การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

อรณิชา แสงแก้ว

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

อรณิชา แสงแก้ว

วิทยานิพนธ์เสนอบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยนเรศวร
เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต
สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน
ปีการศึกษา 2565
ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยนเรศวร

วิทยานิพนธ์ เรื่อง "การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4"

ของ อรณิชา แสงแก้ว

ได้รับการพิจารณาให้นับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร

ปริญญาการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กมลฉัตร กล่อมอิ่ม)

..... ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ)

..... กรรมการผู้ทรงคุณวุฒิภายใน

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ)

อนุมัติ

.....

(รองศาสตราจารย์ ดร.กรองกาญจน์ ชูทิพย์)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

ชื่อเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิด
เป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ผู้วิจัย อรณิชา แสงแก้ว

ประธานที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล

ประเภทสารนิพนธ์ วิทยานิพนธ์ กศ.ม. หลักสูตรและการสอน, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2565

คำสำคัญ กิจกรรมการเรียนรู้, ห้องเรียนกลับด้าน, กลวิธีการคิดเป็นภาพ, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์, ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

บทคัดย่อ

การวิจัยในครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อ (1) เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 (2) เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการตามกระบวนการวิจัยโดยใช้การวิจัยและพัฒนา (Research and Development) มีกลุ่มตัวอย่างเป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 30 คน โดยได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) โดยใช้ห้องเรียนเป็นหน่วยสุ่ม จำนวน 1 ห้องเรียน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ แบบวัดมโนทัศน์ แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานและและการทดสอบค่า t (t-test Dependent) ผลการวิจัยพบว่า

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยกระบวนการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ได้แก่ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ

และมอบหมายงาน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ ขั้นตอนที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา ขั้นตอนที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก และมีประสิทธิภาพของกิจกรรมเท่ากับ 75.19/75.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

Title THE DEVELOPMENT OF LEARNING ACTIVITY BY USING THE FLIPPED CLASSROOM AND VISUAL THINKING STRATEGY TO ENHANCE MATHEMATICAL CONCEPTS AND MATHEMATICAL SOLVING PROBLEM FOR GRADE X STUDENTS.

Author Oranicha Sangkaw

Advisor Assistant Professor Ph.D. Wichian Thamrongsotthisakul

Academic Paper M.Ed. Thesis in Curriculum and Instruction - (Type A 2), Naresuan University, 2022

Keywords Learning Activity, The Flipped Classroom, Visual Thinking Strategy, Mathenatical Concepts, Mathematical Solving Problem

ABSTRACT

The aims of this research were (1) to create and determine the effectiveness of learning activities by using the inverted classroom concept together with visual thinking strategies; to enhance concepts and ability to solve mathematical problems For students in grade X according to the criteria 75/75 (2) to study the results of learning activities using the inverted classroom concept together with visual thinking strategies. to enhance concepts and ability to solve mathematical problems For grade X students, the researcher followed the research process by using Research and Development. The sample consisted of 30 grade X students in the second semester of the academic year 2021, Naresuan University Demonstration Secondary School by using cluster random sampling using one classroom as a random unit. The research tools were learning activities using the inverted classroom concept together with visual thinking strategies. the conceptual measurement from Mathematics Problem Solving Ability Statistics used in data analysis were percentage, mean, standard deviation, and t-test (t-test Dependent). The results of the study found that.

1. Learning activities using the inverted classroom concept combined with visual thinking strategies. to enhance concepts and ability to solve mathematical

problems For grade X students, it consists of a 5-step learning process, namely step 1: preparation for teaching, media preparation, and assignment. Learning step 2 Study the material from the media. and record learning results Step 3: Summarize conceptualization Using visual thinking strategies. Step 4: Practice problem solving process. Step 5: Apply concepts to solve mathematical problems. is appropriate at a high level the efficiency of the activity was 75.19/75.27, which was in accordance with the 75/75 criterion.

2. Grade X students had mathematical concepts after learning through learning activities using the inverted classroom concept together with visual thinking strategies. to enhance concepts and ability to solve mathematical problems for grade X students was higher than before at the statistically significant level of 0.05.

3. Grade X students could solve mathematical problems after school with learning activities using the inverted classroom concept together with visual thinking strategies. to enhance concepts and ability to solve mathematical problems for grade X students was higher than before at the statistically significant level of 0.05.

ประกาศคุณูปการ

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความกรุณาของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วิเชียร ธำรงโสตถิสกุล ประธานที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้อุตส่าห์สละเวลาอันมีค่ามาเป็นที่ปรึกษา พร้อมทั้งให้คำแนะนำตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ และขอกราบขอบพระคุณกรรมการวิทยานิพนธ์ อันประกอบไปด้วย ผศ.ดร.อังคณา อ่อนธานี ผศ.ดร.จักรกฤษณ์ จันทะคุณ และ ผศ.ดร.เอื้อมพร หลินเจริญ และกรรมการผู้ทรงคุณวุฒิ ผศ.ดร.กมลฉัตร กล่อมอิ่ม ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องของวิทยานิพนธ์ด้วยความเอาใจใส่ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้อย่างสมบูรณ์และทรงคุณค่า

กราบขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม อาจารย์ผู้สอนประจำภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ อาจารย์ผู้สอนประจำภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร และ นางสาวธัญลักษณ์ อิงควระ อาจารย์ผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่กรุณาเป็นผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบและประเมินเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยอย่างละเอียดพร้อมทั้งให้ข้อเสนอแนะที่ผู้วิจัยสามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนางานวิจัยได้อย่างแท้จริง

ขอขอบคุณผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร สังกัดสำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา จังหวัดพิษณุโลกเป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาให้ความอนุเคราะห์ในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อการวิจัยเกี่ยวกับการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 และนักเรียนทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องและอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้วิจัยเป็นอย่างดีในการเก็บรวบรวมข้อมูล

เหนือสิ่งอื่นใดขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของผู้วิจัย และขอขอบคุณนางสาววรรณิดา คุณมี นายจุมพล อดุลกิตติพร และนายปิยพงษ์ เล็กประยูร ที่ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านอย่างดีที่สุดเสมอมา คุณค่าและคุณประโยชน์อันพึงจะมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบและอุทิศแด่ผู้มีพระคุณทุกๆ ท่าน ผู้วิจัยหวังเป็นอย่างยิ่งว่า งานวิจัยนี้จะเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาแนวทางในการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพและผู้ที่สนใจบ้างไม่มากก็น้อย

อรณิชา แสงแก้ว

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ค

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

ประกาศคุณูปการ ..... ช

สารบัญ ..... ฌ

สารบัญตาราง ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

จุดมุ่งหมายของการศึกษา 5

ความสำคัญของงานวิจัย 5

ขอบเขตของงานวิจัย 6

นิยามศัพท์เฉพาะ 8

สมมติฐานของการวิจัย 9

บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 10

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน 12

1.1 เป้าหมายหลักสูตร 12

1.2 การเปลี่ยนแปลงของหลักสูตร 12

1.3 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์ 13

1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้ 14

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์ 15
1.6 คุณภาพผู้เรียน 15
1.7 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย 15
1.8 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์.....20
2. กิจกรรมการเรียนรู้ 23
2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้.....23
2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้.....24
2.3 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้.....26
2.4 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ 31
2.5 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ 33
3. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน.....36
3.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน 36
3.2 แนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน 38
3.3 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน 41
3.4 รูปแบบและขั้นตอนของห้องเรียนกลับด้าน.....44
3.5 คุณค่าและประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน 61
4. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ.....61
4.1 ความหมายของกลวิธีการคิดเป็นภาพ 61
4.2 ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ.....62
4.3 องค์ประกอบของการคิดเป็นภาพ.....62
4.4 เทคนิคการคิดเป็นภาพ.....63
4.5 เทคนิคการวาดภาพแบบคิดเป็นภาพ 63

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 66
5.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....66
5.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 66
5.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่อการแก้ปัญหา.....68
5.4 องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....68
5.5 การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 71
5.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 72
6. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 73
6.1 ความหมายของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 73
6.2 ความสำคัญของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์.....75
6.3 องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 75
6.4 กระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 78
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 80
7.1 งานวิจัยในประเทศ.....80
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ 82
8. กรอบแนวคิดการวิจัย 85
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย.....87
ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 87

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 101

บทที่ 4 ผลการวิจัย 110

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 110

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 118

บทที่ 5 บทสรุป 120

สรุปผลการวิจัย 120

อภิปรายผล 121

ข้อเสนอแนะ 125

บรรณานุกรม 127

ภาคผนวก 104

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย 105

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย 106

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 186

ประวัติผู้วิจัย 198

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1 สาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 13

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.1 16

ตารางที่ 3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต 19

ตารางที่ 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต 19

ตารางที่ 5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต 20

ตารางที่ 6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระการวัดและเรขาคณิต 20

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ 46

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต 89

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 90

ตารางที่ 10 แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest – Posttest Design 101

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ และภาคตัดกรวยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 103

ตารางที่ 12 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 105

ตารางที่ 13 ระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน 112

ตารางที่ 14 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน 114

ตารางที่ 15 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน 115

ตารางที่ 16 ความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 3 คน 116

ตารางที่ 17 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน 117

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน 118

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน 118

บทที่ 1
บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาศักยภาพของผู้เรียนในด้านของความคิดการวางแผนและการทำงานอย่างเป็นระบบ เพื่อพัฒนาให้ผู้เรียนมีความคิดสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วน รอบคอบ ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ดังนั้นการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์จะต้องเตรียมผู้เรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้สิ่งต่างๆ พร้อมที่จะต่อยอดไปใช้ในการประกอบอาชีพและดำเนินชีวิตให้มีคุณภาพยิ่งขึ้นเมื่อจบการศึกษา อีกทั้งคณิตศาสตร์ยังนำไปสร้างองค์ความรู้และนำคณิตศาสตร์ไปบูรณาการกับวิชาอื่นๆ เพื่อต่อยอดไปใช้ในการประกอบอาชีพและการดำรงชีวิตได้ และเนื่องจากโลกมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้การศึกษาจะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง รวมทั้งวิชาคณิตศาสตร์ที่เป็นพื้นฐานของการพัฒนามนุษย์ ดังนั้นการเรียนรู้ในรายวิชาคณิตศาสตร์จึงมีความจำเป็นและจะต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ตลอดเวลา ผู้สอนจะต้องออกแบบการเรียนรู้ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ โดยให้ผู้เรียนเกิดทักษะและกระบวนการตามที่แต่ละสถานการณ์กำหนด

อย่างไรก็ตามการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ยังไม่ประสบความสำเร็จตามที่มุ่งหวัง ซึ่งจะเห็นได้จากผลการทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติขั้นพื้นฐาน (O-NET) ในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ปีการศึกษา 2563 พบว่า คะแนนเฉลี่ยวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 มีค่าเฉลี่ยร้อยละ 26.04 ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานร้อยละ 50 (สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ, 2563) และจากการทดสอบตามโครงการ PISA 2018 นับตั้งแต่การประเมินครั้งแรกใน PISA 2000 แม้ว่าประเทศไทยมีคะแนนคณิตศาสตร์น้อยกว่าค่าเฉลี่ย OECD แต่ก็เป็นคะแนนคณิตศาสตร์ที่นักเรียนไทยทำได้สูงสุดตั้งแต่ที่มีการประเมินมา หลังจากนั้นตลอดระยะเวลาเกือบ 20 ปี ความรู้และทักษะด้านคณิตศาสตร์ของนักเรียนไทยไม่ได้มีการพัฒนาขึ้น ซึ่งพบว่า แนวโน้มการเปลี่ยนแปลงของคะแนนตั้งแต่การประเมินรอบแรกจนถึงปัจจุบัน ผลการประเมินด้านคณิตศาสตร์ของไทยไม่เปลี่ยนแปลง มีคะแนนเฉลี่ยอยู่ที่ 419 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (สสวท.), 2564, น. 177 - 178)

จากปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการที่วิชาคณิตศาสตร์มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและผลการทดสอบจากสถาบันการทดสอบต่างๆ อยู่ในเกณฑ์ที่ต่ำกว่ามาตรฐาน อาจเกิดจากหลายสาเหตุ ไม่ว่าจะเป็นสาเหตุจากครูผู้สอน เนื้อหาของรายวิชา ความเข้าใจคลาดเคลื่อน การประยุกต์ใช้

คณิตศาสตร์เข้ากับศาสตร์อื่นๆ สิ่งแวดล้อมในการเรียน ความพร้อมของนักเรียน วิธีการจัดการเรียนการสอน รวมทั้งความคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนอีกด้วย

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญ 3 ประการ ดังนี้ 1) เราสามารถบอกเหตุผลโดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์เรื่อง จำนวนตรรกยะก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวนหนึ่งเป็นจำนวนตรรกยะหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น 2) มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้และพบสมบัติบางประการอื่นๆ ที่นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้ 3) มโนทัศน์จะทำให้เราค้นพบความรู้ใหม่ (Cooney, Davis and Henderson, 1975, น. 89 - 90 อ้างอิงใน มัญฑนา ลาภยิ่งยง, 2562, น. 3) และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ (Makanong, 2003, น. 17 อ้างอิงใน มัญฑนา ลาภยิ่งยง, 2562, น. 3)

