00                                                          | 52.17                                                      | 78.84                                                                            |
| 31    | 11.67                                                          | 10.83                                                          | 39.34                                                      | 61.84                                                                            |
| 32    | 5.00                                                           | 1.67                                                           | 40.20                                                      | 46.86                                                                            |
| 33    | 13.33                                                          | 10.00                                                          | 50.46                                                      | 73.79                                                                            |
| 34    | 15.00                                                          | 11.67                                                          | 44.47                                                      | 71.14                                                                            |
| 35    | 13.33                                                          | 8.33                                                           | 44.47                                                      | 66.14                                                                            |
| 36    | 11.67                                                          | 11.67                                                          | 40.20                                                      | 63.53                                                                            |
| 37    | 11.67                                                          | 11.67                                                          | 43.62                                                      | 66.95                                                                            |
| 38    | 18.33                                                          | 15.00                                                          | 42.76                                                      | 76.10                                                                            |
| 39    | 13.33                                                          | 10.83                                                          | 38.49                                                      | 62.65                                                                            |
| 40    | 10.00                                                          | 10.00                                                          | 46.18                                                      | 66.18                                                                            |

การทดสอบสมมติฐานที่ว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่เรียนโดยใช้การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีผลการเรียนรู้เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมด ซึ่งใช้สถิติการทดสอบสมมติฐานเกี่ยวกับสัดส่วนประชากร

สมมติฐาน คือ  $H_0 : p \leq 0.60$

$H_1 : p > 0.60$

สถิติทดสอบ  $Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}}$  เมื่อ  $\hat{p} = \frac{X}{n}$

เมื่อ  $Z$  แทน ค่าสถิติที่ใช้พิจารณาในการทดสอบ  $Z$   
 $\hat{p}$  แทน สัดส่วนของจำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่างที่ได้คะแนนผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด ตั้งแต่ร้อยละ 60 ขึ้นไปของคะแนนรวม  
 $p_0$  แทน จำนวนนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ต้องการทดสอบ  
 $X$  แทน จำนวนนักเรียนกลุ่มตัวอย่างที่ผ่านเกณฑ์  
 $n$  แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

เนื่องจาก  $\hat{p} = \frac{30}{40}$  เพราะฉะนั้น  $\hat{p} = 0.75$  และ  $n = 40$

ดังนั้น  $Z = \frac{\hat{p} - p_0}{\sqrt{\frac{p_0(1 - p_0)}{n}}} = \frac{0.75 - 0.60}{\sqrt{\frac{0.60(1 - 0.60)}{40}}}$

$$Z = 1.936$$

เพราะว่า  $Z_{.05} = 1.645$  และ  $1.936 > 1.645$

เพราะฉะนั้นจึงปฏิเสธ  $H_0$  นั่นคือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด มีผลการเรียนรู้ผ่านเกณฑ์มากกว่าร้อยละ 60 ของจำนวนนักเรียนทั้งหมดที่ระดับนัยสำคัญ .05



ภาคผนวก จ  
ตัวอย่างแผนการจัดการเรียนรู้

### แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1

|                  |                                 |                       |
|------------------|---------------------------------|-----------------------|
| รายวิชา          | คณิตศาสตร์                      | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| หน่วยการเรียนรู้ | ความน่าจะเป็น                   |                       |
| เรื่อง           | กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ |                       |
| หัวข้อ           | กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ |                       |
| ปีการศึกษา 2561  | ภาคเรียนที่ 2                   | เวลา 100 นาที         |

### 1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1.1 **หลักการบวก** ถ้าการทำงานหนึ่งต้องมีการทำงานทั้งสิ้น  $k$  ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนเลือกทำพร้อมกันไม่ได้ คือ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่  $k$  จำนวนวิธีการทำงานทั้ง  $k$  ขั้นตอน เท่ากับ  $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$  วิธี

1.2 **หลักการคูณ** ถ้าการทำงานอย่างหนึ่งประกอบด้วยการทำงาน  $k$  ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่  $k$  ตามลำดับ และวิธีการทำงานแต่ละวิธีแตกต่างกันแล้วจำนวนวิธีในการทำงานนี้ เท่ากับ  $n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot \dots \cdot n_k$  วิธี

### 2. จุดประสงค์

- 2.1 เพื่อให้นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีจากสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการบวก
- 2.2 เพื่อให้นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีจากสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับหลักการคูณ

### 3. สาระการเรียนรู้

3.1 **หลักการบวก** ถ้าการทำงานอย่างหนึ่งต้องมีการทำงานทั้งสิ้น  $k$  ขั้นตอน แต่ละขั้นตอนเลือกทำพร้อมกันไม่ได้ คือ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่  $k$  ตามลำดับโดยที่

การทำงานขั้นตอนที่ 1 มีวิธีทำ  $n_1$  วิธี

การทำงานขั้นตอนที่ 2 มีวิธีทำ  $n_2$  วิธี

⋮

การทำงานขั้นตอนที่  $k$  มีวิธีทำ  $n_k$  วิธี

จำนวนวิธีทำงานนี้เท่ากับ  $n_1 + n_2 + n_3 + \dots + n_k$  วิธี

**3.2 หลักการคูณ** ถ้าการทำงานอย่างหนึ่งประกอบด้วยการทำงาน  $k$  ขั้นตอน คือ ขั้นตอนที่ 1 ถึงขั้นตอนที่  $k$  ตามลำดับ โดยที่การทำงาน

ขั้นตอนที่ 1 มีวิธีทำ  $n_1$  วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 1 นั้น เลือกทำงานขั้นตอนที่ 2 ได้  $n_2$  วิธี

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่ 2 นั้น เลือกทำงานขั้นตอนที่ 3 ได้  $n_3$  วิธี

$\vdots$

ในแต่ละวิธีของขั้นตอนที่  $k-1$  นั้น เลือกทำงานขั้นตอนที่  $k$  ได้  $n_k$  วิธี

แล้วจำนวนวิธีการทำงานนี้เท่ากับ  $n_1 \cdot n_2 \cdot n_3 \cdot \dots \cdot n_k$  วิธี

### 3.3 แฟกทอเรียล (Factorial)

ถ้า  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว ผลคูณของจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  หรือ

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$$

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $n!$  อ่านว่า **แฟกทอเรียลเอ็น** หรือ **เอ็นแฟกทอเรียล**

นั่นคือ  $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$

หรือ  $n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$

เมื่อ  $n = 0$  นิยามแฟกทอเรียล 0 มีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ  $0! = 1$

## 4. สื่อการเรียนรู้

4.1 ใบกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ

4.2 เครื่องแต่งกายสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่ 2

4.3 อาหารจำลองสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่ 3

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

| ขั้น                            | สถานการณ์ปัญหาที่ 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | สถานการณ์ปัญหาที่ 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | สถานการณ์ปัญหาที่ 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ขั้นที่ 1<br>สถานการณ์<br>ปัญหา | <p>1. ครูทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนในเรื่อง การบวก โดยใช้การถาม-ตอบด้วยคำถามต่อไปนี้</p> <p>1.1 ถ้านักเรียนมีปากกา 4 สี แล้วพอให้ปากกาเพิ่มอีก 2 สี นักเรียนจะมีปากกาทั้งหมดกี่สี</p> <p>[นักเรียนควรตอบว่า 6 สี]</p> <p>1.2 ถ้านักเรียนต้องการรับประทานอาหารว่าง 1 อย่าง โดยมีเมนูให้เลือกคือขนม 5 ประเภท และผลไม้ 4 ชนิด นักเรียนจะเลือกรับประทานอาหารว่างได้กี่วิธี</p> <p>[นักเรียนควรตอบว่า 9 วิธี คือ เลือกจากขนม 5 ประเภท และผลไม้ 4 ชนิด]</p> <p>2. ครูนำเสนอหัวข้อใหม่ คือ เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ</p> <p>3. ครูแจกใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ นำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 จากใบกิจกรรม แล้วให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อที่ 1.1 ด้วยตนเองก่อน</p> | <p>1. เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 สำเร็จ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 โดยครูทบทวนความรู้พื้นฐานของนักเรียนเรื่อง การคูณ โดยให้นักเรียนต้องสุตรคูณ แล้วทำการถามตอบด้วยคำถามที่เกี่ยวข้องกับการคูณกับนักเรียนด้วยคำถามต่อไปนี้</p> <p>1) ถ้านักเรียนมีดินสอสี 5 สี แต่ละสีมี 4 แท่ง นักเรียนจะมีดินสอสีทั้งหมดกี่แท่ง</p> <p>[นักเรียนควรตอบว่า 20 แท่ง]</p> <p>2) เปรียบเทียบการซื้อถักรวมใหม่ 3 รุ่น รุ่นละ 7 คัน เปรียบเทียบถักรวมใหม่ทั้งหมดกี่คัน</p> <p>[นักเรียนควรตอบว่า 21 คัน]</p> <p>2. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อที่ 2.1 ด้วยตนเอง</p> | <p>1. เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 สำเร็จ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3 โดยแนะนำให้นักเรียนใช้แนวคิดจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 และสถานการณ์ปัญหาที่ 2</p> <p>2. ครูแนะนำให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างระหว่างสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 และ 2 กับสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3</p> <p>[นักเรียนควรพบว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 ใช้หลักการบวกในการหาคำตอบ และสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 และ 3 ใช้หลักการคูณในการหาคำตอบ]</p> <p>3. ครูให้นักเรียนทดลองหาคำตอบโดยใช้ความรู้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 และสถานการณ์ปัญหาที่ 2 และทดลองใช้อาหารจำลองในการเลือกอาหารแบบต่าง ๆ ตามสถานการณ์ปัญหาที่ 3</p> |