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยามเป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น และการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับผู้เรียนบนพื้นฐานของความรู้ความสามารถ และประสบการณ์ในการทำงานทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้ผู้เรียนสร้างความรู้ทางคณิตศาสตร์ด้วยความเข้าใจที่ถ่องแท้และสามารถนำความรู้เหล่านี้ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งเป็นพื้นฐานที่มั่นคงสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น (อัมพร ม้าคะนอง, 2557, น. 15 - 17) และนักเรียนที่ขาดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แต่เรียนโดยการท่องจำ ทำแบบฝึกหัดคณิตศาสตร์แบบซ้ำ ๆ หรือแก้ปัญหาคณิตศาสตร์โดยใช้กระบวนการที่คุ้นเคยกับที่สอนในห้อง จะทำให้ไม่เข้าใจความหมาย ที่มา ความสำคัญ และการใช้งานของเนื้อหาคณิตศาสตร์ที่เรียน ทำให้ไม่สามารถเชื่อมโยงความรู้คณิตศาสตร์ในระดับต่าง ๆ ไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ (อัมพร ม้าคะนอง, 2551, น. 2 – 3)

ดังนั้นจึงกล่าวได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญต่อการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพราะมโนทัศน์จะช่วยจัดระบบระเบียบความคิด จัดองค์ความรู้ให้เป็นระบบ และช่วยให้เกิดการเรียนรู้ได้ง่ายขึ้น นั่นคือ ถ้าหากว่านักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดี จะทำให้นักเรียนมีความสามารถในการจำแนกสิ่งต่างๆ ตามความคิดที่เป็นนามธรรมได้ดีขึ้น และทำให้นักเรียนมีความเข้าใจในคณิตศาสตร์ได้มากขึ้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ควรเป็นการสอนที่ทำให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ แยกแยะ และทำความเข้าใจด้วยตนเอง โดยมีครูคอยให้คำแนะนำ ถ้าหากนักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องก็จะนำไปสู่กระบวนการในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่นักเรียนจะสามารถแก้ไขต่างๆ ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสมอีกด้วย

การแก้ปัญหา เป็นทักษะความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ และเมื่อนักเรียนได้ฝึกคิดแก้ปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้าง ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้ว หรือสามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้ ซึ่งจะทำให้นักเรียนที่มีทักษะในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็วและเหมาะสม ซึ่งกิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้ (ปรีชา เนาว์เย็นผล, 2544, หน้า 31 - 33)

การพัฒนามโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ควรออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ด้วยตนเอง ซึ่งแนวคิดห้องเรียนกลับด้านสามารถช่วยเสริมสร้างมโนทัศน์ ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ช่วยเพิ่มแรงจูงใจในการเรียนได้ ดังเช่นงานวิจัยของ ยุภาพร ด้วงโต๊ด (2561); สราญจิต อ้นพา (2561); อากร พุทธรักษา (2561); Graham Brent Johnson (2013); Tracy Muit & Vince Geiger (2015) และ chiu - lin lai & gwo - jen hwang (2016)

แนวคิดการเรียนรู้แบบกลับด้านเกิดขึ้นตามแนวคิดของ Jonathan Bergman และ Aaron Sams ซึ่งเป็นครูเคมีของโรงเรียนวู๊ดส์แลนด์ ปาร์ก ไฮสคูง (Woodland Park High School) ในรัฐโคราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา โดยเขากล่าวว่า รูปแบบห้องเรียนกลับด้านเป็นวิธีการที่ครอบคลุมการใช้เทคโนโลยีอินเตอร์เน็ต เพื่อยกระดับการเรียนรู้ในห้องเรียนต่างๆ เพื่อให้สามารถใช้เวลามากขึ้นในการมีปฏิสัมพันธ์กับผู้เรียนแทนการบรรยายหน้าชั้นเรียนอย่างเดียว รูปแบบห้องเรียนกลับด้านต้องการช่วยนักเรียนที่มีปัญหาเข้าชั้นเรียนไม่ทันเพื่อน เพราะหยุดเรียนเพื่อไปทำกิจกรรม หรืออีกสาเหตุเพราะเรียนรู้ได้ช้า โดยให้เหตุผลที่ควรกลับด้านห้องเรียน คือ เพื่อเปลี่ยนวิธีการถ่ายทอดความรู้ของครูจากที่เคยบรรยายหน้าชั้นหรือเปลี่ยนจากครูผู้สอนไปเป็นครูฝึกแทน ฝึกการทำกิจกรรมอื่นหรือทำแบบฝึกหัดให้แก่ผู้เรียนในชั้นเรียน โดยฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ ผู้เรียนเป็นรายบุคคล หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นครูติวเตอร์ เพื่อใช้เทคโนโลยีการเรียนที่เด็กสมัยใหม่ชอบ คือ ไอซีที หรืออาจเรียกว่าเป็นการนำโลกของโรงเรียนเข้าสู่โลกของนักเรียน คือ โลกดิจิตัลช่วยเด็กที่มีงานยุ่ง เด็กเรียนอ่อนที่ขวนขวาย เด็กที่มีความสามารถในการเรียนรู้แตกต่างกันให้มี

ความก้าวหน้าในการเรียนตามความสามารถของตนเอง เด็กสามารถหยุดและตอบกลับครูของตนได้ ช่วยให้ปฏิสัมพันธ์ระหว่างเด็กกับผู้อื่น เป็นการสร้างความเชื่อมั่นในคุณภาพของการเรียนการสอน ให้แก่ผู้ปกครองนำไปสู่การเรียนรู้แบบ FlippedMastery Approach 21 (วิจารณ์พานิช, 2556, น. 15 - 19) ครูตั้งข้อสังเกตอย่างหนึ่งคือ ตนเองไม่เคยพบเห็นเด็กเรียนอ่อนมากสามารถปรับตนเอง เปลี่ยนให้เป็นเด็กที่เรียนดีในห้องเรียนเดิมแต่สามารถพบในห้องเรียนกลับด้าน (วิจารณ์พานิช, 2556, น. 74) และยังสอดคล้องกับไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2557, น. 101) ที่กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านเป็นวิธีการที่ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาสื่อการเรียนรู้ก่อนการเรียนในชั้นเรียน ทำให้นักเรียนเข้าใจ จดบันทึก และตั้งคำถามก่อนล่วงหน้า และในชั้นเรียนครูจะจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ต่อยอดจาก เนื้อหา หรือถามตอบเกี่ยวกับเนื้อหาที่นักเรียนได้ไปศึกษามาล่วงหน้าแล้ว เพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียน ซึ่งแนวคิดนี้สอดคล้องกับวิธีการเรียนรู้ของนักเรียนในยุคปัจจุบันที่จะต้องเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยีเป็นอย่างมาก ดังนั้นแนวทางเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน โดยผู้เรียนได้ศึกษาค้นคว้าใช้ความรู้ความสามารถในการเรียนรู้ด้วยตนเองเป็นการเรียนรู้ตลอดชีวิต และเป็นไปตามแนวทางของการปฏิรูปความรู้อย่างแท้จริง

อย่างไรก็ตามแนวคิดห้องเรียนกลับด้านเป็นเพียงการสอนที่ให้นักเรียนได้ฝึกคิด วิเคราะห์ด้วยตนเอง แต่ใช่ว่านักเรียนทุกคนที่ได้เรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านจะมีกระบวนการคิดที่ถูกต้อง จึงจำเป็นที่จะต้องมีเทคนิคการสอนอื่นๆ มาช่วยในการเสริมสร้างมโนทัศน์ที่ถูกต้องให้กับนักเรียน ซึ่งในการวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เห็นถึงการคิดเป็นภาพที่อาจมีส่วนทำให้นักเรียนมีกระบวนการคิด การทำความเข้าใจในสิ่งที่เรียนรู้ได้ถูกต้องและตรงกัน

การคิดเป็นภาพ (Visual Thinking) เป็นเครื่องมือช่วยให้สมองคิดอย่างเป็นระบบระเบียบ โดยการคิดและการวาดภาพไปพร้อมกัน จากนั้นจึงถ่ายทอดเป็นภาพไปพร้อมกัน จากนั้นจึงถ่ายทอดเป็นภาพ เพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและมองเห็นภาพเดียวกัน (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2560) ซึ่งสอดคล้องกับศรายุทธ รัตนภูมิ (2561) ที่กล่าวว่า การสื่อด้วยภาพทำให้สามารถมองเห็นเนื้อความได้ในครั้งเดียว การเริ่มเขียนภาพใหม่ ๆ ให้นำคำสำคัญมาเขียนแบบลองผิดลูกถูกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสามารถอธิบายและทำให้ผู้อื่นยอมรับในความคิดของเราได้ สิ่งที่เป็นพื้นฐานแห่งการยอมรับ คือ การมีตรรกะและเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็น และนอกจากนี้ยังมีการศึกษาที่ได้นำกลวิธีการคิดเป็นภาพไปใช้เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดังเช่นงานวิจัยของ Teri Campos (2018) และ Edy Surya, Jozua Sabandar, Yaya S. Kusumah, Darhim (2013)

จากสภาพปัญหาข้างต้น ผู้วิจัยในฐานะครูผู้สอนวิชาคณิตศาสตร์ ในระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การจัดการเรียนการสอนในนมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย เป็นเนื้อหาที่ต้องอาศัยไหวพริบในการมองภาพ มีเนื้อหาที่ค่อนข้างซับซ้อน และเป็นเนื้อหาหนึ่งที่เป็นปัญหาต่อการเรียนรู้ของนักเรียน ซึ่งทำให้มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนค่อนข้างต่ำอย่างต่อเนื่องสะท้อน

ให้เห็นถึงแนวโน้มของปัญหาการเรียนการสอนวิชาคณิตศาสตร์ที่ไม่ประสบความสำเร็จซึ่งส่งผลกระทบโดยตรงต่อการจัดการเรียนการสอนรายวิชาคณิตศาสตร์ในระดับสูงต่อไป ผู้วิจัยจึงพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

จุดมุ่งหมายของการศึกษา

1. เพื่อสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

2. เพื่อศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยพิจารณาจาก

2.1 เปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

2.2 เปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียน

ความสำคัญของงานวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสำคัญของงานวิจัยดังนี้

1. ได้กิจกรรมการเรียนรู้ที่จะส่งเสริมให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น อันเป็นความสามารถพื้นฐานนำไปสู่การพัฒนาความสามารถด้านคณิตศาสตร์ในระดับที่สูงขึ้น

2. เป็นแนวทางสำหรับครูผู้สอนและผู้ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้วิชาคณิตศาสตร์ได้สามารถนำไปพัฒนาคุณภาพหรือต่อยอดการจัดการเรียนการสอนของนักเรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอบเขตของงานวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ มีขอบเขตการวิจัยตามกระบวนการวิจัยและพัฒนา (Research and Development) ผู้วิจัยได้แบ่งการวิจัยออกเป็น 2 ขั้นตอน โดยกำหนดขอบเขตในแต่ละขั้นตอนออกเป็น 3 ด้าน คือ ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล ขอบเขตด้านเนื้อหา และขอบเขตด้านตัวแปร ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75 ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน ประกอบด้วย ผู้เชี่ยวชาญด้านหลักสูตรและการสอนด้านคณิตศาสตร์ และด้านการสอนคณิตศาสตร์ เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้คือ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่

สาระที่ 2 : การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิตความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.4 – 6/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75

ขั้นตอนที่ 2 เปรียบเทียบมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ขอบเขตด้านแหล่งข้อมูล

ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 7 ห้องเรียน จำนวน 210 คน

กลุ่มตัวอย่าง คือ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย (Simple sampling)

ขอบเขตด้านเนื้อหา

เนื้อหาที่นำมาใช้คือ รายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ได้แก่

สาระที่ 2 : การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ม.4 – 6/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา จำนวน 1 หน่วยการเรียนรู้ รวม 12 ชั่วโมง

เนื้อหาแบ่งออกเป็นจำนวน 6 แผน ประกอบด้วย

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ระยะห่างจุดไปยังวงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พาราโบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 วงรี	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ไฮเพอร์โบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ไฮเพอร์โบลามุมฉาก	จำนวน 2 ชั่วโมง

ขอบเขตด้านตัวแปร

ตัวแปรต้น คือ การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

ตัวแปรตาม

1. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. ห้องเรียนกลับด้าน หมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนศึกษาสาระสำคัญของบทเรียนด้วยตนเอง และนำผลงานหรือปัญหาที่บันทึกไว้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูหรือเพื่อนร่วมชั้นเรียน

2. การคิดเป็นภาพ หมายถึง การแปลงมโนทัศน์ออกมาเป็นภาพที่สามารถช่วยให้การสื่อเนื้อหาที่มีความซับซ้อนให้เข้าใจง่าย ชัดเจน และตรงกัน รวมถึงสามารถดำเนินกิจกรรมไปในทิศทางเดียวกัน ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้ดีผ่านภาพวาด โดยใช้เครื่องมือการวาดภาพเพื่อประกอบการสื่อสาร

3. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้เพื่อพัฒนาผู้เรียนให้มีมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีขั้นตอนการเรียนรู้ตามกระบวนการของแนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ซึ่งมีการสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 การฝึกกระบวนการแก้ปัญหา
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดที่เป็นทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม ความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย วัดโดยแบบวัดมโนทัศน์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ

5. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ หมายถึง การใช้ความรู้ความเข้าใจหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย มาทำความเข้าใจปัญหา เลือกใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา การใช้ยุทธวิธีการแก้ปัญหา และการสรุปคำตอบให้สอดคล้องกับปัญหา วัดโดยใช้แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น เป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

6. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง คุณภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยพิจารณาจากร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งเป็นประสิทธิภาพกระบวนการและประสิทธิภาพผลลัพธ์ตามเกณฑ์ 75/75

75 ตัวแรก หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยจากการทำใบงานระหว่างที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

75 ตัวหลัง หมายถึง ร้อยละของคะแนนเฉลี่ยของการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ไม่น้อยกว่าร้อยละ 75

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

2. นักเรียนที่เรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน

บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าเอกสาร แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องตามลำดับดังนี้

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.1. เป้าหมายของหลักสูตร

1.2. การเปลี่ยนแปลงของหลักสูตร

1.3. เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

1.4. สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

1.5. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

1.6. คุณภาพผู้เรียน

1.7. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง

1.8. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1. ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

2.2. องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

2.3. หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

2.4. ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

2.5. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

3. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

3.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

3.2 แนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน

3.3 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

3.4 รูปแบบและขั้นตอนของห้องเรียนกลับด้าน

3.5 คุณค่าและประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน

4. การคิดเป็นภาพ

4.1 ความหมายของกลวิธีการคิดเป็นภาพ

4.2 ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ

4.3 องค์ประกอบของการคิดเป็นภาพ

4.4 เทคนิคการคิดเป็นภาพ

4.5 เทคนิคการวาดภาพแบบคิดเป็นภาพ

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.1. ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.2. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.3. ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่อการแก้ปัญหา

5.4. องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.5. การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.6. การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.1. ความหมายของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.2. ความสำคัญของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.3. องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.4. กระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.5. การประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1. งานวิจัยในประเทศ

7.2. งานวิจัยต่างประเทศ

8. กรอบแนวคิดการวิจัย

1. หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน

1.1 เป้าหมายหลักสูตร

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีเป้าหมายที่ต้องการให้เกิดกับผู้เรียนเมื่อจบหลักสูตร ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับแนวคิด หลักการ ทฤษฎีในสาระคณิตศาสตร์ที่จำเป็น พร้อมทั้งสามารถนำไปประยุกต์ได้

2. มีความสามารถในการแก้ปัญหา สื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เชื่อมโยง ให้เหตุผล และมีความคิดสร้างสรรค์

3. มีเจตคติที่ดีต่อคณิตศาสตร์ เห็นคุณค่าและตระหนักถึงความสำคัญของคณิตศาสตร์ สามารถนำ ความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปเป็นเครื่องมือในการเรียนรู้ในระดับการศึกษาที่สูงขึ้น ตลอดจนการประกอบอาชีพ

4. มีความสามารถในการเลือกใช้สื่อ อุปกรณ์ เทคโนโลยีและแหล่งข้อมูลที่เหมาะสมเพื่อเป็นเครื่องมือ ในการเรียนรู้การสื่อสาร การทำงาน และการแก้ปัญหาอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

1.2 การเปลี่ยนแปลงของหลักสูตร

จากข้อมูลผลการวิจัยข้างต้นและเป้าหมายของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ทำ ให้หลักสูตรมีการเปลี่ยนแปลงในด้านต่างๆ ดังนี้

การเปลี่ยนแปลงด้านการจัดสาระการเรียนรู้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560)ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยได้แยกทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ออกจากสาระการเรียนรู้ ซึ่งทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ยังคงประกอบไปด้วย 5 ทักษะเดิม ได้แก่การแก้ปัญหา การสื่อสาร และสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ โดยกำหนดให้มีการประเมินความสามารถด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ควบคู่ไปกับการประเมินด้านเนื้อหาสาระ ดังจะเห็นได้จากการเปลี่ยนแปลงของตัวชี้วัดที่ระบุไว้ในหลักสูตร

การเปลี่ยนแปลงด้านโครงสร้างรายวิชาและโครงสร้างเวลาเรียน

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย กำหนดให้ผู้เรียนทุกคนต้องเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐานให้ครบทุกตัวชี้วัดตามที่หลักสูตรกำหนดหรือสูงกว่าภายใน 3 ปีซึ่ง

สถานศึกษาสามารถนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัดไปจัดรายวิชาให้ตรงตามชั้นปีที่กำหนด หรือยืดหยุ่นระหว่างชั้นปีโดยนำ ไปจัดภาคเรียนใดหรือชั้นปีใดก็ได้ตามความเหมาะสมและศักยภาพของผู้เรียน สำหรับการจัดเวลาเรียนนั้น หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย ได้กำหนดให้เวลาเรียนสำหรับรายวิชาพื้นฐานยืดหยุ่นใน 8 กลุ่มสาระการเรียนรู้และมีเวลาเรียนรวมสำหรับรายวิชาพื้นฐาน 1,640 ชั่วโมง ใน 3 ปี

การเปลี่ยนแปลงด้านเนื้อหา

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย มุ่งหวังให้ผู้เรียนมีความรู้ด้านเนื้อหาเพื่อเป็นพื้นฐานความรู้และสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ มีความสอดคล้องกับการศึกษาต่อระดับอุดมศึกษาทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ สสวท. จึงได้คัดเลือกเนื้อหาที่เหมาะสมและจำเป็นสำหรับผู้เรียน โดยเนื้อหาที่ปรากฏในสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 มีการเปลี่ยนแปลงจากสาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 1 สาระการเรียนรู้แกนกลางของหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

จำนวนและพีชคณิต	การวัดและเรขาคณิต	สถิติและความน่าจะเป็น
เนื้อหาที่ตัดออก - การให้เหตุผล	- อัตราส่วน ตรีโกณมิติ	- การสำรวจความคิดเห็น
เนื้อหาที่เพิ่ม - ตรรกศาสตร์เบื้องต้น - ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน		

1.3 เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระพื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ 3 สาระ ได้แก่ จำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต และสถิติและความน่าจะเป็น โดยผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญดังนี้

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับระบบจำนวนจริง สมบัติเกี่ยวกับจำนวนจริง อัตราส่วน

ร้อยละ การประมาณค่า การแก้ปัญหาเกี่ยวกับจำนวน การใช้จำนวนในชีวิตจริง แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน เซต ตรรกศาสตร์ นิพจน์ เอกนาม พหุนาม สมการ ระบบสมการ อสมการ กราฟ ดอกเบี้ยและมูลค่าของเงินลำดับและอนุกรม และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่างๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับความยาว ระยะทาง น้ำหนัก พื้นที่ ปริมาตรและความจุ เงินและเวลา หน่วยวัดระบบต่างๆ การคาดคะเนเกี่ยวกับการวัด อัตราส่วนตรีโกณมิติ รูปเรขาคณิตและสมบัติของรูปเรขาคณิต การนึกภาพ แบบจำลองทางเรขาคณิต ทฤษฎีบททางเรขาคณิต การแปลงทางเรขาคณิตในเรื่องการเลื่อนขนาน การสะท้อน การหมุน และการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิต ไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับ การตั้งคำถามทางสถิติ การเก็บรวบรวมข้อมูล การคำนวณค่าสถิติการนำ เสนอและแปลผลสำหรับข้อมูลเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ หลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็นการใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่าง ๆ และช่วยในการตัดสินใจ

1.4 สาระและมาตรฐานการเรียนรู้

หลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์(ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้พื้นฐานที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนทุกคนไว้ดังนี้

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเน ขนาดของสิ่งที่ต้องการวัดและนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้นความน่าจะเป็น และนำไปใช้

1.5 คุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนคณิตศาสตร์

ในหลักสูตรกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐานพุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ตัวชี้วัด และสาระการเรียนรู้แกนกลาง เพื่อให้ผู้เรียนมีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ดังต่อไปนี้

1. ทำความเข้าใจหรือสร้างกรณีทั่วไปโดยใช้ความรู้ที่ได้จากการศึกษากรณีตัวอย่างหลายๆ กรณี

2. มองเห็นว่าสามารถใช้คณิตศาสตร์แก้ปัญหาในชีวิตจริงได้

3. มีความมุมานะในการทำ ความเข้าใจปัญหาและแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

4. สร้างเหตุผลเพื่อสนับสนุนแนวคิดของตนเองหรือโต้แย้งแนวคิดของผู้อื่นอย่างสมเหตุสมผล

5. ค้นหาลักษณะที่เกิดขึ้นซ้ำๆ และประยุกต์ใช้ลักษณะดังกล่าวเพื่อทำ ความเข้าใจหรือแก้ปัญหาในสถานการณ์ต่าง ๆ

1.6 คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อผ่านหลักสูตร จะมีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซตและตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้
3. นำความรู้เกี่ยวกับเลขยกกำลัง ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม ไปใช้ในการแก้ปัญหา รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับดอกเบี้ยและมูลค่าของเงิน
4. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ

1.7 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลางระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย

สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตารางที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 1 มาตรฐาน ค 1.1

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต และตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	**เซต** - ความรู้เบื้องต้นและสัญลักษณ์พื้นฐานเกี่ยวกับเซต - ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน และคอมพลีเมนต์ของเซต **ตรรกศาสตร์เบื้องต้น** - ประพจน์และตัวเชื่อม (นิเสธ และ หรือ ถ้า ...แล้ว... ก็ต่อเมื่อ)

สาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

ตาราง 3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง สาระที่ 3 มาตรฐาน ค 3.2

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้หลักการบวกและการคูณ การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา	**หลักการนับเบื้องต้น** - หลักการบวกและการคูณ - การเรียงสับเปลี่ยนเชิงเส้นกรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด - การจัดหมู่กรณีที่สิ่งของแตกต่างกันทั้งหมด
2. หาความน่าจะเป็นและนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้	**ความน่าจะเป็น** - การทดลองสุ่มและเหตุการณ์ - ความน่าจะเป็นของเหตุการณ์

คณิตศาสตร์เพิ่มเติม

คณิตศาสตร์เพิ่มเติมจัดทำขึ้นสำหรับผู้เรียนในระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย แผนการเรียนวิทยาศาสตร์ที่จำเป็นต้องเรียนเนื้อหาในสาระจำนวนและพีชคณิต การวัดและเรขาคณิต สถิติและความน่าจะเป็น รวมทั้งสาระแคลคูลัส ให้มีความลุ่มลึกขึ้น ซึ่งเป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการศึกษาต่อในระดับอุดมศึกษาในด้านวิทยาศาสตร์คณิตศาสตร์เพิ่มเติมนี้ได้จัดทำขึ้นให้มีเนื้อหาสาระที่ทัดเทียมกับนานาชาติเน้นการคิดวิเคราะห์การคิดอย่างมีวิจารณญาณ การแก้ปัญหา การคิดสร้างสรรค์การใช้เทคโนโลยีการสื่อสารและการร่วมมือ รวมทั้งเชื่อมโยงความรู้สู่การนำไปใช้ในชีวิตจริง

เรียนรู้อะไรในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

ในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม ผู้เรียนจะได้เรียนรู้สาระสำคัญ ดังนี้

จำนวนและพีชคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เซต ตรรกศาสตร์ จำนวนจริงและพหุนาม จำนวนเชิงซ้อน ฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม ฟังก์ชันตรีโกณมิติ ลำดับและอนุกรม เมทริกซ์ และการนำความรู้เกี่ยวกับจำนวนและพีชคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

การวัดและเรขาคณิต เรียนรู้เกี่ยวกับ เรขาคณิตวิเคราะห์ เวกเตอร์ในสามมิติและการนำความรู้เกี่ยวกับการวัดและเรขาคณิตไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สถิติและความน่าจะเป็น เรียนรู้เกี่ยวกับหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น การแจกแจงความน่าจะเป็นเบื้องต้น และใช้ความรู้เกี่ยวกับสถิติและความน่าจะเป็นในการอธิบายเหตุการณ์ต่างๆ และช่วยในการตัดสินใจ

แคลคูลัส เรียนรู้เกี่ยวกับลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชันอนุพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต ปริพันธ์ของฟังก์ชันพีชคณิต และการนำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสไปใช้ในสถานการณ์ต่าง ๆ

สาระคณิตศาสตร์เพิ่มเติม

เป้าหมายของการพัฒนาผู้เรียนในคณิตศาสตร์เพิ่มเติม มี 2 ลักษณะคือ เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน เพื่อให้เกิดการต่อยอดองค์ความรู้และเรียนรู้สาระนั้นอย่างลึกซึ้ง ได้แก่ สาระจำนวนและพีชคณิต และสาระสถิติและความน่าจะเป็น และไม่ได้เชื่อมโยงกับมาตรฐานการเรียนรู้ในคณิตศาสตร์พื้นฐาน ได้แก่ สาระการวัดและเรขาคณิต และสาระแคลคูลัส

สาระจำนวนและพีชคณิต

1. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการและนำไปใช้

2. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรมและนำไปใช้

3. ใช้นิพจน์ สมการ อสมการและเมทริกซ์ อธิบายความสัมพันธ์ หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สาระการวัดและเรขาคณิต

1. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์และนำไปใช้

2. เข้าใจเวกเตอร์การดำ เนินการของเวกเตอร์และนำไปใช้

สาระสถิติและความน่าจะเป็น

1. เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

สาระแคลคูลัส

1. เข้าใจลิมิตและความต่อเนื่องของฟังก์ชัน อนุพันธ์ของฟังก์ชัน และปริพันธ์ของฟังก์ชัน และนำไปใช้

คุณภาพผู้เรียน

ผู้เรียนระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย เมื่อเรียนครบทุกผลการเรียนรู้ มีคุณภาพดังนี้

1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้น ในการสื่อสารสื่อความหมาย และการอ้างเหตุผล
3. เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนจริงและพหุนาม
4. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับฟังก์ชัน ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล ฟังก์ชัน ลอการิทึม และฟังก์ชันตรีโกณมิติ
5. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์
6. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเมทริกซ์
7. เข้าใจและใช้สมบัติของจำนวนเชิงซ้อน
8. นำความรู้เกี่ยวกับเวกเตอร์ในสามมิติไปใช้
9. เข้าใจและใช้หลักการนับเบื้องต้น การเรียงสับเปลี่ยน และการจัดหมู่ในการแก้ปัญหา และนำความรู้เกี่ยวกับความน่าจะเป็นไปใช้
10. นำความรู้เกี่ยวกับลำดับและอนุกรมไปใช้
11. เข้าใจและใช้ความรู้ทางสถิติในการวิเคราะห์ข้อมูล นำเสนอข้อมูลและแปลความหมายข้อมูล เพื่อประกอบการตัดสินใจ
12. หาความน่าจะเป็นของเหตุการณ์ที่เกิดจากตัวแปรสุ่มที่มีการแจกแจงเอกรูป การแจกแจงทวินาม และการแจกแจงปกติและนำไปใช้
13. นำความรู้เกี่ยวกับแคลคูลัสเบื้องต้นไปใช้

ผลการเรียนรู้และสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม

สาระจำนวนและพีชคณิต

1. เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

ตารางที่ 3 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเซต ในการสื่อสารและสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์	**เซต** - ความรู้เบื้องต้นและสัญลักษณ์พื้นฐานเกี่ยวกับเซต - ยูเนียน อินเตอร์เซกชัน และคอมพลีเมนต์ของเซต
2. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับตรรกศาสตร์เบื้องต้นในการสื่อสาร สื่อความหมาย และอ้างเหตุผล	**ตรรกศาสตร์** - ประพจน์และตัวเชื่อม - ประโยคที่มีตัวบ่งปริมาณตัวเดียว - การอ้างเหตุผล
3. เข้าใจจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา	**จำนวนจริงและพหุนาม** - จำนวนจริงและสมบัติของจำนวนจริง - ค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริงและสมบัติของค่าสัมบูรณ์ของจำนวนจริง - จำนวนจริงในรูปกรณฑ์และจำนวนจริงในรูปเลขยกกำลัง

2. เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

ตารางที่ 4 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. หาผลลัพธ์ของการบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน หาฟังก์ชันประกอบและฟังก์ชันผกผัน 2. ใช้สมบัติของฟังก์ชันในการแก้ปัญหา 3. เข้าใจลักษณะกราฟของฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึมและนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	**ฟังก์ชัน** - การบวก การลบ การคูณ การหารฟังก์ชัน - ฟังก์ชันประกอบ - ฟังก์ชันผกผัน **ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม** - ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียล - ฟังก์ชันลอการิทึม

3. ใช้นิพจน์สมการ อสมการ และเมทริกซ์อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

ตารางที่ 5 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระจำนวนและพีชคณิต

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. แก้สมการและอสมการพหุนามตัวแปรเดียวดีกรีไม่เกินสี่ และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 2. แก้สมการและอสมการเศษส่วนของพหุนามตัวแปรเดียว และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 3. แก้สมการและอสมการค่าสัมบูรณ์ของพหุนามตัวแปรเดียว และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา 4. แก้สมการเอกซ์โพเนนเชียลและสมการลอการิทึม และนำไปใช้ในการแก้ปัญหา	**จำนวนจริงและพหุนาม** - ตัวประกอบของพหุนาม - สมการและอสมการพหุนาม - สมการและอสมการเศษส่วนของพหุนาม - สมการและอสมการค่าสัมบูรณ์ของพหุนาม **ฟังก์ชันเอกซ์โพเนนเชียลและฟังก์ชันลอการิทึม** - สมการเอกซ์โพเนนเชียลและสมการอการิทึม

สาระการวัดและเรขาคณิต

ตารางที่ 6 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้เพิ่มเติม สาระการวัดและเรขาคณิต

1. เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์และนำไปใช้

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้แกนกลาง
1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา	**เรขาคณิตวิเคราะห์** - จุดและเส้นตรง - วงกลม - พาราโบลา - วงรี - ไฮเพอร์โบลา

1.8 การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ในปัจจุบันนี้มุ่งเน้นการวัดและการประเมินการปฏิบัติงานในสภาพที่เกิดขึ้นจริงหรือที่ใกล้เคียงกับสภาพจริง รวมทั้งการประเมินเกี่ยวกับสมรรถภาพของผู้เรียนเพิ่มเติมจากความรู้ที่ได้จากการท่องจำ โดยใช้วิธีการประเมินที่หลากหลายจากการที่ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติจริง ได้เผชิญกับปัญหาจากสถานการณ์จริงหรือสถานการณ์จำลองได้

แก้ปัญหา สืบค้นข้อมูล และนำความรู้ไปใช้รวมทั้งแสดงออกทางการคิด การวัดผลประเมินผลดังกล่าวมีจุดประสงค์สำคัญดังต่อไปนี้

1. เพื่อตรวจสอบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและตัดสินผลการเรียนรู้ตามมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด เพื่อนำผลที่ได้จากการตรวจสอบไปปรับปรุงพัฒนาให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่ดียิ่งขึ้น

2. เพื่อวินิจฉัยความรู้ทางคณิตศาสตร์และทักษะที่ผู้เรียนจำเป็นต้องใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น ความสามารถในการแก้ปัญหา การสืบค้น การให้เหตุผล การสื่อสาร การสื่อความหมาย การนำความรู้ไปใช้การคิดวิเคราะห์ การคิดสร้างสรรค์ การควบคุม กระบวนการคิด และนำผลที่ได้จากการวินิจฉัยผู้เรียนไปใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสม

3. เพื่อรวบรวมข้อมูลและจัดทำ สารสนเทศด้านการจัดการเรียนรู้โดยใช้ข้อมูลจากการประเมินผลที่ได้ในการสรุปผลการเรียนรู้ของผู้เรียนและเป็นข้อมูลป้อนกลับแก่ผู้เรียนหรือผู้เกี่ยวข้องตามความเหมาะสม รวมทั้งนำสารสนเทศไปใช้วางแผนบริหาร
การจัดการศึกษาของสถานศึกษา

การกำหนดจุดประสงค์ของการวัดผลประเมินผลอย่างชัดเจน จะช่วยให้เลือกใช้วิธีการและเครื่องมือวัดผลได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถวัดได้ในสิ่งที่ต้องการวัดและนำ ผลที่ได้ไปใช้งานได้จริง

แนวทางการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์มีแนวทางที่สำคัญ ดังนี้

1. การวัดผลประเมินผลต้องกระทำ อย่างต่อเนื่อง โดยใช้คำถามเพื่อตรวจสอบและส่งเสริมความรู้ความเข้าใจด้านเนื้อหา ส่งเสริมให้เกิดทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ดังตัวอย่างคำถามต่อไปนี้“นักเรียนแก้ปัญหานี้ได้อย่างไร” “ใครมีวิธีการนอกเหนือไปจากนี้บ้าง” “นักเรียนคิดอย่างไรกับวิธีการที่เพื่อนเสนอ” การกระตุ้นด้วยคำถามที่เน้นการคิดจะทำให้เกิดปฏิสัมพันธ์ระหว่างผู้เรียนด้วยกันเองและระหว่างผู้เรียนกับผู้สอน ผู้เรียนมีโอกาสแสดงความคิดเห็น นอกจากนี้ผู้สอนยังสามารถใช้คำตอบของผู้เรียนเป็นข้อมูลเพื่อตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ และพัฒนาการด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนได้อีกด้วย

2. การวัดผลประเมินผลต้องสอดคล้องกับความรู้ความสามารถของผู้เรียนที่ระบุไว้ตามตัวชี้วัดซึ่งกำหนดไว้ในหลักสูตรที่สถานศึกษาใช้เป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอน ทั้งนี้ผู้สอนจะต้องกำหนดวิธีการวัดผลประเมินผลเพื่อใช้ตรวจสอบว่าผู้เรียนบรรลุตามมาตรฐานที่กำหนดไว้และต้องแจ้งตัวชี้วัดในแต่ละเรื่องให้ผู้เรียนทราบโดยทางตรงหรือทางอ้อมเพื่อให้ผู้เรียนได้ปรับปรุงตนเอง

3. การวัดผลประเมินผลต้องครอบคลุมด้านความรู้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และคุณลักษณะอันพึงประสงค์โดยเน้นการเรียนรู้ด้วยการทำงานหรือการทำกิจกรรมที่ส่งเสริมให้เกิดสมรรถภาพทั้งสามด้าน ซึ่งงานหรือกิจกรรมดังกล่าวควรมีลักษณะดังนี้

1. สาระในงานหรือกิจกรรมต้องเน้นให้ผู้เรียนได้ใช้การเชื่อมโยงความรู้หลายเรื่อง

2. วิธีหรือทางเลือกในการดำ เนินงานหรือการแก้ปัญหามีหลากหลาย

3. เงื่อนไขหรือสถานการณ์ของปัญหามีลักษณะปลายเปิด เพื่อให้ผู้เรียนได้มีโอกาสแสดงความสามารถตามศักยภาพของตน

4. งานหรือกิจกรรมต้องเอื้ออำนวยให้ผู้เรียนได้ใช้การสื่อสาร การสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์และการนำ เสนอในรูปแบบต่างๆ เช่น การพูด การเขียน การวาดภาพ

5. งานหรือกิจกรรมควรมีความใกล้เคียงกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นจริง เพื่อช่วยให้ผู้เรียนได้เห็นการเชื่อมโยงระหว่างคณิตศาสตร์กับชีวิตจริง ซึ่งจะก่อให้เกิดความตระหนักในคุณค่าของคณิตศาสตร์

4. การวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์ต้องใช้วิธีการที่หลากหลายและเหมาะสม และใช้เครื่องมือที่มีคุณภาพเพื่อให้ได้ข้อมูลและสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียน เช่น เมื่อต้องการวัดผลประเมินผลเพื่อตัดสินผลการเรียนอาจใช้การทดสอบ การตอบคำ ถาม การทำ แบบฝึกหัด การทำ ใบกิจกรรม หรือการทดสอบย่อย เมื่อต้องการตรวจสอบพัฒนาการการเรียนรู้ของผู้เรียนด้านทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อาจใช้การสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้การสัมภาษณ์การจัดทำ แฟ้มสะสมงาน หรือการทำ โครงงาน การเลือกใช้วิธีการวัดที่เหมาะสมและเครื่องมือที่มีคุณภาพ จะทำให้สามารถวัดในสิ่งที่ต้องการวัดได้ซึ่งจะทำ ให้ผู้สอนได้ข้อมูลและสารสนเทศเกี่ยวกับผู้เรียนอย่างครบถ้วนและตรงตามวัตถุประสงค์ของการวัดผลประเมินผลอย่างไรก็ตาม ผู้สอนควรตระหนักว่าเครื่องมือวัดผลประเมินผลการเรียนรู้ที่ใช้ในการประเมินตามวัตถุประสงค์หนึ่ง ไม่ควรนำ มาใช้กับอีกวัตถุประสงค์หนึ่ง เช่น แบบทดสอบที่ใช้ในการแข่งขันหรือการคัดเลือกไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ตัดสินผลการเรียนรู้