|                                                            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                                                                                     |
|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>ขั้นที่ 2</b></p> <p><b>ความรู้และประสบการณ์</b></p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 (ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1) ข้อที่ 1.1 ควรใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่มีช่วยในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา (ลดความขัดแย้งทางปัญญา)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทดลองวาดรูป แล้วสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากกราฟ แล้วจึงเดิมจำนวนที่ลดลงในตารางท้ายสถานการณ์ปัญหาที่ 1</p> <p>3. หากนักเรียนแก้ปัญหาข้อ 1.1 ได้ ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อ 1.2 และข้อถัดไป โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 1.1</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 (ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1) ข้อที่ 2.1 ควรใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาคำตอบของสถานการณ์ปัญหา โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่มีช่วยในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา (ลดความขัดแย้งทางปัญญา)</p> <p>2. ครูให้นักเรียนทดลองแต่งตัวด้วยเสื้อผ้าที่เตรียมมา และให้เพื่อนร่วมชั้นสังเกตว่าเพื่อนแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่แบบจากเสื้อผ้าทั้งหมดที่มี และให้นักเรียนวาดแผนภาพต้นไม้แล้วสังเกตแบบที่ได้จากการวาด แล้วจึงเดิมจำนวนที่ได้ลงในตารางท้ายสถานการณ์ปัญหาที่ 2</p> <p>3. หากนักเรียนแก้ปัญหาข้อ 2.1 ได้ ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อ 2.2 และข้อถัดไป โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตความแตกต่างของผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 2.1</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนลงมือหาคำตอบข้อ 3.1 โดยแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้ความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 และ 2 เพื่อเป็นแนวทาง และกระตุ้นให้นักเรียนวาดรูปและลงมือคิดด้วยความรู้ของตนเองที่มี</p> <p>2. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อที่เหลือในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 โดยกระตุ้นให้นักเรียนลงมือทำด้วยตนเองให้มากที่สุด และหากแก้ปัญหาไม่ได้ให้ย้อนกลับไปสังเกตวิธีการคิดและแก้ปัญหาจากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 และ 2</p> <p>3. นักเรียนเติมคำตอบของตนเองลงในตารางท้ายสถานการณ์ปัญหาที่ 3 เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับและตั้งคำถามกับเพื่อนร่วมชั้นในขั้นตอนถัดไป</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็น</p>  |
| <p><b>ขั้นที่ 3</b></p> <p><b>ปฏิสัมพันธ์ทางสังคม</b></p>  | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็น</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็น</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็น</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็น</p> |



|                                      | วิธีการหาผลสัมฤทธิ์ของสถานการณัปัญหาข้อที่ 1<br>ลงในใบกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | วิธีการหาผลสัมฤทธิ์ของสถานการณัปัญหาข้อที่ 2<br>ลงในใบกิจกรรม | วิธีการหาผลสัมฤทธิ์ของสถานการณัปัญหาข้อที่ 3<br>ลงในใบกิจกรรม |
|--------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
| <b>ขั้นที่ 5</b><br><b>ประเมินผล</b> | 1. ครูสุ่มเลือกนักเรียน (ไม่ซ้ำคน) ออกมานำเสนอวิธีการหาคำตอบของสถานการณัปัญหาแต่ละข้อหน้าชั้นเรียน โดยขณะนี้นักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการหาผลสัมฤทธิ์นั้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในห้องได้มีการอภิปราย ชักถาม ได้แย้ง และเปรียบเทียบคำตอบกับเพื่อนร่วมชั้น<br>2. ครูประเมินผลการหาคำตอบของสถานการณัปัญหาของนักเรียนแต่ละคนที่น่าสนใจ และหากพบข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียนครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนและนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง<br>3. ครูให้นักเรียนหาคำตอบในคำถามทบทวนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 1 เพื่อเป็นการสรุปความรู้ที่ได้ และทบทวนเนื้อหาใหม่ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 1 และเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำกิจกรรมในคาบต่อไป |                                                               |                                                               |

## 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ที่<br>ต้องการวัดผลและ<br>ประเมินผล                        | การวัดผล                                                                                                                                                                                                                                                          | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. นักเรียนสามารถหาจำนวน<br>วิธีจากสถานการณ์ปัญหาที่<br>เกี่ยวข้องกับหลักการบวก | <p><b>วิธีวัดผล</b><br/>พิจารณาจากความถูกต้องใน<br/>การแสดงวิธีทำและหาคำตอบ<br/>ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้หลักการทาง<br/>คณิตศาสตร์ และความรู้เดิม<br/>ของตนเองที่มีอยู่</p> <p><b>เครื่องมือวัดผล</b><br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 1 และ<br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 3</p> | <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน :</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง และแสดงวิธีทำ<br/>ถูกต้องและครบถ้วนตาม<br/>หลักการทางคณิตศาสตร์<br/><b>จะได้ 2 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง<br/>แต่ไม่ครบ ถ้วนตามหลักการ<br/>ทางคณิตศาสตร์<br/><b>จะได้ 1 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามและ<br/>แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง<br/><b>จะได้ 0 คะแนน</b></p> <p><b>เกณฑ์การประเมินผล :</b><br/>ถ้า นักเรียนได้คะแนน ตั้งแต่<br/>ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ<br/>คะแนนรวม ถือว่าผ่าน</p> |
| 2. นักเรียนสามารถหาจำนวน<br>วิธีจากสถานการณ์ปัญหาที่<br>เกี่ยวข้องกับหลักการคูณ | <p><b>วิธีวัดผล</b><br/>พิจารณาจากความถูกต้องใน<br/>การแสดงวิธีทำและหาคำตอบ<br/>ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้หลักการทาง</p>                                                                                                                                       | <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน :</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง และแสดงวิธีทำ<br/>ถูกต้องและครบถ้วนตาม<br/>หลักการทางคณิตศาสตร์</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |

|  |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>คณิตศาสตร์ และความรู้เดิม<br/>ของตนเองที่มีอยู่</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u><br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 2 และ<br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 3</p> | <p><b>จะได้ 2 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง<br/>แต่ไม่ครบ ถ้วนตามหลักการ<br/>ทางคณิตศาสตร์</p> <p><b>จะได้ 1 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามและ<br/>แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง</p> <p><b>จะได้ 0 คะแนน</b></p> <p><u>เกณฑ์การประเมินผล :</u><br/>ถ้า นักเรียนได้คะแนน ตั้งแต่<br/>ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ<br/>คะแนนรวม ถือว่าผ่าน</p> |
|--|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ใบกิจกรรมที่ 1 กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับการนับ

### สถานการณ์ปัญหาที่ 1

เจนเป็นนักเรียนของโรงเรียนเสนางคนิคม และเนื่องจากอีก 1 เดือน เจนจะต้องสอบปลายภาคเรียน ทำให้เธอต้องแบ่งเวลาเพื่ออ่านหนังสือ เจนจะสามารถอ่านหนังสือได้กี่วิธี ถ้าเจนมีหนังสือดังต่อไปนี้



#### คำถาม

1.1 ถ้าในวันจันทร์ เจนต้องเลือกอ่าน 1 เล่ม จากหนังสือคณิตศาสตร์ 2 เล่ม หนังสือวิทยาศาสตร์ 3 เล่ม และหนังสือภาษาอังกฤษ 4 เล่ม เจนจะสามารถเลือกอ่านหนังสือได้กี่แบบ ให้นักเรียนวาดรูปประกอบ

#### วาดรูป

#### วิธีคิด

.....

.....

.....

#### คำตอบ

.....

1.2 ถ้าในวันอังคาร เจนต้องเลือกอ่าน 1 เล่ม จากหนังสือสังคมศึกษา 5 เล่ม หนังสือภาษาไทย 4 เล่ม หนังสือศาสนา 3 เล่ม และหนังสือศิลปะ 6 เล่ม เจนจะสามารถเลือกอ่านหนังสือได้กี่แบบ

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ.....

1.3 จากข้อ 1.2 ถ้าเพื่อนของเจนยืมหนังสือภาษาไทยไป 2 เล่ม และหนังสือศิลปะ 1 เล่ม ถ้าเจนต้องเลือกอ่าน 1 เล่มจากหนังสือภาษาไทยและหนังสือศิลปะ เจนจะสามารถเลือกอ่านหนังสือได้กี่แบบ

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ.....

สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ปัญหาที่ 2

จอนมีอาชีพเป็นนักออกแบบเครื่องแต่งกาย วันหนึ่งเขาได้รับจดหมายเชิญชวนไปร่วมงานเลี้ยงที่โรงเรียนเก่า ให้นักเรียนช่วยหาจำนวนวิธีในการแต่งตัวไปงานเลี้ยงของจอน โดยตอบคำถามต่อไปนี้

### คำถาม

2.1 จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ ถ้าจอนมีเสื้อสีเขียว เสื้อสีม่วง เสื้อสีส้ม และกางเกงสีขาว กางเกงสีดำ และกางเกงสีน้ำตาล ให้นักเรียนวาดรูปประกอบ

### วาดรูป

วิธีคิด.....  
.....  
.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

2.2 ถ้าจอนมีเสื้อ 5 ตัวและกางเกง 5 ตัว จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ ให้นักเรียนวาดรูปประกอบ

วิธีคิด.....  
.....  
.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

2.3 ถ้าจอห์นมีเสื้อ 20 ตัวและกางเกง 20 ตัว จอห์นจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ ให้  
นักเรียนวาดรูปประกอบ

วิธีคิด.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

2.4 ถ้าจอห์นมีเสื้อ 2 ตัวและกางเกง 3 ตัว จอห์นจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ

วิธีคิด.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

2.5 ถ้าจอห์นมีเสื้อ 7 ตัวและกางเกง 10 ตัว จอห์นจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ

วิธีคิด.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

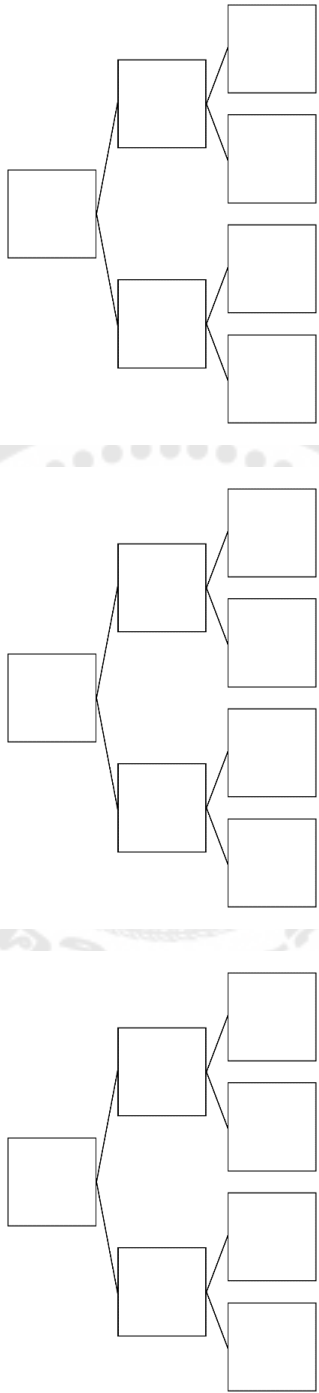
2.6 ถ้าจอห์นมีเสื้อ 9 ตัวและกางเกง 5 ตัว จอห์นจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ

วิธีคิด.....  
.....  
.....

คำตอบ.....

2.7 ถ้าจอไม่มีเส้น 3 ตัว ทางแกง 2 ตัว และหมวก 2 ใบ จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากกว่าที่ชุดกี่แบบ ให้นักเรียนวาดรูปประกอบ

วาดรูปประกอบวิธีคิด



คำตอบ.....