5. การวัดผลประเมินผลเป็นกระบวนการที่ใช้สะท้อนความรู้ความสามารถของผู้เรียน ช่วยให้ผู้เรียนมีข้อมูล ในการปรับปรุงและพัฒนาความรู้ความสามารถของตนเองให้ดีขึ้น ในขณะที่ผู้สอนสามารถนำผลการประเมินมาใช้ในการวางแผนการจัดการเรียนรู้เพื่อปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน รวมทั้งปรับปรุงการสอนของผู้สอนให้มีประสิทธิภาพ จึงต้องวัดผลประเมินผลอย่างสม่ำเสมอและนำ ผลที่ได้มาใช้ในการพัฒนาการเรียนการสอน ซึ่งจะแบ่งการประเมินผลเป็น 3 ระยะดังนี้

ประเมินก่อนเรียน เป็นการประเมินความรู้พื้นฐานและทักษะจำเป็นที่ผู้เรียนควรมีก่อนการเรียนรายวิชา บทเรียน หรือหน่วยการเรียนใหม่ ข้อมูลที่ได้จากการวัดผลประเมินผลจะช่วยให้ผู้สอนนำ ไปใช้ประโยชน์ในการจัดการเรียนรู้ดังนี้

1. จัดกลุ่มผู้เรียนและจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ตรงตามความถนัด ความสนใจ และความสามารถของผู้เรียน

2. วางแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้สอนพิจารณาเลือกตัวชี้วัด เนื้อหาสาระ กิจกรรมแบบฝึกหัด อุปกรณ์ และสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่เหมาะสมกับความรู้พื้นฐานและทักษะของผู้เรียน และสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ที่กำหนดไว้

ประเมินระหว่างเรียน

เป็นการประเมินเพื่อวินิจฉัยผู้เรียนในระหว่างการเรียน ข้อมูลที่ได้จะช่วยให้ผู้สอนสามารถดำเนินการในเรื่องต่อไปนี้

1. ศึกษาพัฒนาการเรียนรู้ของผู้เรียนเป็นระยะๆ ว่าผู้เรียนมีพัฒนาการเพิ่มขึ้นเพียงใด ถ้าพบว่าผู้เรียนไม่มีพัฒนาการเพิ่มขึ้นผู้สอนจะได้หาทางแก้ไขได้ทันท่วงที

2. ปรับปรุงกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ถ้าพบว่า ผู้เรียนไม่เข้าใจบทเรียนใดจะได้จัดให้เรียนซ้ำ หรือผู้เรียนเรียนรู้บทใดได้เร็วกว่าที่กำหนดไว้จะได้ปรับวิธีการเรียนการสอนนอกจากนี้ยังช่วยให้ทราบจุดเด่นและจุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคน

ประเมินหลังเรียน เป็นการประเมินเพื่อนำผลที่ได้ไปใช้สรุปผลการเรียนรู้หรือเป็นการวัดผลประเมินผลแบบสรุปรวบยอดหลังจากสิ้นสุดภาคการศึกษาหรือปีการศึกษาของผู้เรียน รวมทั้งผู้สอนสามารถนำผลการประเมินที่ได้ไปใช้ ในการวางแผนและพัฒนาการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

2. กิจกรรมการเรียนรู้

2.1 ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้

กิจกรรมการเรียนรู้ ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ ผู้วิจัยได้ศึกษาเอกสารและงานวิจัยเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้ มีนักการศึกษาหลายคนได้ ให้รายละเอียดไว้ดังนี้

ชนาธิป พรกุล (2543, หน้า7) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ คือ งานที่ผู้เรียนทำแล้วเกิดการเรียนรู้ในเรื่องใดเรื่องหนึ่ง โดยแสดงเป็นพฤติกรรมที่ผู้สอนกำหนดไว้ในจุดประสงค์การเรียนรู้

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา (2553, หน้า 26) ได้ให้ความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ว่ากิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กิจกรรมต่าง ๆ ที่ใช้ในการสอนเพื่อช่วยกระตุ้นให้ผู้เรียนสนใจ เข้าใจ เกิดการเรียนรู้และมีพัฒนาการการเปลี่ยนแปลงตามเป้าหมายของหลักสูตร

สำนักส่งเสริมวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์ (2553, หน้า 57) กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง การปฏิบัติต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้เพื่อให้การจัดการเรียนรู้ดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพและการเรียนรู้ของผู้เรียนบรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

จากความหมายของกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า กิจกรรมการเรียนรู้ หมายถึง กระบวนการเรียนรู้ที่ผู้เรียนปฏิบัติ เพื่อให้บรรลุตามจุดประสงค์ของการจัดการเรียนรู้ที่กำหนดไว้

2.2 องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้

จากการศึกษาเอกสารเกี่ยวกับองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, หน้า 166-170) ได้กล่าวว่า องค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ แบ่งการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังนี้

1. การนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญ เพื่อช่วยกระตุ้นหรือ เร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริง หากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะขาดจากการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิดเพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่ง ผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจำเป็นต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนและต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เพิ่มเติมให้สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่หรือแนวความคิดหรือหลักการใหม่ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นตอนต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าจะต้องทำอะไร อย่างไร เมื่อไหร่

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน ควรจะคำนึงถึงสิ่งต่อไปนี้

1.3.1 ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ใน ขั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

1.3.2 ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไปใช้เวลาไม่ เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

1.3.3 ต้องกำหนดสิ่งที่จะต้องช่วยกระตุ้น หรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน หรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียน

1.3.4 ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเอง ก็จะช่วยให้ผู้สอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลัก เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางการสอนในครั้งนั้น ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนเรื่องนั้น ๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนแต่ละครั้ง มีแนวทางปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่ามีพฤติกรรม ตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางของการสอนอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงตัดสินใจได้ว่าจุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้น ๆ ตรงกับการเรียนชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลักตามชนิดการเรียนรู้นั้นให้บรรลุผลตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง 2.2 กิจกรรมทดสอบ เป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ ความคิด การแก้ปัญหาและเจตคติในการตอบปัญหาหรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่า ผู้เรียนการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ก็ควรให้ คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจจนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ ที่ต้องการ

3. ขั้นสรุป เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียนเป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงความรู้ ความคิดและทักษะทางการแล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพหรือหลักการหรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นตอนของการปฏิบัติงาน ผู้สอนควรจะตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกันโดยการอภิปรายหรือเขียนตอบก็ได้ ตามความเหมาะสมแต่มิใช่ผู้สอนเป็นผู้สรุปเสียเอง ครูควรจะเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้น หรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปไว้บนกระดาษบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกสักครั้งหนึ่งหลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้นผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะ เป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมอง หรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นความทำรายงาน ทำกิจกรรม เสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติตามโครงการ เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้ เป็นต้น

จากองค์ประกอบของกิจกรรมการเรียนรู้ข้างต้นสามารถสรุปได้ว่า องค์ประกอบของ กิจกรรมการเรียนรู้แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ 1. การนำเข้าสู่บทเรียน 2. ขั้นสอน และ 3. ขั้นสรุป มีรายละเอียดดังนี้

การนำเข้าสู่บทเรียน

การนำเข้าสู่บทเรียนเป็นการเตรียมพร้อมนักเรียนให้มีความพร้อมที่จะเรียนรู้หรือทำกิจกรรมต่าง ๆ โดยจะต้องกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในการเรียนและต้องสอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอน และมีการทบทวนความรู้เดิมให้สัมพันธ์กับเนื้อหาใหม่ เพื่อที่จะเชื่อมโยงระหว่างความรู้เดิมไปยังความรู้ใหม่ที่กำลังจะเรียน นอกจากนี้ครูและนักเรียนจะต้องร่วมกันกำหนดงานว่าจะต้องทำอะไร เมื่อไหร่และต้องแจ้งให้นักเรียนได้ทราบว่าหลังจากเรียนจบบทเรียนนักเรียนจะต้องเกิดการเรียนรู้อะไรบ้าง

ขั้นสอน

ขั้นสอนเป็นขั้นของการเรียนการสอน การทำกิจกรรมหรือการปฏิบัติต่าง ๆ ที่จะช่วยให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอนนั้น ๆ โดยในขั้นนี้จะประกอบไปด้วยกิจกรรมแกนหลักและกิจกรรมทดสอบ สำหรับกิจกรรมแกนหลักเป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนเกิดการ เรียนรู้และกิจกรรมทดสอบ เป็นกิจกรรมที่ช่วยให้นักเรียนได้ใช้ความรู้ ทักษะ เจตคติและการแก้ปัญหา ในการแสดงพฤติกรรมที่บ่งบอกถึงการเรียนรู้ของผู้เรียนว่าสัมพันธ์กับกิจกรรมการเรียนรู้หรือไม่ หากยังไม่บรรลุจะต้องส่งเสริมหรือเพิ่มเติมให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ของกิจกรรมนั้น ๆ

ขั้นสรุป

ขั้นสุดท้ายเป็นการที่จะสรุปและตรวจสอบสิ่งที่ได้เรียนรู้มาจากการทำกิจกรรมแกนหลัก และกิจกรรมทดสอบของนักเรียนโดยจะแบ่งเป็น 2 ลักษณะด้วยกัน คือ กิจกรรมสรุปบทเรียนและกิจกรรมฝึกทักษะ กิจกรรมสรุปบทเรียนเป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ที่จะทำให้นักเรียนได้เรียบเรียงความรู้ความเข้าใจและทักษะหรือลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน แล้วสรุปเป็นแนวคิดของนักเรียนเองโดยการสรุปนั้นนักเรียนจะต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป ซึ่งครูจะต้องหาวิธีการที่จะช่วยให้นักเรียนจำได้ นานและกิจกรรมฝึกทักษะ เป็นกิจกรรมที่ทำให้นักเรียนเกิดทักษะเพิ่มเติมทางสมองหรือทางกายให้มี ความชำนาญมากขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ปฏิบัติตามโครงการ ทำรายงาน เป็นต้น

2.3 หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

หลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้ มีดังนี้

จิราภรณ์ บุญประเสริฐ และคณะ (2550, หน้า 58) ได้กล่าวถึงหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ไว้ดังนี้

1. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตรหลักสูตรปัจจุบันมีความมุ่งหวังให้ผู้เรียนเป็นคนดี มีปัญญา มีความสุขบนพื้นฐานของความเป็นไทย สามารถคิดค้นแสวงหาความรู้ได้ด้วยตนเอง เป็นคนใฝ่รู้ใฝ่เรียน และรักการเรียนรู้ ผู้สอนจึงต้องสอนวิธีการคิดวิธีการทำ วิธีการแก้ปัญหาและสอนอย่างมีลำดับขั้นตอนที่มีประสิทธิภาพจัดกิจกรรมในรูปแบบต่าง ๆ ใช้วิธีสอนที่

หลากหลายเพื่อให้ผู้เรียนเกิดคุณลักษณะตามที่หลักสูตรมุ่งหวัง ผู้สอนจึงต้องศึกษาหลักสูตร แล้วจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับเจตนารมณ์ของหลักสูตร

2. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การสอน คือ ผู้สอนต้องพิจารณาว่าจุดประสงค์การสอนในครั้งนั้น มุ่งเน้นพฤติกรรมด้านใด เช่น สอนชั้นป. 3 เรื่องการเย็บกระทงใบตอง 4 มุม มีจุดประสงค์การสอนเพื่อให้ผู้เรียนสามารถเย็บกระทงได้สวยงามถูกต้องตามขั้นตอนและรูปแบบที่กำหนด การสอนครั้งนี้มีจุดประสงค์เน้นพฤติกรรมด้านทักษะดังนั้นผู้สอนต้องจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยให้ผู้เรียนได้ลงมือฝึกปฏิบัติ เพื่อให้เกิดทักษะ

3. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องและเหมาะสมกับวัย ความสามารถ ความสนใจของผู้เรียน เช่น นักเรียนในระดับชั้นประถมศึกษา ชอบเรียนปนเล่น ครูจึงควรจัดกิจกรรมในได้แสดงบทบาท ได้แข่งขัน ได้เล่นเกม ได้ร้องเพลง ได้เต้น ได้แสดงออกตามวัยผู้เรียนจะเรียนด้วยความสนุกเพลิดเพลินกว่าจะนั่งฟังครูพูดอธิบาย แต่เพียงอย่างเดียว เช่น การสอนเกี่ยวกับประเพณีวันลอยกระทงในชั้นป. 3 ผู้สอนอาจจัดให้ผู้เรียนเกิดความสนุกในการเรียนได้ โดยให้นักเรียนส่วนหนึ่งออกมารำวงอีกส่วนหนึ่งร้องเพลงลอยกระทง ผู้เรียนด้วยความสนุกและด้วยความสนใจ

4. จัดกิจกรรมให้สอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาวิชา เนื้อหาวิชามีหลายประเภท เช่น ประเภทข้อเท็จจริง การแก้ปัญหาการคิดสร้างสรรค์ ทักษะเจตคติ และค่านิยมเนื้อหาวิชาแต่ละประเภท ต้องอาศัยเทคนิควิธีสอน หรือการจัดกิจกรรมที่แตกต่างกัน เช่น ถ้าเป็นประเภททักษะก็ต้องจัดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้ลงมือปฏิบัติฝึกฝนอย่างมีขั้นตอน จึงจะเกิดทักษะได้ย กตัวอย่าง การสอบคัดเขียนไทย นักเรียนจะคัดเขียนตัวอักษรไทยได้อย่างสวยงามต้องได้ฝึกการคัดบ่อย ๆ ตามลำดับขั้นตอนและมีการปรับปรุงแก้ไขในส่วนที่บกพร่อง จนสามารถคัดได้อย่างสวยงามในเวลาที่กำหนด หรือถ้าเป็นเนื้อหาวิชาประเภทการแก้ปัญหาก็ต้องให้ผู้เรียนได้คิดแก้ปัญหาและเปิดโอกาสให้แสดงความคิดสร้างสรรค์ในการแก้ปัญหานั้น