2.8 ถ้าจอมีเส้น 4 ตัว ทางแกง 5 ตัว และหมวก 6 ใบ จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกันได้มากกว่าที่ชุดกี่แบบ  
วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....

2.9 ถ้าจอนมีเสื้อ 1 ตัว กางเกง 2 ตัว หมวก 3 ใบ และรองเท้า 4 คู่ จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกัน  
ได้มากที่สุดกี่แบบ

วาดแผนภาพต้นไม้



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ .....

2.10 ถ้าจอนมีเสื้อ 3 ตัว กางเกง 5 ตัว หมวก 4 ใบ และรองเท้า 2 คู่ จอนจะแต่งตัวให้แตกต่างกัน  
ได้มากที่สุดกี่แบบ

วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ .....



### สถานการณ์ปัญหาที่ 3

จูนกำลังจะเดินทางไปพบครอบครัว ญาติและเพื่อน ๆ ของเธอในช่วงวันหยุดสุดสัปดาห์ จูนจึงต้องการซื้ออาหารไปฝาก โดยจูนเดินทางไปยังห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งเพื่อเลือกซื้ออาหารตามที่ต้องการ ให้นักเรียนช่วยหาจำนวนวิธีในการเลือกซื้ออาหารของจูน โดยตอบคำถามต่อไปนี้



#### คำถาม

3.1 ห้างสรรพสินค้ากำลังจัดโปรโมชั่นซื้อผลไม้ 1 ชนิด และเครื่องดื่มอีก 1 ชนิด ในราคาพิเศษ โดยมีผลไม้ให้เลือกดังต่อไปนี้ กัลยง ลัม มะม่วง แตงโม องุ่น และเงาะ และมีเครื่องดื่มให้เลือกดังต่อไปนี้ น้ำเปล่า ชา กาแฟ โซดา น้ำอัดลม และนม ถ้าจูนต้องการใช้โปรโมชั่นนี้ จูนจะสามารถเลือกซื้อได้ทั้งหมดกี่วิธี

**วิธีคิด** .....

.....

.....

.....

**คำตอบ** .....

3.2 จูนต้องการรับประทานอาหารกลางวันที่ศูนย์อาหาร ซึ่งมีอาหารให้เลือกคืออาหารไทย 6 ชนิด อาหารจีน 5 ชนิด และอาหารญี่ปุ่น 4 ชนิด จูนต้องการรับประทานอาหารเพียงชนิดเดียว จูนจะเลือกรับประทานอาหารได้กี่วิธี

**วิธีคิด** .....

.....

.....

.....

**คำตอบ** .....

3.3 จุนต้องการจัดซื้ออาหารไปฝากเพื่อน โดยต้องเลือกอาหารอย่างละ 1 ชนิด จาก อาหารคาว 2 ชนิด ขนมหวาน 4 ประเภท ผลไม้ 5 ชนิด และเครื่องดื่ม 6 ประเภท จุนจะสามารถเลือกจัดซื้ออาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี

**วิธีคิด**.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำตอบ**.....

3.4 ถ้าจุนจัดซื้ออาหารว่างได้ทั้งหมด 6 เซ็ต โดยเลือกจัดจาก ขนมหวาน ผลไม้ และเครื่องดื่ม จุนจะสามารถจัดซื้ออาหารว่างจากขนมหวาน ผลไม้ และเครื่องดื่มที่มีจำนวนเท่าใดได้บ้าง

**วิธีคิด**

วิธีที่ 1 เลือกจาก ขนมหวาน  ประเภท ผลไม้  ชนิด เครื่องดื่ม  ประเภท

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำตอบ**.....

3.5 จุนเลือกซื้ออาหารกลับไปฝากที่บ้านอย่างละ 1 ชนิด โดยเลือกซื้อจากอาหารดังต่อไปนี้

|             |                |
|-------------|----------------|
| อาหารคาว    | พิซซ่า, แซนวิช |
| ขนมขบเคี้ยว | เลย์, ฮานามิ   |
| ผลไม้       | กล้วย, ส้ม     |
| ขนมหวาน     | เค้ก, พาย      |
| เครื่องดื่ม | นม, น้ำอัดลม   |
| ลูกอม       | ฮอลล์, โอเล่   |

จุนสามารถเลือกซื้ออาหารได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำตอบ.....

สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### คำถามทบทวนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 1

1. ถ้านักเรียนสามารถเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนได้ 3 เส้นทาง และแต่ละเส้นทางจากโรงเรียนสามารถเดินทางไปสนามบินได้ 4 เส้นทาง นักเรียนจะสามารถเดินทางจากโรงเรียนไปสนามบินได้ทั้งหมดกี่เส้นทาง

วิธีคิด .....

.....

.....

.....

2. ถ้าโจนส์มีเครื่องแต่งกายคือ หมวก a ใบ เสื้อ b ตัว กางเกง c ตัว รองเท้า d คู่ นาฬิกา e เรือน และแหวน f วง โจนส์จะสามารถแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่แบบ

วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

3. ถ้าโจมีลูกบอลสีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ต้องการนำไปใส่กล่องที่วางเรียงกัน 3 ใบ โจจะสามารถเลือกใส่ลูกบอลลงในกล่องได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

พื้นที่สำหรับทดเลข

### เพิ่มเติม

#### แฟกทอเรียล (Factorial)

ถ้า  $n$  เป็นจำนวนเต็มบวกแล้ว ผลคูณของจำนวนเต็มตั้งแต่ 1 ถึง  $n$  ดังนี้

$$1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$$

เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $n!$  อ่านว่า แฟกทอเรียลเอ็น หรือ เอ็นแฟกทอเรียล

นั่นคือ  $n! = 1 \cdot 2 \cdot 3 \cdot \dots \cdot n$

หรือ  $n! = n \cdot (n-1) \cdot (n-2) \cdot \dots \cdot 2 \cdot 1$

**ข้อตกลง** เมื่อ  $n = 0$  แฟกทอเรียล 0 มีค่าเท่ากับ 1 นั่นคือ  $0! = 1$

#### ตัวอย่าง

1.  $2! = 1 \cdot 2 = 2$

2.  $3! = 1 \cdot 2 \cdot 3 = 6$

3.  $4! =$  \_\_\_\_\_

4.  $5! =$  \_\_\_\_\_

## แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2

|                  |                                                           |                       |
|------------------|-----------------------------------------------------------|-----------------------|
| รายวิชา          | คณิตศาสตร์                                                | ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1 |
| หน่วยการเรียนรู้ | ความน่าจะเป็น                                             |                       |
| เรื่อง           | วิธีเรียงสับเปลี่ยน                                       |                       |
| หัวข้อ           | วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด |                       |
| ปีการศึกษา 2561  | ภาคเรียนที่ 2                                             | เวลา 100 นาที         |

### 1. สาระสำคัญ/ความคิดรวบยอด

1.1 วิธีเรียงสับเปลี่ยน (permutation) เป็นวิธีการจัดเรียงสิ่งของที่กำหนดให้ โดยคำนึงถึงตำแหน่งของสิ่งของที่แตกต่างกันเป็นวิธีที่ต่างกันหรือบางที่เรียกว่าการจัดลำดับ

1.2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น (linear permutation) เป็นการจัดเรียงสิ่งของในแนวเส้นตรง โดยถือว่าลำดับที่ของสิ่งของแตกต่างกันเป็นวิธีที่ต่างกัน ถ้ามีสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นเท่ากับ  $n!$  วิธี

1.3 จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของ  $n$  สิ่งซึ่งแตกต่างกันทั้งหมด โดยจัดเรียงคราวละ  $r$

สิ่ง ( $1 \leq r \leq n$ ) เท่ากับ  $P_{n,r}$  วิธี เมื่อ  $P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$

### 2. จุดประสงค์

2.1 นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีของวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่งได้

2.2 นักเรียนสามารถหาจำนวนวิธีของวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของ  $n$  สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด โดยจัดคราวละ  $r$  สิ่งได้ ( $1 \leq r \leq n$ )

### 3. สาระการเรียนรู้

3.1 วิธีเรียงสับเปลี่ยน

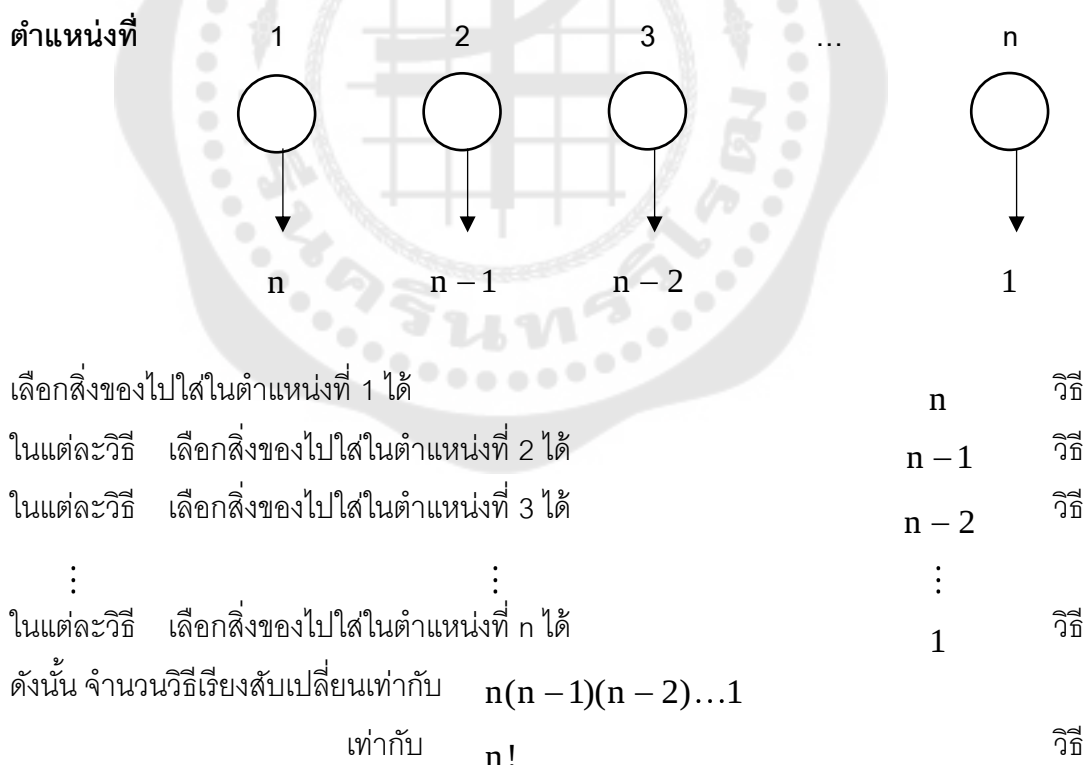
**วิธีเรียงสับเปลี่ยน** เป็นวิธีการที่เรานำสิ่งของจำนวนหนึ่งมาจัดเรียง โดยที่การจัดเรียงดังกล่าวให้คำนึงถึงตำแหน่งของสิ่งของแต่ละสิ่งเป็นสำคัญ โดยเราจะศึกษาวิธีเรียงสับเปลี่ยนใน 2 ลักษณะ คือ วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น และวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงวงกลม

### 3.2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น

**วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้น** หมายถึง การจัดเรียงสิ่งของโดยมีลักษณะเป็นแถว ซึ่งจะมีกี่แถวก็ได้ แต่ละแถวจะอยู่ในแนวตรงหรือโค้งอย่างไรก็ได้ แต่ไม่โค้งจนบรรจบกันเป็นวงกลม ในลักษณะเช่นนี้ จะสามารถกำหนดตำแหน่งหัวแถวและท้ายแถวได้ เช่น การจัดที่นั่งในห้องเรียนให้เป็นแถว เป็นต้น

#### 3.2.1 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

โดยทั่ว ๆ ไปเมื่อมีสิ่งของ  $n$  สิ่ง ต้องการนำสิ่งของทั้งหมด มาจัดเรียงแบบเชิงเส้น จะมีวิธีเรียงสับเปลี่ยน ดังนี้



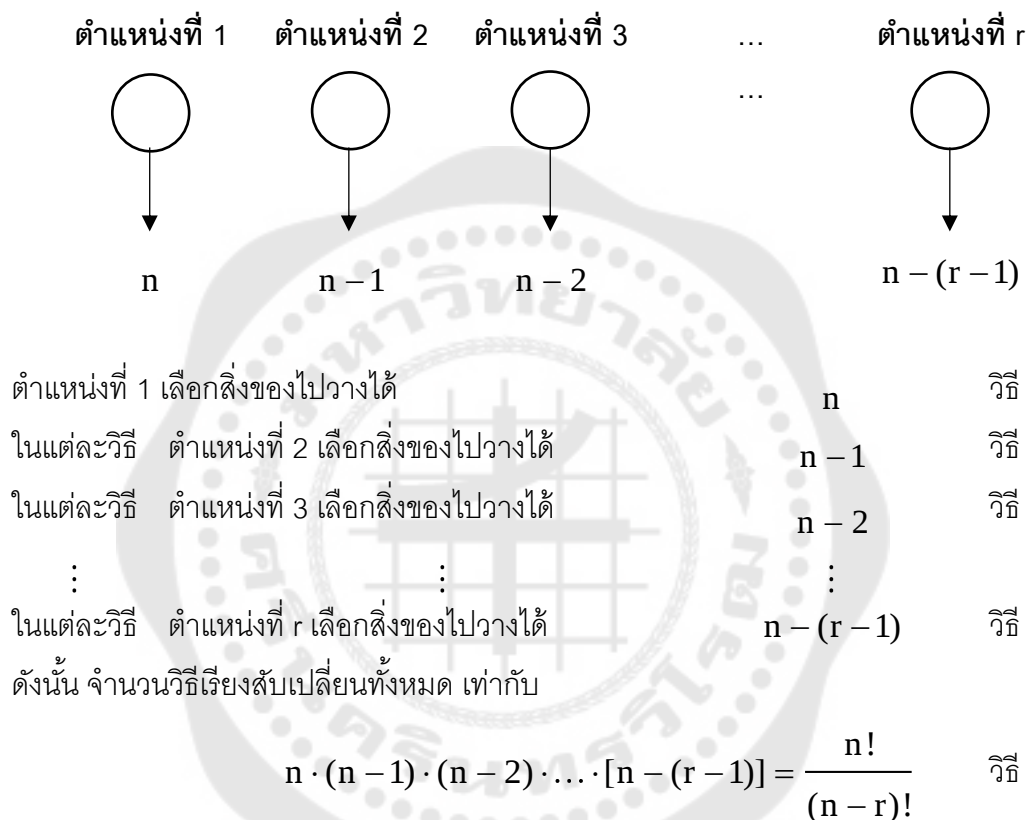
**สูตร 1** จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง เท่ากับ  $n!$

วิธี

### 3.2.2 วิธีของวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของ $n$ สิ่งที่แตกต่างกันทั้งหมด โดยจัดคราวละ $r$ สิ่งได้ ( $r \leq n$ )

โดยทั่วไป ถ้ามีสิ่งของที่แตกต่างกัน  $n$  สิ่ง ต้องการนำมาจัดเรียงแบบเชิงเส้น จำนวน  $r$  สิ่ง ( $r \leq n$ )

จะมีวิธีเรียงสับเปลี่ยน ดังนี้



**สูตร 2** ถ้ามีสิ่งของที่แตกต่างกัน  $n$  สิ่ง ต้องการนำมาจัดเรียงแบบเชิงเส้น จำนวน  $r$  สิ่ง ( $r \leq n$ ) จะได้

$$\text{จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยน เท่ากับ } \frac{n!}{(n-r)!}$$

**สัญลักษณ์** จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของ  $r$  สิ่ง จากสิ่งของที่แตกต่างกัน  $n$  สิ่ง เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์  $P_{n,r}$  นั่นคือ

$$P_{n,r} = \frac{n!}{(n-r)!}$$

#### 4. สื่อการเรียนรู้

- 4.1 ใบกิจกรรมที่ 2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด
- 4.2 ลูกบอลขนาดเล็กหลากสี
- 4.3 การ์ดตัวอักษร

## 5. กิจกรรมการเรียนรู้

| ชั้น                                                 | สถานการณ์ปัญหาที่ 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | สถานการณ์ปัญหาที่ 2                                                                                                                                                                                                                                                            | สถานการณ์ปัญหาที่ 3                                                                                                                                                                                                                                                       | สถานการณ์ปัญหาที่ 4                                                                                                                                                                                                                                        |
|------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ชั้นที่ 1</b><br><b>สถานการณ์</b><br><b>ปัญหา</b> | 1. ครูพบทพจนความรู้พื้นฐานของนักเรียนเรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับกาณ์ับ ด้วยการถามตอบนักเรียนด้วยคำถามพทพจนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 1 เรื่อง กฎเกณฑ์เบื้องต้นเกี่ยวกับกาณ์ับ<br>1) ถ้านักเรียนสามารถเดินทางจากบ้านไปโรงเรียนได้ 3 เส้นทางและแต่ละเส้นทางจากโรงเรียนสามารถเดินทางไปสนามบินได้ 4 เส้นทาง นักเรียนจะสามารถเดินทางจากโรงเรียนไปสนามบินได้ทั้งหมดกี่เส้นทาง<br>[นักเรียนควรตอบว่า 12 เส้นทาง]<br>2) ทำให้นักเรียนถึงตอบว่าเท่ากับ 12 เส้นทาง<br>[นักเรียนควรตอบว่า เพราะมีจำนวนเส้นทางที่สามารถเดินทาง | 1. เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 1 สำเร็จ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 ให้นักเรียนอ่านใจพทย์และทำความเข้าใจ<br>2. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อที่ 2.1 ด้วยตนเองก่อน<br>3. ครูนำอุปกรณ์ที่เตรียมมาคือ ลูกบอล และกล่องเพื่อสาธิตการจัดเรียงลูกบอลลงในกล่อง | 1. เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 2 สำเร็จ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3 โดยการสุ่มเลือกนักเรียนออกมานำขึ้น 5 คน เพื่อทดลองจัดเรียงนักเรียนเป็นแถวหน้ากระดานเป็นตัวอย่างสำหรับสถานการณ์ปัญหาที่ 3<br>2. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อที่ 3.1 ด้วยตนเอง | 1. เมื่อนักเรียนสามารถแก้ปัญหาในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 สำเร็จ ครูนำเสนอสถานการณ์ปัญหาที่ 4 โดยแนะนำให้นักเรียนใช้แนวคิดที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1 จนถึงสถานการณ์ปัญหาที่ 3<br>2. ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาและเติมคำตอบในสถานการณ์ปัญหาที่ 4 ด้วยตนเองก่อน |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
|  | <p>จากบ้านไปโรงเรียนคุณกับจำนวนของเส้นทางจากโรงเรียนไปสนามบิน]</p> <p>3) ถ้าโจนส์มีเครื่องแต่งกายคือหมวก a ใบ เสื้อ b ตัว กางเกง c ตัว รองเท้า d คู่ นาฬิกา e เรือน และแหวน f วง โจนส์จะสามารถแต่งตัวได้ทั้งหมดกี่แบบ</p> <p>[นักเรียนควรตอบว่า <math>a \times b \times c \times d \times e \times f</math> แบบ]</p> <p>4) ถ้าโจนส์มีลูกบอลสี่สีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ต้องการนำไปใส่กล่องที่วางเรียงกัน 3 ใบ โจนส์สามารถเลือกใส่ลูกบอลลงในกล่องได้ทั้งหมดกี่วิธี</p> <p>[นักเรียนยังไม่สามารถตอบคำถามข้อนี้ได้ถูกต้องและครบถ้วน เนื่องจากเป็นเนื้อหาในเรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด]</p> |  |  |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|

|                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                  | <p>2. ครูนำเสนอหัวข้อใหม่ คือ เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด</p> <p>3. ครูแจกใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด แล้วนำเสนอสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 จากใบกิจกรรม แล้วให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาคำข้อที่ 1.1 ด้วยตนเองก่อน</p>     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <p>ขั้นที่ 2</p> <p>ความรู้และประสบการณ์เดิม</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 (ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2) ข้อที่ 1.1 ควรใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่มีช่วยในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา (ลดความขัดแย้งทางปัญหา)</p> <p>ปัญหา</p> <p>ปัญหา</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 (ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2) ข้อที่ 2.1 ควรใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่มีช่วยในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา (ลดความขัดแย้งทางปัญหา)</p> <p>ปัญหา</p> <p>ปัญหา</p> | <p>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนพิจารณาว่าสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3 (ในใบกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2) ข้อที่ 3.1 ควรใช้ความรู้เรื่องใดบ้างในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนใช้ความรู้เดิมและประสบการณ์เดิมที่มีช่วยในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา (ลดความขัดแย้งทางปัญหา)</p> <p>ปัญหา</p> <p>ปัญหา</p> |  | <p>1. ครูแนะนำให้นักเรียนหาคำตอบโดยใช้ความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 ถึง 3 เพื่อเป็นแนวทางและกระตุ้นให้นักเรียนวาดรูปและลงมือคิดด้วยความรู้ของตนเองที่มี</p> <p>2. ครูอาจให้คำแนะนำกับนักเรียนว่าตำแหน่งแต่ละตำแหน่งนั้นแตกต่างกัน และลำดับการเลือกมีความสำคัญเช่นกัน</p> <p>3. นักเรียนควรเติมคำตอบลงในกรอบสี่เหลี่ยมทุกช่อง แล้วนำไป</p> |

|                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                          | <p>2. ครูให้การวัดตัวอักษรแก่นักเรียนเพื่อนำไปทดลองเรียงสับเปลี่ยนและให้นักเรียนวาดรูปผลลัพธ์ที่ได้และให้นักเรียนวาดรูปผลลัพธ์ที่ได้และทดสอบว่าหากสลับตำแหน่งของตัวอักษรแล้วผลลัพธ์ที่ได้แตกต่างกันหรือไม่ แล้วสังเกตผลลัพธ์ที่ได้จากการวาด</p> <p>3. หากนักเรียนแก้ปัญหาจากข้อ 1.1 ได้ ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อ 1.2 และ 1.3 โดยพยายามกระตุ้นให้นักเรียนสังเกตรูปแบบของผลลัพธ์ที่ได้จากข้อ 1.1 ถึงข้อ 1.3</p> | <p>2. ครูให้อุปกรณ์แก่นักเรียนนำไปทดลองจัดเรียงและหาคำตอบ ในปัญหาแต่ละข้อโดยให้นักเรียนจดบันทึกวิธีแก้ปัญหาและวิธีการคิดลงในใบกิจกรรมของตนเอง</p> <p>3. ครูให้นักเรียนแก้ปัญหาจนครบทุกข้อแล้วเติมคำตอบและข้อมูลต่างๆลงในตารางสรุปข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2 เพื่อนำไปร่วมปรึกษาและสนทนากับเพื่อนในกลุ่มในชั้นต่อไป</p> | <p>2. ครูให้นักเรียนทดลองวาดรูปแทนการจัดเรียงนักเรียนตามคำถามในสถานการณ์ปัญหาที่ 3 แล้วสังเกตผลลัพธ์และรูปแบบที่ได้ ซึ่งนักเรียนควรใช้วิธีหาคำตอบจากข้อ 3.2 ในการหาคำตอบข้อ 3.3</p> <p>3. หากนักเรียนแก้ปัญหาจากข้อ 3.3 ได้ ครูให้นักเรียนลงมือแก้ปัญหาข้อ 3.4 และข้อถัดไป โดยอาจมีการยกตัวอย่างด้วยการจัดเรียงแถวนักเรียนอีกรอบหนึ่งเพื่อให้นักเรียนสามารถทำความเข้าใจคำถามได้ดียิ่งขึ้น</p> | <p>เปรียบเทียบและตั้งคำถามกับเพื่อนร่วมชั้นในชั้นตอนถัดไป</p>                                                                                                                                                                                            |
| <p><b>ขั้นที่ 3</b></p> <p><b>ปฏิสัมพันธ์</b></p> <p><b>ทางสังคม</b></p> | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็นกลุ่ม) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มุมมอง เกี่ยวกับแนวคิดในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา มี</p>                                                                                                                                                            | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็นกลุ่ม) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มุมมอง เกี่ยวกับแนวคิดในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา มี</p>                                                                       | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็นกลุ่ม) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มุมมอง เกี่ยวกับแนวคิดในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา มี</p>                                                                                                                                      | <p>1. หลังจากนักเรียนแต่ละคนได้ใช้ความรู้และประสบการณ์เดิมในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาดังกล่าวแล้ว ขึ้นต่อไปครูเปิดโอกาสให้นักเรียนแต่ละคนได้ปรึกษากัน (เป็นกลุ่ม) แลกเปลี่ยนความคิดเห็น มุมมอง เกี่ยวกับแนวคิดในการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหา มี</p> |



|                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>ขั้นที่ 4</b><br><b>ความรู้ใหม่</b> | 1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำผลที่ได้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 นำมาเรียบเรียงความคิด แล้วเขียนวิธีการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 1 ลงในใบกิจกรรม                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | คำตอบจากข้อ 1 และ 2 แล้วมาขึ้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมใหม่อีกครั้ง<br>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำผลที่ได้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 นำมาเรียบเรียงความคิด แล้วเขียนวิธีการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 2 ลงในใบกิจกรรม | คำตอบจากข้อ 1 และ 2 แล้วมาขึ้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมใหม่อีกครั้ง<br>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำผลที่ได้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 นำมาเรียบเรียงความคิด แล้วเขียนวิธีการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 3 ลงในใบกิจกรรม | คำตอบจากข้อที่ผ่านมาแล้วมาขึ้นปฏิสัมพันธ์ทางสังคมใหม่อีกครั้ง<br>1. ครูให้นักเรียนแต่ละคนนำผลที่ได้จากขั้นที่ 1 ถึง ขั้นที่ 3 นำมาเรียบเรียงความคิด แล้วเขียนวิธีการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาข้อที่ 4 ลงในใบกิจกรรม |
| <b>ขั้นที่ 5</b><br><b>ประเมินผล</b>   | 1. ครูสุ่มเลือกนักเรียน (ไม่ซ้ำคน) ออกมานำเสนอวิธีการหาผลลัพธ์ของสถานการณ์ปัญหาแต่ละข้อหน้าชั้นเรียน โดยขณะที่นักเรียนแต่ละคนนำเสนอวิธีการหาผลลัพธ์นั้น ครูเปิดโอกาสให้นักเรียนทุกคนในห้องได้มีการอภิปรายซักถาม ได้แย้ง และเปรียบเทียบคำตอบกับเพื่อนร่วมชั้น<br>2. ครูประเมินผลการทำงานของสถานการณ์ปัญหาของนักเรียนแต่ละคนที่นำเสนอ และหากพบข้อผิดพลาดหรือความเข้าใจที่คลาดเคลื่อนของนักเรียน ครูสามารถให้ข้อมูลย้อนกลับเพื่อให้นักเรียนได้คิดทบทวนและนำไปสู่ข้อสรุปที่ถูกต้อง<br>3. ครูให้นักเรียนกำหนดคำตอบในคำถามทบทวนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 2 เพื่อเป็นการสรุปความรู้ที่ได้ และทบทวนเนื้อหาใหม่ที่ได้จากการทำใบกิจกรรมที่ 2 และเป็นการเตรียมความพร้อมสำหรับการทำกิจกรรมในคาบต่อไป |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                      |

## 6. การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้ในแผนการจัดการเรียนรู้ มีดังนี้

| จุดประสงค์การเรียนรู้ที่<br>ต้องการวัดผลและ<br>ประเมินผล                                                             | การวัดผล                                                                                                                                                                                                                                                                   | การประเมินผล                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. นักเรียนสามารถหาจำนวน<br>วิธีของวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิง<br>เส้นของสิ่งของที่แตกต่างกัน<br>ทั้งหมด $n$ สิ่งได้     | <p><b>วิธีวัดผล</b></p> <p>1. พิจารณาจากความถูกต้อง<br/>ในการแสดงวิธีทำและหาคำตอบ<br/>ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้หลักการทาง<br/>คณิตศาสตร์ และความรู้เดิม<br/>ของตนเองที่มีอยู่</p> <p><b>เครื่องมือวัดผล</b></p> <p>สถานการณ์ปัญหาที่ 1 และ<br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 3</p> | <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน :</b></p> <p>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง และแสดงวิธีทำ<br/>ถูกต้องและครบถ้วนตาม<br/>หลักการทางคณิตศาสตร์<br/><b>จะได้ 2 คะแนน</b></p> <p>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง<br/>แต่ไม่ครบถ้วนตามหลักการ<br/>ทางคณิตศาสตร์<br/><b>จะได้ 1 คะแนน</b></p> <p>ถ้า นักเรียนตอบคำถามและ<br/>แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง<br/><b>จะได้ 0 คะแนน</b></p> <p><b>เกณฑ์การประเมินผล :</b></p> <p>ถ้า นักเรียนได้คะแนน ตั้งแต่<br/>ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ<br/>คะแนนรวม ถือว่าผ่าน</p> |
| 2. นักเรียนสามารถหาจำนวน<br>วิธีของวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิง<br>เส้นของสิ่งของ $n$ สิ่งที่<br>แตกต่างกันทั้งหมด โดยจัด | <p><b>วิธีวัดผล</b></p> <p>1. พิจารณาจากความถูกต้อง<br/>ในการแสดงวิธีทำและหาคำตอบ<br/>ในสถานการณ์ปัญหาต่าง ๆ โดยใช้หลักการทาง</p>                                                                                                                                          | <p><b>เกณฑ์การให้คะแนน :</b></p> <p>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง และแสดงวิธีทำ<br/>ถูกต้องและครบถ้วนตาม<br/>หลักการทางคณิตศาสตร์</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |

|                                                                         |                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>ควรวละ <math>r</math> สิ่งได้<br/>(<math>1 \leq r \leq n</math>)</p> | <p>คณิตศาสตร์ และความรู้เดิม<br/>ของตนเองที่มีอยู่</p> <p><u>เครื่องมือวัดผล</u><br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 2 และ<br/>สถานการณ์ปัญหาที่ 4</p> | <p><b>จะได้ 2 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามได้<br/>ถูกต้อง แสดงวิธีทำได้ถูกต้อง<br/>แต่ไม่ครบ ถ้วนตามหลักการ<br/>ทางคณิตศาสตร์</p> <p><b>จะได้ 1 คะแนน</b><br/>ถ้า นักเรียนตอบคำถามและ<br/>แสดงวิธีทำไม่ถูกต้อง</p> <p><b>จะได้ 0 คะแนน</b></p> <p><u>เกณฑ์การประเมินผล :</u><br/>ถ้า นักเรียนได้คะแนน ตั้งแต่<br/>ร้อยละ 60 ขึ้นไปของ<br/>คะแนนรวม ถือว่าผ่าน</p> |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

ใบกิจกรรมที่ 2 วิธีเรียงสับเปลี่ยนของสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด

สถานการณ์ปัญหาที่ 1

เอ็งไปงานกาชาดแห่งหนึ่งในตัวเมือง และภายในงานมีกิจกรรมการแข่งขันเรียงตัวอักษรตามที่กำหนดให้ ผู้เข้าแข่งขันต้องเรียงสลับตัวอักษรให้แตกต่างกันมากที่สุด โดยมีตัวอักษรให้ดังต่อไปนี้

1.1 ตัวอักษรชุดแรก คือ A กับ B เอ็งจะจัดเรียงตัวอักษรให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

1.2 ตัวอักษรชุดที่สอง คือ A, B และ C เอ็งจะจัดเรียงตัวอักษรให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

1.3 ตัวอักษรชุดที่สอง คือ A, B, C และ D เองจะจัดเรียงตัวอักษรให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่แบบ

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| A | B | C | D |
|---|---|---|---|

วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 1

.....