5. จัดกิจกรรมให้มีลำดับขั้นตอน เพื่อผู้เรียนได้เกิดความเร็วความเข้าใจอย่างต่อเนื่อง ไม่สับสนและสามารถโยงความสัมพันธ์ของเนื้อหาที่เรียนไต้การจัดลำดับขั้นตอนควรเริ่มจากง่ายไปยาก รูปธรรมไปนามธรรม ใกล้ตัวไปไกลตัว และส่วนรวมไปส่วนย่อย จะทำให้เกิดการเรียนรู้ได้ดี

6. จัดกิจกรรมให้น่าสนใจ โดยใช้สื่อการสอนที่เหมาะสม สื่อการสอนสามารถแบ่งได้เป็น 5 ประเภท ได้แก่

6.1 สื่อบุคคลและของจำลอง หมายถึง ผู้สอน ผู้ช่วยสอน วิทยากรพิเศษ หรือของจริงต่างๆ เพื่อช่วยในการประกอบการสอนเป็นต้น

6.2 วัสดุและอุปกรณ์เครื่องฉาย เช่น ภาพยนตร์ แผ่นโปร่งใส สไลด์ ฟิล์ม สคริป

6.3 วัสดุและอุปกรณ์เครื่องเสียง เช่น วิทยุ เครื่องบันทึกเสียง

6.4 สิ่งพิมพ์ เช่น หนังสือ วารสาร รูปภาพ

6.5 วัสดุที่ใช้แสดง เช่น แผนที่ ลูกโลก ของจำลองต่าง ๆ

7. จัดกิจกรรม โดยให้ผู้เรียนเป็นผู้กระทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวก ความรู้เป็นผลพลอยได้จากการทำกิจกรรม ทั้งนี้เพราะว่าระหว่างทำกิจกรรมผู้เรียนจะได้รับผล คือ เกิดการพัฒนาตนเองทางการคิดการปฏิบัติ การแก้ปัญหาการทำงานร่วมกัน การวางแผนจัดการและเทคนิควิธีการต่าง ๆ ที่เรียกว่าเรียนรู้วิธีการหาความรู้ (Learn how to Learn) ซึ่งมีคุณค่ามากกว่าตัวความรู้

8. จัดกิจกรรมโดยใช้วิธีการที่ท้าทายความคิด ความสามารถของผู้เรียน ฝึกฝนวิธีการแสวงหาความรู้ และการแก้ปัญหาด้วยตนเองจะทำให้ผู้เรียนเห็นคุณค่าของสิ่งที่เรียน และได้รับประโยชน์จากการเรียนอย่างแท้จริง เช่น จัดกิจกรรมให้ได้ค้นคว้ารวบรวมข้อมูลจากเอกสารจากการสัมภาษณ์ จากการศึกษานอกสถานที่ จากการเข้าร่วมฟังการอภิปรายการสัมมนาจัดป้ายนิเทศเป็นต้นกิจกรรมเหล่านี้เป็นทั้งกิจกรรมในวิชาที่เรียนและกิจกรรมเสริมประกอบการเรียนซึ่งจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถ ความถนัด และได้พัฒนาศักยภาพส่วนตัวของผู้เรียนได้ดี

9. จัดกิจกรรมโดยใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลายให้เหมาะสมกับสถานการณ์ ทำให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้นในการเรียนและเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง ในการสอนแต่ละเนื้อหาและแต่ละครั้งผู้สอนไม่ควรใช้วิธีเดียวกันตลอด ควรคิดกิจกรรมการเรียนการสอนให้น่าสนใจ เลือกใช้วิธีการสอนที่สอดคล้องกับลักษณะเนื้อหาวิชา เช่น สอนวิทยาศาสตร์ คณิตศาสตร์ จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องให้ผู้เรียนได้คิดคำนวณ ได้แก้ปัญหา ได้ทดลอง ได้สืบเสาะหาความรู้ ดังนั้นผู้สอนอาจเลือกใช้วิธีการสอนแบบทดลอง แบบวิทยาศาสตร์ แบบแก้ปัญหาหรือแบบสืบสวนสอบสวนตามความเหมาะสม เป็นการเปลี่ยนเทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย โดยให้สอดคล้องกับสถานการณ์ผู้เรียนก็จะเรียนด้วยความกระตือรือร้นและเกิดการเรียนรู้ได้ดี

10. จัดกิจกรรมโดยให้มีบรรยากาศที่รื่นรมย์ สนุกสนาน และเป็นกันเอง เพราะทำให้ผู้เรียนเรียนด้วยความสุข สบายใจ ไม่ตึงเครียด อันส่งผลผู้เรียนเกิดเจตคติที่ดีต่อวิชาที่เรียน บรรยากาศจะเป็นเช่นไรขึ้นอยู่กับบุคลิกภาพของผู้สอนเป็นสำคัญ ถ้าผู้สอนเข้มงวดเคร่งขรึมและเคร่งเครียดบรรยากาศจะตึงเครียด ทำให้ผู้เรียนรู้สึกอึดอัดไม่สบายใจในการเรียน แต่ถ้าผู้สอนเข้าใจผู้เรียนให้ความเมตตา มีบุคลิกภาพที่ร่าเริงแจ่มใส ไม่เข้มงวดดุดัน ให้อิสระแก่ผู้เรียนในการซักถามปัญหาและปรึกษาหารือกันระหว่างทำกิจกรรม โดยไม่วุ่นวายสับสน มีวินัยในตนเอง ก็จะเป็นบรรยากาศที่ส่งเสริมการทำกิจกรรมได้

11. จัดกิจกรรมแล้วต้องมีการวัดผลการใช้กิจกรรมนั้นทุกครั้ง เพื่อค้นหาข้อดีข้อบกพร่องแล้วนำผลไปปรับปรุงแก้ไขใช้ในครั้งต่อไป ในการวัดผลควรมีทั้งการวัดผลระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมและภายหลังการทำกิจกรรม โดยครูอาจใช้วิธีสังเกต ซักถาม ตรวจสอบผลงาน หรือทดสอบ เมื่อวัดผลแล้วพบว่ากิจกรรมนั้นทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดี ก็สามารถนำไปใช้ได้ต่อ แต่ถ้าผู้เรียนพบปัญหาขณะ

ปฏิบัติกิจกรรมนั้นผู้สอนควรได้วิเคราะห์หาสาเหตุแล้วแก้ไขให้ตรงจุด กิจกรรมนั้นอาจยากเกินระดับความสามารถของเด็ก สถานการณ์สภาพแวดล้อมไม่เอื้ออำนวย หรือผู้เรียนยังขาดประสบการณ์พื้นฐานก็จำเป็นต้องปรับปรุงแก้ไขให้ดีขึ้น

สิริวรรณ สุวรรณอาภา (2544, หน้า 166-170) การพิจารณาจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ปลายทางของการเรียนการสอนครั้งนั้น ๆ จำเป็นต้องให้สอดคล้องกับกระบวนการเรียนการสอนที่มีลำดับขั้นสัมพันธ์ต่อเนื่องกัน ดังนี้

1. ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีเป้าหมายสำคัญเพื่อช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนนั้น ๆ อย่างแท้จริงหากกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนไม่ได้ช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจ ก็จะขาดการรับรู้ที่ดี ไม่มีการจำและคิด เพื่อตอบสนองอย่างใดอย่างหนึ่งผลสุดท้ายก็จะไม่เกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนจำเป็นจะต้องช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจในบทเรียนและต้องให้สัมพันธ์สอดคล้องกับกิจกรรมในขั้นสอนด้วย ดังนี้

1.1 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อทบทวนพื้นฐานความรู้เพิ่มเติมให้สัมพันธ์กับการสอนเนื้อหาใหม่หรือแนวความคิดใหม่หรือหลักการใหม่ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนเกิดการระลึกได้และเกิดความต่อเนื่องในการเรียนรู้ตามลำดับขั้นต่อไป

1.2 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อวางแผนการเรียนการสอนร่วมกันระหว่างผู้สอนกับผู้เรียน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดงานที่จะปฏิบัติว่าจะต้องทำอะไรอย่างไรเมื่อไร

1.3 การจัดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อแจ้งจุดประสงค์ของบทเรียนให้ผู้เรียนทราบโดยตรงหรือโดยทางอ้อมก็ได้ ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ผู้เรียนได้ทราบว่าเมื่อเรียนจบบทเรียนแล้วจะเกิดการเรียนรู้อะไรต่อตนเองบ้าง ข้อควรคำนึงในการกำหนดกิจกรรม ในการพิจารณากำหนดกิจกรรมนำเข้าสู่บทเรียนควรจะคำนึงถึงสิ่ง ต่อไปนี้

1.3.1 ต้องเป็นกิจกรรมที่นำไปสู่การกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ในขั้นสอนอย่างต่อเนื่องและสัมพันธ์กัน

1.3.2 ต้องกำหนดเวลาให้เหมาะสมกับลำดับขั้นการสอน ซึ่งโดยทั่วไปจะใช้เวลาไม่เกินร้อยละ 20 ของเวลาเรียนทั้งหมด ซึ่งอาจยืดหยุ่นได้ตามความเหมาะสม

1.3.3 ต้องกำหนดสิ่งที่จะช่วยกระตุ้นหรือเร้าให้ผู้เรียนเกิดความสนใจหรือสอดคล้องกับความต้องการของผู้เรียนตื่นเต้น สนุกสนาน เพลิดเพลิน

1.3.4 ต้องกำหนดกิจกรรมที่เป็นไปได้และเหมาะสมกับความสามารถและความถนัดของผู้สอนเองก็จะช่วยให้การสอนเกิดความสำเร็จได้มากขึ้น

2. ขั้นสอน เป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

2.1 กิจกรรมแกนหลักเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้น ๆ ซึ่งถือว่าเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ทำให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้อย่างแท้จริง จึงมีความสำคัญมากที่สุดต่อการกำหนดกิจกรรมการเรียนรู้ของบทเรียนเรื่องนั้นๆ ในการกำหนดกิจกรรมแกนหลักให้เกิดการเรียนรู้ตรงตามจุดประสงค์ปลายทางของการสอนแต่ละครั้ง มีแนวทางในการปฏิบัติ ดังนี้

2.1.1 ต้องพิจารณาจุดประสงค์ปลายทางของการสอนในครั้งนั้นว่ามีพฤติกรรมตรงกับการเรียนรู้ชนิดใดนั้น จะพิจารณาเฉพาะคำกริยาของจุดประสงค์ปลายทางอย่างเดียวไม่ได้ จำเป็นต้องพิจารณาข้อความที่เป็นพฤติกรรมของวัตถุประสงค์ปลายทางเป็นสำคัญ จึงจะตัดสินได้ว่าจุดประสงค์ปลายทางของการสอนครั้งนั้น ๆ ตรงกับการเรียนรู้ชนิดใด

2.1.2 ต้องเลือกหรือกำหนดกิจกรรมแกนหลักตามชนิดการเรียนรู้นั้นให้บรรลุผลตรงตามจุดประสงค์ปลายทาง

2.2 กิจกรรมทดสอบเป็นการกำหนดกิจกรรมที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ใช้ความรู้ความคิดการแก้ปัญหาทักษะ ทางกาย และเจตคติในการตอบปัญหา หรือแสดงพฤติกรรมต่าง ๆ เพื่อเป็นการตรวจสอบว่าผู้เรียนเกิดการเรียนรู้ที่สัมพันธ์กับกิจกรรมแกนหลักหรือไม่ หากผู้เรียนยังไม่เกิดการเรียนรู้ ก็ควรจะให้คำแนะนำเพิ่มเติมหรือสอนใหม่โดยไม่ให้ผู้เรียนเสียกำลังใจจนสามารถเกิดการเรียนรู้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการ

3. ขั้นสรุปเป็นการกำหนดกิจกรรมที่มีลักษณะสำคัญ 2 ขั้นตอน คือ

3.1 กิจกรรมสรุปบทเรียนเป็นการกำหนดกิจกรรมการเรียนให้ผู้เรียนได้เรียบเรียงความรู้ความคิด และทักษะทางกาย แล้วสรุปเป็นแนวความคิดหรือมโนภาพหรือหลักการหรือข้อความสรุปบางอย่าง หรือลำดับขั้นของการปฏิบัติงานผู้สอนควรจะตระหนักถึงการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้แสดงออกร่วมกัน โดยการอภิปรายหรือเขียนตอบก็ได้ตามความเหมาะสม แต่มิใช่ผู้สอนเป็นผู้สรุปเสียเอง ครูควรเป็นเพียงผู้ช่วยแนะแนวทางบางประการเท่านั้นหรืออาจช่วยรวบรวมข้อสรุปเขียนไว้บนกระดานบ้างก็ได้ เพื่อเป็นการเน้นให้ชัดเจนอีกครั้งหนึ่งหลังจากผู้เรียนช่วยกันสรุปบทเรียนแล้วก็ต้องจดจำข้อสรุปนั้น ๆ ต่อไป แต่อาจจำได้ไม่นานหรือลืมได้ง่าย ดังนั้น ผู้สอนควรหาวิธีการที่จะช่วยให้ผู้เรียนจำได้นาน