.....

.....

.....

.....

.....

## สถานการณ์ปัญหาที่ 2

ออมต้องการจัดลูกบอลลงในกล่อง เพื่อนำมาประดับห้อง ซึ่งกล่องเรียงกันเป็นแนวเส้นตรง ออมจะจัดเรียงลูกบอลลงกล่องให้แตกต่างกันได้มากที่สุดกี่วิธี โดยที่

2.1 ออมจัดลูกบอลสีเขียว และลูกบอลสีแดง ลงกล่อง 1 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

2.2 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง และสีน้ำเงิน ลงกล่อง 1 ใบ

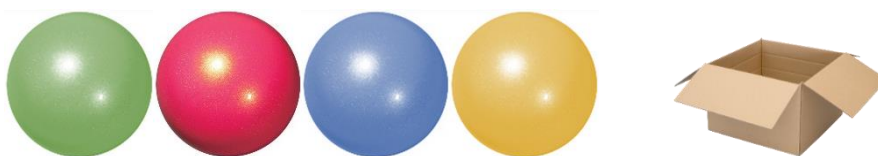


วิธีคิด .....

.....

.....

2.3 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง ลงกล่อง 1 ใบ



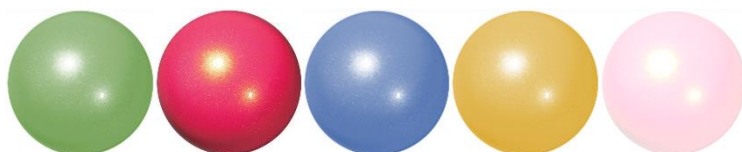
วิธีคิด .....

.....

.....

.....

2.4 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม สีเหลือง และสีชมพู ลงกล่อง 1 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

2.5 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง และสีส้ม ลงกล่อง 2 ใบ



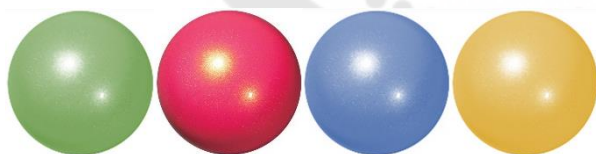
วิธีคิด .....

.....

.....

.....

2.6 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม และสีเหลือง ลงกล่อง 2 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

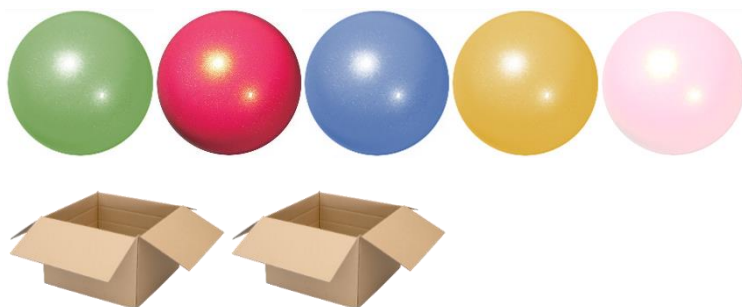
.....

.....

.....

.....

2.7 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม สีน้ำเงิน สีเหลือง และสีชมพู ลงกล่อง 2 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

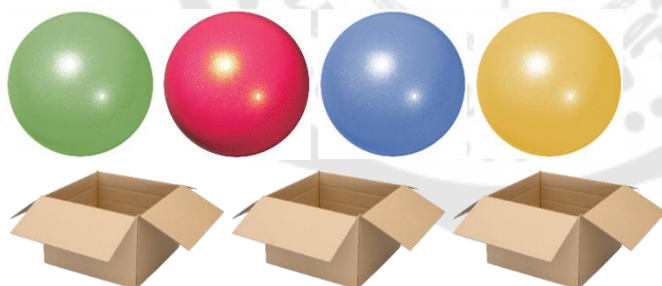
.....

.....

.....

.....

2.8 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม และสีเหลือง ลงกล่อง 3 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

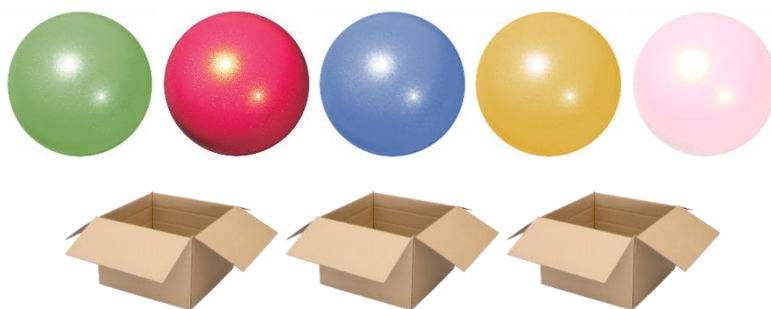
.....

.....

.....

.....

2.9 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม สีเหลือง และสีชมพู ลงกล่อง 2 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

2.10 ออมจัดลูกบอลสีเขียว สีแดง สีส้ม สีเหลือง และสีชมพู ลงกล่อง 4 ใบ



วิธีคิด .....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อมูลที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2

| ข้อ<br>ที่ | คำตอบ | ลูกบอลที่มี | จำนวนกล่อง | ลูกบอลที่ไม่ได้จัดลงกล่อง<br>ในแต่ละครั้งที่จัดเรียง |
|------------|-------|-------------|------------|------------------------------------------------------|
| 2.1        |       | 2           | 1          |                                                      |
| 2.2        |       | 3           | 1          |                                                      |
| 2.3        |       | 4           | 1          |                                                      |
| 2.4        |       | 5           | 1          |                                                      |
| 2.5        |       | 3           | 2          |                                                      |
| 2.6        |       | 4           | 2          |                                                      |
| 2.7        |       | 5           | 2          |                                                      |
| 2.8        |       | 4           | 3          |                                                      |
| 2.9        |       | 5           | 3          |                                                      |
| 2.10       |       | 5           | 4          |                                                      |

สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 2

.....

.....

.....

.....

.....

.....

### สถานการณ์ปัญหาที่ 3

ในการเข้าแถวหน้าเสาธงตอนเช้าตัวแทนนักเรียนจากห้อง ม. 1/1 มีหน้าที่นำนักเรียนทั้งโรงเรียนในการร้องเพลงชาติ ถ้ามีนักเรียนชาย 3 คน และนักเรียนหญิง 2 คน นำนักเรียนทั้ง 5 คนนี้มาเรียงเป็นแถวหน้ากระดานให้แตกต่างกันมากที่สุดได้กี่วิธี โดยที่

3.1 นักเรียนทั้ง 5 คนยืนเข้าแถวเรียงหน้ากระดานแบบใดก็ได้

|                    |                    |                    |                    |                    |
|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                    |                    |                    |                    |                    |
| นักเรียนคนที่<br>1 | นักเรียนคนที่<br>2 | นักเรียนคนที่<br>3 | นักเรียนคนที่<br>4 | นักเรียนคนที่<br>5 |

**วิธีคิด** .....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำตอบ** .....

3.2 นักเรียนเข้าแถวเรียงหน้ากระดานโดยที่นักเรียนชายต้องยืนติดกันเสมอ

**วิธีคิด** .....

.....

.....

.....

.....

.....

**คำตอบ** .....

3.3 นักเรียนเข้าแถวเรียงหน้ากระดานโดยที่นักเรียนหญิงต้องยืนติดกันเสมอ

**วิธีคิด** .....

.....

.....

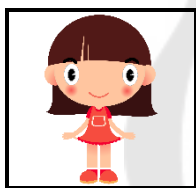
.....

.....

**คำตอบ** .....

3.4 ถ้าหนึ่งในนักเรียนหญิงคือ นักเรียนหญิงอร และอรต้องยืนหัวแถวหรือท้ายแถวเท่านั้น

**กรณีที่ 1** อรยืนหัวแถว



อร



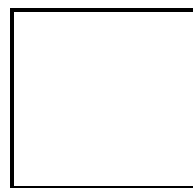
นักเรียนคนที่ 2



นักเรียนคนที่ 3



นักเรียนคนที่ 4



นักเรียนคนที่ 5

หัวแถวต้องเป็น อร เท่านั้น จึงเลือกนักเรียนมายืนหัวแถวได้ 1 วิธี

นักเรียนคนที่ 2 จะเลือกได้ทั้งหมดจากนักเรียน \_\_\_\_\_ คน เลือกได้ \_\_\_\_\_ วิธี

นักเรียนคนที่ 3 จะเลือกได้ทั้งหมดจากนักเรียน \_\_\_\_\_ คน เลือกได้ \_\_\_\_\_ วิธี

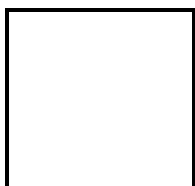
นักเรียนคนที่ 4 จะเลือกได้ทั้งหมดจากนักเรียน \_\_\_\_\_ คน เลือกได้ \_\_\_\_\_ วิธี

นักเรียนคนที่ 5 จะเลือกได้ทั้งหมดจากนักเรียน \_\_\_\_\_ คน เลือกได้ \_\_\_\_\_ วิธี

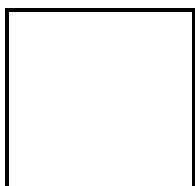
เพราะฉะนั้น จะมีวิธีนำนักเรียนทั้ง 5 คนนี้มาเรียงเป็นแถวได้เท่ากับ \_\_\_\_\_ วิธี

กรณีที่ 1 จะมีวิธีในการนำนักเรียนมาเรียงเป็นแถวได้ทั้งหมด \_\_\_\_\_ วิธี

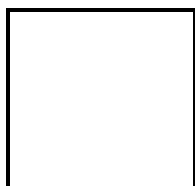
## กรณีที่ 2 อรยื่นทำยแถว



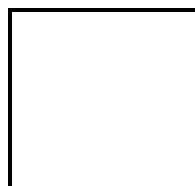
นักเรียนคนที่ 1



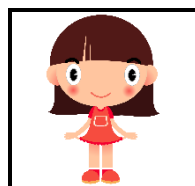
นักเรียนคนที่ 2



นักเรียนคนที่ 3



นักเรียนคนที่ 4



อร

**วิธีทำ** .....

.....

.....

.....

.....

.....

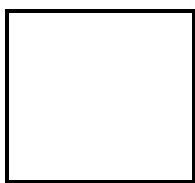
.....

.....

จากกรณีที่ 1 และกรณีที่ 2 รวมแล้วจะมีวิธีในการนำนักเรียนมาเรียงเป็นแถว

ได้ทั้งหมด ..... วิธี

3.5 นักเรียนชายและนักเรียนหญิงต้องยืนสลับกัน



นักเรียนคนที่ 1



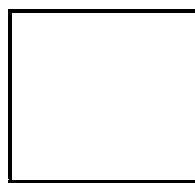
นักเรียนคนที่ 2



นักเรียนคนที่ 3



นักเรียนคนที่ 4



นักเรียนคนที่ 5

**วิธีทำ** .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 3

.....

.....

.....

.....

.....

.....



### สถานการณ์ปัญหาที่ 4



ในที่ทำงานแห่งหนึ่งมีตำแหน่งที่ต่างกันว่างอยู่ 5 ตำแหน่ง โดยที่เป็นตำแหน่งสำหรับผู้ชาย 3 ตำแหน่ง และตำแหน่งสำหรับผู้หญิง 2 ตำแหน่ง มีผู้มาสมัครเข้าทำงานเป็นชาย 6 คน หญิง 5 คน จะมีวิธีจัดคนที่มาสมัครเข้าทำงานได้กี่วิธี

**วิธีคิด ขั้นที่ 1** จัดตำแหน่งสำหรับผู้ชาย จากชายทั้งหมด 6 คน จะได้ว่า

ตำแหน่งที่ 1 เลือกได้จากชายทั้งหมด  คน  
 ตำแหน่งที่ 2 เลือกได้จากชายทั้งหมด  คน  
 ตำแหน่งที่ 3 เลือกได้จากชายทั้งหมด  คน

วิธีจัดตำแหน่งสำหรับผู้ชาย 3 คน จากชายทั้งหมด 6 คน

เท่ากับ      วิธี  
 คำตอบที่ได้ คือ  วิธี

**ขั้นที่ 2** จัดตำแหน่งสำหรับผู้หญิง จากหญิงทั้งหมด 5 คน จะได้ว่า

ตำแหน่งที่ 1 เลือกได้จากหญิงทั้งหมด  คน  
 ตำแหน่งที่ 2 เลือกได้จากหญิงทั้งหมด  คน

วิธีจัดตำแหน่งสำหรับหญิง 2 คน จากหญิงทั้งหมด 5 คน เท่ากับ    วิธี

คำตอบที่ได้ คือ  วิธี

จากหลักการคูณ จะได้คำตอบคือ  วิธี

**สรุปความรู้ที่ได้จากสถานการณ์ปัญหาที่ 4**

.....

.....

.....

## คำถามทบทวนความรู้จากใบกิจกรรมที่ 2

1. ถ้าต้องการจัดเรียงสับเปลี่ยน ปากกา ยางลบ ไม้บรรทัด และดินสอ ลงในกล่องที่มี 4 ช่อง จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

2. จากข้อ 1 ถ้าจัดปากกา ยางลบ ไม้บรรทัด และดินสอนี้ลงในกล่องอีกใบที่มีเพียง 2 ช่อง จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

3. ถ้าต้องการจัดเรียงหนังสือคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน 4 เล่ม กับหนังสือภาษาไทยที่แตกต่างกัน 3 เล่ม โดยจัดเรียงให้หนังสือคณิตศาสตร์สลับกับหนังสือภาษาไทย จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้าต้องการจัดเรียงแก้วสีเขียว 2 ใบ แก้วสีน้ำเงิน 1 ใบ และแก้วสีแดง 1 ใบ บนชั้นวางแก้ว จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีคิด.....

.....

.....

.....

.....



## แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 1 เรื่อง วิธีเรียงสับเปลี่ยน

คำชี้แจง: แบบทดสอบมีทั้งหมด 4 ข้อ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำทุกข้อ

1. เด็กชายสมบัติผู้ชื่นชอบกีฬาฟุตบอลและในอีกสามวันข้างหน้าจะมีการแข่งขันฟุตบอลในสนามใกล้บ้านของเด็กชายสมบัติ ถ้าเด็กชายสมบัติต้องการแต่งตัวไปดูฟุตบอลครั้งนี้ โดยมีเครื่องแต่งกายคือ เสื้อฟุตบอลทีมชาติฝรั่งเศส เยอรมัน อังกฤษ และสเปน กางเกง 3 ตัว และรองเท้าอีก 5 คู่ เด็กชายสมบัติจะแต่งตัวไปดูฟุตบอลได้กี่วิธี

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. มีตัวอักษรทั้งหมด 6 ตัว คือ U, V, W, X, Y, Z ต้องการนำมาจัดเรียง 3 ตัว โดยไม่คำนึงถึงความหมาย จะจัดเรียงให้แตกต่างกันได้ทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

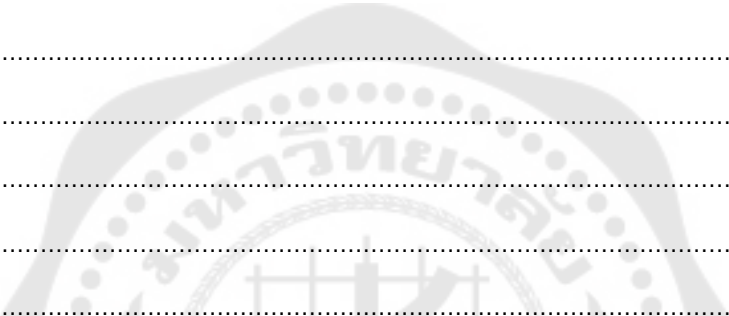
.....

.....

.....

3. เด็กชายใจต้องจัดเรียงตัวอักษรจากคำว่า **BOOK** เพื่อประดับบอร์ดในห้องเรียนเนื่องในวันหนังสือโลก ถ้าเด็กชายใจต้องนำตัวอักษรทั้งหมดมาจัดเรียงโดยไม่คำนึงถึงความหมายให้แตกต่างกันมากที่สุด เด็กชายใจจะมีวิธีในการจัดเรียงตัวอักษรให้แตกต่างกันทั้งหมดกี่วิธี

วิธีทำ.....



4. ในการประชุมตัวแทนนักเรียนเพื่อจัดงานกีฬาสีของโรงเรียนประกอบด้วย นักเรียนชาย 2 คน และนักเรียนหญิง 4 คน ถ้าต้องการจัดตัวแทนนักเรียนทั้งหมดนี้ประชุมรอบโต๊ะกลม จะสามารถจัดได้กี่วิธี

วิธีทำ.....

## แบบทดสอบย่อยฉบับที่ 2 เรื่อง วิธีจัดหมู่

คำชี้แจง: แบบทดสอบมีทั้งหมด 3 ข้อ ให้นักเรียนแสดงวิธีทำทุกข้อ

1. ถ้ามีจุด 8 จุด โดยที่ 3 จุดใด ๆ ไม่อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน จะสามารถลากเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่เส้น  
วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. ในกิจกรรมวันคณิตศาสตร์ประจำอำเภอเสนางคนิคม คุณครูสมชายต้องการเลือกนักเรียนเพื่อ  
เข้าร่วมการแข่งขันครั้งนี้ โดยต้องเลือกนักเรียน 4 คน จากนักเรียน 7 คน คุณครูสมชายจะเลือก  
นักเรียนไปตอบแข่งขันปัญหาคณิตศาสตร์ได้กี่วิธี

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. การแข่งขันตะกร้อประจำโรงเรียนแห่งหนึ่งในจังหวัดอำนาจเจริญ มีทีมตะกร้อสมัครเข้าร่วม  
แข่งขันทั้งหมด 8 ทีม ถ้าต้องการจัดแข่งแบบพบกันหมด จะต้องจัดแข่งทั้งหมดกี่นัด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

## แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

คำชี้แจง: แบบทดสอบมีทั้งหมด 12 ข้อ ข้อ 1 ถึงข้อ 11 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำ

และข้อ 12 ให้นักเรียนเติมคำตอบและให้เหตุผล

1. ร้านขนมร้านหนึ่งมีขนมปัง 5 ชนิด เครื่องดื่ม 4 ชนิด และเครื่องดื่มแต่ละชนิดมี 3 ขนาด คือ เล็ก กลาง และใหญ่ เด็กหญิงเจนต้องการเลือกขนมปัง 1 ชนิด และเครื่องดื่มพร้อมขนาด 1 ชนิด เด็กหญิงเจนจะสามารถเลือกขนมและเครื่องดื่มได้กี่วิธี

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

2. ในการทอดลูกเต๋า 3 ลูก ซึ่งมีสีแตกต่างกัน จะมีวิธีที่ลูกเต๋าทิ้ง 3 ลูก หมายได้น้ำที่แตกต่างกันทั้งหมด

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. มีจดหมายที่แตกต่างกัน 3 ฉบับ ต้องการฝากส่งจดหมายทั้งหมดในตู้ไปรษณีย์ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ตู้ จะสามารถฝากส่งจดหมายในตู้ได้ทั้งหมดกี่วิธี (สามารถฝากส่งจดหมายในตู้เดียวกันได้)

วิธีทำ.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

4. ถ้านำตัวอักษร 3 ตัวจากคำว่า STAND มาจัดเรียงเป็นคำใหม่ โดยไม่คำนึงถึงความหมาย จะจัดคำได้ต่าง ๆ กันทั้งหมดกี่คำ

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

5. จะสร้างจำนวนที่มี 4 หลัก จากเลขโดด 2, 4, 6, 8, 9 ได้ทั้งหมดกี่จำนวน โดยที่แต่ละจำนวนที่สร้างต้องไม่มีเลขโดดในหลักใดซ้ำกันเลย

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

6. มีผู้ชาย 3 คน และผู้หญิง 3 คน ถ้าต้องการนำคนทั้งหมดไปนั่งเรียงแถวยาว จะมีวิธีการนั่งกี่วิธี เมื่อต้องการให้ ชายและหญิงนั่งสลับกัน

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

7. ถ้าเราต้องการนำตัวอักษรจากคำว่า ELEVEN มาจัดเรียงใหม่ จะทำได้กี่วิธี ถ้าไม่มีเงื่อนไขเพิ่มเติม

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

8. ต้องการนำลูกบอล 3 กระถางที่แตกต่างกัน และชบา 3 กระถางที่แตกต่างกันมาจัดเรียงเป็นวงกลมรอบเสาธง จะสามารถจัดได้กี่วิธี

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

9. มีหนังสือนิยายที่นำอ่านอยู่ 10 เล่ม ถ้าอนุญาตให้นักเรียนคนหนึ่งๆ ยืมได้คราวละ 3 เล่ม นักเรียนคนหนึ่งจะมีวิธียืมหนังสือนิยายที่ต่างกันกี่วิธี

วิธีทำ .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

10. ถ้ามีจุด 10 จุดบนระนาบ โดยไม่มี 3 จุดใด ๆ อยู่บนเส้นตรงเดียวกัน จะสามารถลากเส้นตรงได้ทั้งหมดกี่เส้น

วิธีทำ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

11. ในการแข่งขันแบดมินตันประเภทเยาวชนเดี่ยวอายุไม่เกิน 18 ปีมีผู้สมัครเข้าแข่งขันทั้งหมด 10 คน โดยการแข่งขันในรอบแรกจะต้องพบกันหมด คณะผู้จัดการแข่งขันจะต้องจัดแข่งทั้งหมดกี่เกม

วิธีทำ.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

12. จากคำถามต่อไปนี้ให้นักเรียนเลือกว่าควรใช้วิธีการใดระหว่าง **วิธีเรียงสับเปลี่ยน** หรือ **วิธีจัดหมู่** ในการหาคำตอบ พร้อมให้เหตุผลที่เลือก

**ตัวอย่าง** มีของต่าง ๆ กัน 4 สิ่ง นำของทั้ง 4 สิ่งมาจัดเป็นแถวจะได้วิธี  
**ตอบ** วิธีเรียงสับเปลี่ยน เพราะการจัดเรียงสิ่งของในแนวเส้นตรง ถือว่าลำดับที่ของสิ่งของแตกต่างกันเป็นวิธีที่ต่างกัน ถ้ามีสิ่งของที่แตกต่างกันทั้งหมด  $n$  สิ่ง จำนวนวิธีเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นเท่ากับ  $n!$  วิธี

12.1 ถ้ามีตัวอักษร 7 ตัวที่แตกต่างกันทั้งหมด ต้องการนำตัวอักษรมาสร้างเป็นรหัสผ่าน 5 ตัวจะสามารถสร้างรหัสผ่านได้กี่วิธี โดยที่แต่ละตำแหน่งของรหัสผ่านต้องไม่ใช่ตัวอักษรซ้ำกัน

**คำตอบ** .....

**เหตุผล** .....

12.2 ถุงใบหนึ่งมีลูกบอลสีขาว 4 ลูก ลูกบอลสีดำ 5 ลูก ถ้าลูกบอลทุกลูกแตกต่างกัน จะหยิบลูกบอลสีใดก็ได้ออกจากถุง 4 ลูกได้กี่วิธี

คำตอบ .....

เหตุผล .....

12.3 จะลากเส้นตรงเชื่อมจุดยอดของรูป 20 เหลี่ยมด้านเท่าได้ทั้งหมดกี่เส้น

คำตอบ .....

เหตุผล .....

12.4 ถ้านำตัวอักษรจากคำว่า STARTS มา 3 ตัว เพื่อจัดเป็นคำ โดยที่คำดังกล่าวไม่จำเป็นต้องมีความหมาย และไม่ใช้อักษรซ้ำกัน จะจัดได้ทั้งหมดกี่วิธี

คำตอบ .....

เหตุผล .....

12.5 มีชาย 3 คน และหญิง 5 คน ต้องการนำมาเวียนรอบเสาชิง จะสามารถจัดได้กี่วิธี

คำตอบ .....

เหตุผล .....



ตาราง 15 เกณฑ์การให้คะแนนสำหรับข้อสอบอัตนัยในแบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 1 แบบทดสอบย่อย ฉบับที่ 2 และแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียน เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| คำอธิบาย                                                                                                                                                                                              | คะแนน |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือหลักเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การนับเบื้องต้น (หรือวิธีเรียงสับเปลี่ยน หรือวิธีจัดหมู่) ในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ ครบถ้วนและถูกต้อง เขียนอธิบายสื่อความหมายได้ชัดเจน ได้คำตอบถูกต้อง | 3     |
| ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือหลักเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การนับเบื้องต้น (หรือวิธีเรียงสับเปลี่ยนหรือวิธีจัดหมู่) ในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ ครบถ้วนและถูกต้อง เขียนอธิบายสื่อความหมายไม่ชัดเจน ได้คำตอบถูกต้อง  | 2     |
| ใช้แนวคิดทางคณิตศาสตร์หรือหลักเกี่ยวกับกฎเกณฑ์การนับเบื้องต้น (หรือวิธีเรียงสับเปลี่ยนหรือวิธีจัดหมู่) ในการแสดงวิธีการหาคำตอบได้ไม่ครบถ้วนและไม่ถูกต้อง แต่มีความพยายามในการเขียนอธิบายสื่อความหมาย  | 1     |
| ไม่มีความพยายามในการเขียนอธิบายสื่อความหมาย / ไม่มีร่องรอยในการเขียน                                                                                                                                  | 0     |

**หมายเหตุ** กรณีคะแนน 3 และคะแนน 2 ถ้าได้คำตอบผิดคะแนนจะถูกหัก 0.5 คะแนน

ตาราง 16 เกณฑ์การให้คะแนนจากการทำแบบทดสอบแบบเติมคำตอบในแบบทดสอบวัดความสามารถในการเรียน เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

| คำอธิบาย                                                                      | คะแนน |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|
| เติมคำตอบได้และแสดงเหตุผลได้ถูกต้องทั้งคู่                                    | 1     |
| เติมคำตอบถูก แต่แสดงเหตุผลไม่ถูกต้อง หรือเติมคำตอบผิด แต่แสดงเหตุผลได้ถูกต้อง | 0.5   |
| เติมคำตอบและแสดงเหตุผลผิดทั้งคู่                                              | 0     |



## แบบวัดความพึงพอใจที่มีต่อการจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์

### เรื่อง คณิตศาสตร์เชิงการจัด

**คำชี้แจง** โปรดพิจารณาข้อความข้างล่างนี้ โดยเขียนเครื่องหมาย ✓ ลงในช่องที่ตรงกับความเห็น  
ของนักเรียน โปรดตอบโดยใช้ความรู้สึกครั้งแรกที่นักเรียนรู้สึกเมื่ออ่านข้อความนั้น

5 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมากที่สุด

4 คะแนน หมายถึง พึงพอใจมาก

3 คะแนน หมายถึง พึงพอใจปานกลาง

2 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อย

1 คะแนน หมายถึง พึงพอใจน้อยที่สุด

| ข้อ                   | รายการ                                                                               | ระดับคะแนน |   |   |   |   |
|-----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|
|                       |                                                                                      | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| ด้านการจัดการเรียนรู้ |                                                                                      |            |   |   |   |   |
| 1                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้การเรียนรู้คณิตศาสตร์น่าสนใจมากขึ้น    |            |   |   |   |   |
| 2                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมการพบความรู้ด้วยตนเอง           |            |   |   |   |   |
| 3                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เปิดโอกาสให้มีอิสระทางความคิด               |            |   |   |   |   |
| 4                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมการคิดที่หลากหลาย               |            |   |   |   |   |
| 5                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้กล้าคิด กล้าทำ กล้าแสดงออก             |            |   |   |   |   |
| 6                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์เป็นการฝึกให้รู้จักการทำงานเป็นกลุ่ม        |            |   |   |   |   |
| 7                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยกระตุ้นความรู้สึกอยากเรียนรู้คณิตศาสตร์ |            |   |   |   |   |
| 8                     | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีขั้นตอนที่ชัดเจน เข้าใจง่าย               |            |   |   |   |   |

| ข้อ                                         | รายการ                                                                                             | ระดับคะแนน |   |   |   |   |
|---------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|---|---|---|---|
|                                             |                                                                                                    | 5          | 4 | 3 | 2 | 1 |
| 9                                           | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ทำให้ผู้เรียนมีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน        |            |   |   |   |   |
| 10                                          | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์มีความท้าทาย สนุก ไม่น่าเบื่อ                             |            |   |   |   |   |
| 11                                          | การจัดการเรียนรู้ตามแนวคิดคอนสตรัคติวิสต์ช่วยส่งเสริมบรรยายในการแสดงความคิดเห็น และแก้ปัญหาร่วมกัน |            |   |   |   |   |
| <b>ด้านเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้</b> |                                                                                                    |            |   |   |   |   |
| 13                                          | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้น่าสนใจ กระตุ้นความคิด และท้าทาย                                   |            |   |   |   |   |
| 14                                          | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความหลากหลาย                                                     |            |   |   |   |   |
| 15                                          | ภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความชัดเจน เข้าใจง่าย ไม่สับสน    |            |   |   |   |   |
| 16                                          | รูปแบบการนำเสนอเนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้มีความน่าสนใจ เข้าใจง่าย ชัดเจน                     |            |   |   |   |   |
| 17                                          | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้ส่งเสริมการค้นพบความรู้ด้วยตนเอง                                   |            |   |   |   |   |
| 18                                          | เนื้อหาที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้เหมาะสมกับความรู้ความสามารถของผู้เรียน                             |            |   |   |   |   |
| <b>ด้านผู้สอน</b>                           |                                                                                                    |            |   |   |   |   |
| 19                                          | ผู้สอนสร้างบรรยากาศในการเรียนรู้ที่ดี ไม่ตึงเครียด                                                 |            |   |   |   |   |
| 20                                          | ผู้สอนมีความรู้ด้านเนื้อหาดี                                                                       |            |   |   |   |   |
| 21                                          | ผู้สอนให้คำแนะนำที่เหมาะสมและเป็นທີ່ปรึกษาที่ดี                                                    |            |   |   |   |   |
| 22                                          | ผู้สอนสามารถจัดการเรียนรู้เป็นไปตามแผนการและระยะเวลาที่กำหนดไว้                                    |            |   |   |   |   |
| 23                                          | ผู้สอนยอมรับฟังความคิดเห็นที่แตกต่าง เปิดโอกาสให้คิดอย่างอิสระ                                     |            |   |   |   |   |
| 24                                          | ผู้สอนคอยให้กำลังใจ มีคำชมเชย และกระตุ้นผู้เรียนได้ดี                                              |            |   |   |   |   |
| 25                                          | ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ซักถามข้อสงสัย และสามารถตอบคำถามผู้เรียนได้อย่างเหมาะสม               |            |   |   |   |   |
| 26                                          | ผู้สอนให้ความสำคัญกับผู้เรียนทุกคน และมีความยุติธรรม                                               |            |   |   |   |   |

ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....



## ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-สกุล ศราวุฒ เพชรอินทร์

วัน เดือน ปี เกิด 15 มิถุนายน 2533

สถานที่เกิด อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี

วุฒิการศึกษา พ.ศ. 2551 มัธยมศึกษาตอนปลาย  
จาก โรงเรียนเบ็ญจะมะมหาราช จังหวัดอุบลราชธานี  
พ.ศ. 2555 ระดับปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.)  
สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
จาก มหาวิทยาลัยมหิดล  
พ.ศ. 2562 ระดับปริญญาโท การศึกษามหาบัณฑิต (กศ.ม.)  
สาขาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์  
จาก มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ  
ที่อยู่ปัจจุบัน 12 ถนนเทพโยธี ตำบลในเมือง  
อำเภอเมือง จังหวัดอุบลราชธานี 34000