3.2 กิจกรรมฝึกทักษะเป็นการกำหนดกิจกรรมให้ผู้เรียนได้เพิ่มเติมทักษะทางสมองหรือทางกายให้มีความชำนาญเพิ่มสูงขึ้น เช่น ทำแบบฝึกหัด ศึกษาค้นคว้า ทำรายงานทำกิจกรรมเสริมหลักสูตร ทำกิจกรรมจากใบงาน ปฏิบัติงานตามโครงาน เพื่อเสริมทักษะการเรียนรู้

จากหลักการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่กล่าวมา สรุปได้ว่าการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรจัดให้สอดคล้องและเหมาะสมกับวัย ความสามารถและความสนใจของผู้เรียน และจัดกิจกรรมให้

สอดคล้องกับลักษณะของเนื้อหาวิชา ผู้สอนเป็นผู้อำนวยความสะดวกโดยใช้วิธีการที่ท้าทายความคิดความสามารถของผู้เรียนใช้เทคนิควิธีการสอนที่หลากหลาย

2.4 ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้

ขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ประกอบด้วย ดังนี้

จิราภรณ์ บุญประเสริฐ และคณะ (2550, หน้า 55) จากแผนภูมิของ OLE ขั้นตอนสำคัญของการจัดทำแผนจัดการเรียนรู้มี 3 ขั้นตอน ได้แก่

ขั้นตอนที่ 1 การกำหนดจุดประสงค์การเรียนรู้เป็นการกำหนดสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนบรรลุจุดประสงค์การเรียนรู้ใน 3 ด้าน ได้แก่

1. พุทธิพิสัย (Cognitive) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นความสามารถทางสมอง (Brain) ความรอบรู้ในเนื้อหาสาระหรือในทฤษฎี

2. ทักษะพิสัย (Skill) จุดประสงค์การเรียนรู้ที่เน้นการลงมือปฏิบัติ

3. จิตพิสัย (Affective) จุดประสงค์ที่เน้นคุณธรรม เจตคติความรู้สึกในด้านจิตวิญญาณ

ขั้นตอนที่ 2 การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอน (Instruction) การกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือจัดการเรียนรู้จากขั้นที่ 1 ซึ่งในขั้นนี้จะกำหนดกิจกรรมการเรียนการสอนที่จะทำให้จุดประสงค์การเรียนรู้บรรลุผล ได้แก่ การกำหนดหัวข้อรายละเอียดที่จำเป็นในการจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้เช่นสาระสำคัญเนื้อหาสาระกิจกรรมการเรียนรู้สื่อการเรียนการสอนแหล่งเรียนรู้ ฯลฯ ในขั้นที่ 2 นี้เป็นการจัดการเรียนการสอน (Instruction) ซึ่งผู้สอนจะต้องเตรียมการวางแผนในการจัดการเรียนรู้อย่างเป็นระบบว่าในแผนการจัดการเรียนรู้มีจุดเน้นสาระเนื้อหาที่สำคัญจะใช้รูปแบบการถ่ายทอดความรู้ หรือรูปแบบที่จะทำให้เกิดกระบวนการเรียนรู้แบบใด เช่น การอภิปรายการสาธิต การสืบค้นการจัดทำโครงการการวิจัยการทดลองปฏิบัติจริง ฯลฯ

ขั้นตอนที่ 3 การกำหนดวิธีการวัดผลและประเมินผล (Evaluation) การวัดผลและการประเมินผลเป็นกิจกรรมที่สำคัญที่จะต้องกำหนดไว้ในทุกขั้นตอนของกระบวนการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการจัดการเรียนรู้องค์ประกอบของการวัดผลและประเมินผลประกอบด้วยการวัดผล (Measurement) คือ การตรวจสอบพฤติกรรมของผู้เรียนทั้ง 3 ด้าน ได้แก่ ความรู้ทักษะ และเจตคติเป็นไปตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ ด้วยการใช้เครื่องมือวัดผลแบบต่าง ๆ เช่น การสังเกตพฤติกรรม การสัมภาษณ์ การใช้แบบสอบถาม การตรวจแบบฝึกหัด การใช้แบบทดสอบ การประเมินด้วยแฟ้มผลงานของนักเรียน

การประเมินผล (Evaluation) คือ การตัดสินคุณภาพของผู้เรียนว่าอยู่ระดับใดเมื่อนำผลจากคะแนนหรือการปฏิบัติมาเปรียบเทียบกับเกณฑ์ที่ตั้งไว้ เช่น ผ่านเกณฑ์การประเมินไม่ผ่านเกณฑ์การประเมินดีมากดีพอใช้ต้องปรับปรุงต้องแก้ไขปัจจุบันการประเมินกำหนดไว้ 4 ประเภทหลัก ๆ ได้แก่

1. การประเมินผลก่อนเรียน (Placement Test) เป็นการตรวจสอบความรู้พื้นฐานเดิมของผู้เรียนที่จะเริ่มเรียนว่าอยู่ในระดับใดจะพัฒนาเรื่องใดบ้าง

2. การประเมินเพื่อปรับปรุงผลการเรียนรู้ (Formative Evaluation) เป็นการประเมินระหว่างการเรียนการสอน เพื่อนำผลที่ได้ไปปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผู้เรียนและผู้สอนไปพร้อมๆกัน

3. การประเมินเพื่อวินิจฉัยข้อบกพร่อง (Diagnostic Evaluation) ได้แก่ การประเมินผลที่ผู้สอนประเมินผลผู้เรียนที่มีปัญหาด้านวิชาการเพื่อค้นหาสาเหตุสำหรับแก้ไขดังกล่าว

4. การประเมินเพื่อตัดสินผลการเรียน (Startnersion Eos attors) เป็นการประเมินผลระหว่างช่วงเวลาที่กำหนดเช่นกลางภาคสิ้นภาคเรียนและปีการศึกษา เป็นต้น

กรมวิชาการ (2546, หน้า 7) ได้สรุปถึงขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นตอนสำคัญ ดังนี้

1. ทำความเข้าใจกับหลักสูตรทั้งหลักการจุดหมายสาระและมาตรฐานการเรียนรู้ที่กำหนดไว้ในหลักสูตรแกนกลางและหลักสูตรสถานศึกษา เพื่อนำมาใช้เป็นแนวปฏิบัติในการวางแผนและการจัดการเรียนการสอน

2. เขียนจุดประสงค์การเรียนรู้สำหรับเนื้อหาวิชานั้น ๆ ในลักษณะจุดประสงค์ปลายทางที่ควรจะเกิดกับนักเรียนเมื่อได้เรียนวิชานั้น ๆ จนครบถ้วนแล้ว

3. เขียนโครงสร้างของวิชาที่จะสอนทั้งวิชาโดยกำหนดส่วนประกอบ คือ

3.1 หัวข้อย่อยอาศัยจากเนื้อหาที่ท่านจากคำอธิบายรายวิชาและหนังสืออ้างอิงอื่น ๆ

3.2 จำนวนคาบที่ใช้ในการสอนแต่ละหัวข้อเรื่องย่อย โดยการคำนวณจากจำนวนคาบที่มีจริงตลอดภาคเรียน ตามกำหนดของหลักสูตรและพิจารณาน้ำหนักของเรื่องราวหัวข้อเรื่อง

3.3 สาระสำคัญที่เน้นถึงความคิดรวบยอดหรือหลักการหรือทักษะหรือลักษณะนิสัยที่ต้องการปลูกฝังให้เกิดขึ้นกับนักเรียนในการเรียนและหัวเรื่องนั้น ๆ

3.4 จุดประสงค์การเรียนรู้ในลักษณะจุดประสงค์นำทางประกอบหัวเรื่องย่อยแต่ละข้อ

4. สร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยมีหัวข้อเรื่องจำนวนคาบสาระสำคัญและจุดประสงค์การเรียนรู้มาทำแผนการสอน

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์ (2551, หน้า 121-122) ได้เสนอขั้นตอนในการเรียนกิจกรรมการเรียนรู้ดังนี้

1. ศึกษาวิเคราะห์สาระการเรียนรู้ที่จะจัดการเรียนรู้ ดังนี้

1.1 จุดประสงค์ประจำวิชา

1.2 ผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง

1.3 คำอธิบายรายวิชาข้อ

1.4 โครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา

1.5 การวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

1.6 แผนการจัดการเรียนรู้

2. ศึกษาแนวการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ของกรมวิชาการ

2.1 ศึกษารายละเอียดสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวังในแต่ละช่วงชั้นและระดับชั้นว่ามีความสัมพันธ์กันหรือไม่ เพื่อเพิ่มเติมให้สมบูรณ์

2.2 วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้กลุ่มสาระการเรียนรู้หรือไม่ถ้าไม่สอดคล้องต้องควรปรับและนำไปเขียนการจัดการเรียนรู้และการวัดผลที่สอดคล้องกับจุดประสงค์การจัดการเรียนรู้อย่างไรก็ตามควรได้จัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้สอดคล้องกับจุดเน้นของหลักสูตร กล่าวคือ ควรจัดการเรียนรู้อย่างเป็นกระบวนการและใช้กระ บวนการกลุ่มกระบวนการแก้ปัญหากระบวนการ 9 ประการ เพื่อให้ผู้เรียนเกิดทักษะกระบวนการสามารถนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้จากขั้นตอนการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้ที่นักการศึกษากล่าวไว้ผู้วิจัยสรุปได้ว่าการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้มีขั้นตอน ดังนี้ 1) ศึกษาหลักสูตรหลักการจุดหมายสาระการเรียนรู้และมาตรฐานการเรียนรู้ 2) ศึกษาโครงสร้างของหลักสูตรสถานศึกษา 3) วิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้ 4) ศึกษาแนวทางการจัดการเรียนรู้ 5) ศึกษาสาระการเรียนรู้กับผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง 6) วิเคราะห์ผลการเรียนรู้ที่คาดหวังสอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ 7) การออกแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 8) ขั้นเขียนกิจกรรมการเรียนรู้ 9) นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปใช้และ 10) วัดผลและประเมินผล

2.5 การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้

การประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ มีรายละเอียดดังนี้

ความหมายของการประเมินประสิทธิภาพ

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ (2545, หน้า 459) ได้กล่าวไว้ว่าการทดสอบประสิทธิภาพตรงกับภาษาอังกฤษว่า “ Developmental Testing" (การตรวจสอบพัฒนาการเพื่อให้งานดำเนินไปอย่างมีประสิทธิภาพ) หมายถึง การนำชุดการสอนไปทดลองใช้ (Try Out) เพื่อปรับปรุงแล้วก็นำไปใช้ทดลองสอนจริง (Trail Run) นำผลที่ได้มาปรับปรุงแก้ไขเสร็จแล้วจึงผลิตออกมาเป็นจำนวนมาก

การกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพ

เกณฑ์ประสิทธิภาพกระทำได้โดยการประเมินพฤติกรรมของผู้เรียน 2 ประเภท คือ พฤติกรรมต่อเนื่อง (กระบวนการ) และพฤติกรรมขั้นสุดท้าย (ผลลัพธ์) โดยกำหนดค่าประสิทธิภาพเป็น E_1 (ประสิทธิภาพกระบวนการ) E_2 (ประสิทธิภาพของผลลัพธ์) ประเมินพฤติกรรมต่อเนื่อง คือ ประเมินต่อเนื่องประกอบด้วยพฤติกรรมหลาย ๆ พฤติกรรม (Process) ของผู้เรียนที่สังเกตได้จากการประกอบกิจกรรมกลุ่มและรายงานบุคคล ได้แก่ งานที่มอบหมายและกิจกรรมอื่นใดที่ผู้สอนกำหนดไว้ ประเมินพฤติกรรมผลลัพธ์ คือ ประเมินผลลัพธ์ (Products) ของผู้เรียน โดยพิจารณาจากการสอบหลังเรียน

ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้จะกำหนดเป็นเกณฑ์ที่ผู้สอนคาดหมายว่าผู้เรียนจะเปลี่ยนพฤติกรรมที่น่าพอใจ โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมดต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะตั้งไว้ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะตั้งไว้ 75/75 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2545)

รัตนะ บัวสนธ์ (2552, หน้า 50 - 51) การประเมินประสิทธิภาพของนวัตกรรมมีลำดับขั้นตอนการประเมิน ดังนี้

1. การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) หมายถึงการนำนวัตกรรมไปทดลองใช้กับบุคคลที่มีลักษณะ คล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมาย โดยที่บุคคลดังกล่าวนี้จะคัดเลือกมาจากผู้ที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับ กลุ่มเป้าหมาย 3 คน ได้แก่ ผู้ที่มีคุณลักษณะสูง ปานกลางและต่ำกว่าปานกลาง จากตัวอย่าง เช่น นักวิจัยสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยสอนวิชาประวัติศาสตร์ เรื่อง บุคคลสำคัญของชาติไทย สำหรับนักเรียน ชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 นักวิจัยจะคัดเลือกนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สูงกว่าค่าเฉลี่ยมา 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับปานกลางหรือใกล้ ๆ ค่าเฉลี่ยมา 1 คน และคัดเลือกนักเรียนที่มีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนในระดับต่ำกว่าค่าเฉลี่ยมา 1 คน การทดลองใช้นวัตกรรมที่เรียกว่าการประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่งมีวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบว่า นวัตกรรมดังกล่าวนั้นมีความเกี่ยวข้องสร้างแรงจูงใจให้กับบุคคลที่มีลักษณะเป็นตัวแทนของ กลุ่มเป้าหมายอย่างไร คำสั่ง คำชี้แจงและรายละเอียดที่มีอยู่ในนวัตกรรมนั้นบุคคลเหล่านี้มีความรู้ ความเข้าใจหรือไม่ ทั้งนี้เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปปรับปรุงนวัตกรรมให้มีความเหมาะสมในการนำไปใช้จริง กับกลุ่มเป้าหมายต่อไป การประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งนั้นจึงมุ่งไปที่การค้นหาข้อจำกัดที่ ได้จากคำแนะนำบอกเล่าของบุคคลที่มีคุณลักษณะเป็นตัวแทนของคุณลักษณะเป้าหมายส่วนใหญ่เป็น สำคัญ เพื่อที่จะนำคำแนะนำที่ได้นี้มาปรับปรุงนวัตกรรมตามที่กล่าวนั่นเอง

2. การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก หมายถึง นำนวัตกรรมที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขจากการประเมินประสิทธิภาพแบบหนึ่งต่อหนึ่งมาทดลองใช้กับกลุ่มบุคคลที่มีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับกลุ่มเป้าหมายที่มีจำนวนมากขึ้น เช่น อาจจะใช้การประเมินแบบหนึ่งต่อสาม (1:3) หรือแบบหนึ่งต่อสี่ (1:4) ก็ได้ ซึ่งก็หมายถึงต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวน 9 คน มีคุณลักษณะสูง 3 คน ปานกลาง 3 และต่ำกว่าปานกลาง 3 คน ในกรณีการประเมินแบบหนึ่งต่อสาม แต่ถ้าเป็นแบบหนึ่งต่อสี่ก็ต้องใช้กลุ่มบุคคลจำนวนทั้งสิ้น 12 คน การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มนี้จะมีการวิเคราะห์หาค่าบ่งบอกดัชนีหรือเกณฑ์ประสิทธิภาพของนวัตกรรมที่เรียกว่าค่า E_1/E_2 โดยที่เกณฑ์ประสิทธิภาพ (E_1/E_2) ของนวัตกรรมการศึกษาเท่าที่นิยมใช้จะมีอยู่สามเกณฑ์ ได้แก่ 75/75 หรือ 80/80 และ 90/90 การจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพนวัตกรรมการศึกษาเกณฑ์ใดเกณฑ์หนึ่งจากสามเกณฑ์นี้มีหลักพิจารณาว่าถ้า

นวัตกรรมการศึกษานั้น ๆ มุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะซับซ้อนหรือมีเนื้อหาสาระค่อนข้างยากก็จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 75/75 แต่ถ้ามีเนื้อหาสาระไม่ยากมากนักมุ่งแก้ปัญหาหรือพัฒนาความสามารถของผู้เรียนที่มีลักษณะปานกลางจะนิยมใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 80/80 มากที่สุด ในทำนองเดียวกันถ้าเป็นนวัตกรรมที่มีเนื้อหาสาระมุ่งปฏิบัติหรือมุ่งพัฒนาจุดประสงค์การเรียนรู้ด้านทักษะปฏิบัติ (Phychomotor Domain) จะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพ 90/90 นอกจากจะใช้เกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักเกณฑ์ประสิทธิภาพตามหลักการดังกล่าวแล้วสิ่งที่นำมาพิจารณาประกอบในการเลือกใช้เกณฑ์ก็คือพื้นฐานความรู้เดิมหรือความสามารถทางการเรียนรู้ของกลุ่มผู้ได้รับการทดลองใช้และกลุ่มเป้าหมายด้วยเช่นกัน เมื่อนวัตกรรมการศึกษาผ่านการหาประสิทธิภาพและได้ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ที่กำหนดแล้วก็อุปมาดังสินค้าที่ได้มาตรฐานอุตสาหกรรม (มอก.) หรือมาตรฐานอาหารและยา (อย.) ก่อนจะวางจำหน่ายในท้องตลาดหรือนำไปทดลองใช้กับกลุ่มเป้าหมายในขั้นต่อไปนั้นเอง

จากการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ที่ได้กล่าวมาข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าการประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้เป็นการตรวจสอบกิจกรรมการเรียนรู้โดยนำไปทดลองใช้ แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขและนำมาใช้ทดลองสอนจริงอีกครั้ง และปรับปรุงเพื่อให้เกิดความมั่นใจว่ากิจกรรมนั้นมีประสิทธิภาพก่อนที่จะนำไปใช้สอนจริง ซึ่งจะต้องมีการกำหนดเกณฑ์ประสิทธิภาพให้กับกิจกรรมการเรียนรู้ที่พัฒนาขึ้น โดยกำหนดให้ร้อยละของผลเฉลี่ยของคะแนนการทำงานและการประกอบกิจกรรมของผู้เรียนทั้งหมด ต่อร้อยละของผลการสอบหลังเรียนของผู้เรียนทั้งหมดนั้น คือ E_1/E_2 คือ ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ ปกติเนื้อหาที่เป็นความรู้ความจำมักจะใช้เกณฑ์ 80/80, 85/85 หรือ 90/90 ส่วนเนื้อหาที่เป็นทักษะจะใช้เกณฑ์ 75/75 เมื่อกำหนดเกณฑ์เรียบร้อยแล้วก็จะเข้าสู่กระบวนการประเมินประสิทธิภาพ

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ ดังนั้นผู้วิจัยจึงเลือกการประเมินประสิทธิภาพตาม รัตนะ บัวสนธ์ และใช้เกณฑ์ในการประสิทธิภาพของนวัตกรรมกำหนดไว้ที่เกณฑ์ 75/75 เนื่องจากเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาที่ต้องใช้กระบวนการคิดวิเคราะห์เพื่อให้เกิดความเข้าใจในเนื้อหาและด้วยลักษณะของเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่เป็นเนื้อหารายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติมที่มีความเป็นนามธรรม จึงต้องใช้การคิดและวิเคราะห์เนื้อหาเพื่อทำความเข้าใจ

3. แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน

3.1 ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน

จากการค้นคว้าความหมายของห้องเรียนกลับด้าน มีผู้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ ดังนี้

วิจารณ์ พานิช (2555, หน้า 28) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าห้องเรียนกลับด้านเป็นการเรียนรู้สมัยใหม่ โดยใช้ประโยชน์จาก ICT ให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้โดยเฉพาะอย่างยิ่งใช้ตรึงความสนใจของนักเรียนอยู่กับเรื่องที่เป็นประโยชน์ ช่วยให้นักเรียนสืบค้นและเรียนรู้เชิงเนื้อหาที่เรียกว่า Acquire Knowledge ได้เองที่บ้าน แต่การทำการบ้าน หรือการฝึกฝนประยุกต์ใช้ความรู้ในการแก้ปัญหาที่เรียกว่า Apply Knowledge การเรียนเป็นกลุ่ม ทำในห้องเรียนเพราะเป็นการเรียนรู้ที่สำคัญกว่า ซึ่งครูจะมีบทบทในการเป็นผู้อำนวยความ สะดวกเท่านั้นเพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้จริงในชั้นเรียน (Mastery Learning)

จันทิมา ปัทมธรรมกุล (2555) ได้เรียบเรียงเรื่องของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่า “Flipped Classroom” หมายถึงกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหา (Lecture) ในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหา และประยุกต์ใช้จริง ส่วนการ บรรยายจะอยู่ในช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ podcasting หรือ Screen casting เป็นต้น ซึ่ง นักเรียนสามารถเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้าน ที่เคยมอบหมายให้นักเรียนฝึกทำเองนอกห้องจะกลายมาเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียน และในทางกลับกันเนื้อหาที่เคยถ่ายทอดผ่าน การบรรยายในห้องเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียน อ่าน – ฟัง - ดู ได้เองที่บ้านหรือที่ไหน ๆ ก็ตาม (Kachka, 2012 อ้างถึงใน จันทิมา ปัทมธรรมกุล, 2555) ครูอาจทิ้งโจทย์ หรือให้นักศึกษาสรุปความเนื้อหานั้น ๆ เพื่อ ตรวจสอบความเข้าใจของนักศึกษา และ นำมาอภิปรายหรือปฏิบัติจริงในห้องเรียน

สุรศักดิ์ ปาเฮ (2556) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านได้ว่าห้องเรียนกลับด้านจะมุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตามทักษะ ความรู้ความสามารถ และสติปัญญาของเอกัตบุคคล (Individualized Competency) ตามอัตราความสามารถทางการเรียนของ นักเรียนแต่ละคน (Self Paced) จากมวลประสบการณ์ที่ครูได้จัดให้เรียนรู้ผ่านสื่อต่าง ๆ ที่หลายหลาย ประเภทในปัจจุบัน และเป็นลักษณะการเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกห้องเรียนอย่างอิสระทั้งด้านความคิดและ วิธีปฏิบัติที่แตกต่างจากการเรียนรู้แบบเดิมที่ครูเป็นผู้ถ่ายทอดองค์ความรู้โดยตนเองเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้นการสอนแบบกลับด้านจะเป็นการเปลี่ยนแปลงบทบาทของครูอย่างสิ้นเชิง กล่าวคือ ครูไม่ใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะมีบทบาทเป็นผู้จุดประกายและสร้างความสนุกสนานในการเรียนรวมทั้งเป็นผู้อำนวยความสะดวก (Facilitators) ในชั้นเรียนนั้น ๆ

สุพินดา ณ มหาชัย (2556) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดการเรียนการสอนรูปแบบใหม่โดยจากเดิมนักเรียนต้องนำการบ้านกลับไปทำที่บ้านเปลี่ยนเป็นการมอบหมายให้ทำการบ้าน ภายในห้องเรียนแทน โดยมีครูคอยแนะนำ ให้ความช่วยเหลืออำนวยความสะดวกต่าง ๆ เพื่อให้นักเรียนมี ความรู้ความเข้าใจในสาระต่าง ๆ และครูต้องมอบหมายให้นักเรียนกลับไปดูสื่อล่วงหน้าจากนอกชั้นเรียน แล้ว นำข้อสงสัยมาร่วมอภิปรายในชั้นเรียน ซึ่งห้องเรียนกลับด้านเป็นการจัดการเรียนการสอนที่เน้นนักเรียนเป็น ศูนย์กลาง สามารถช่วยแก้ปัญหาเรื่องการบ้านที่นักเรียนไม่สามารถทำได้คนเดียวโดยปราศจากคำแนะนำจาก ครู และยังช่วยให้นักเรียนเรียนรู้ได้อย่างเข้าใจและมีความสุข

ฉัตรทิพย์ ลีลิตธรรม และมนต์ชัย เทียนทอง (2557, หน้า 35) ได้กล่าวว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นกระบวนการเรียนการสอนรูปแบบหนึ่งซึ่งเปลี่ยนการใช้ช่วงเวลาของการบรรยายเนื้อหา (Lecture) ในห้องเรียนเป็นการทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อฝึกแก้โจทย์ปัญหาและประยุกต์ใช้จริง ส่วนการบรรยายจะอยู่ใน ช่องทางอื่น ๆ เช่น วิดีโอ วิดีโอออนไลน์ ฯลฯ ซึ่งนักเรียนเข้าถึงได้เมื่ออยู่ที่บ้านหรือนอกห้องเรียน ดังนั้น การบ้านที่เคยมอบหมายให้นักเรียนทำเองนอกห้องเรียนจะกลายเป็นส่วนหนึ่งของกิจกรรมในห้องเรียนและ ในทางกลับกันเนื้อหาที่เคยถ่ายทอดผ่านการบรรยายในห้องเรียนจะเปลี่ยนไปอยู่ในสื่อที่นักเรียนอ่าน ฟัง ดู ได้ เองที่บ้าน ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าห้องเรียนกลับด้าน คือ รูปแบบการเรียนรู้รูปแบบหนึ่งที่เปลี่ยนจากการ บรรยายเนื้อหาในห้องเรียนกลับเป็นให้นักเรียนเรียนการบรรยายเนื้อหา (Lecture) ผ่านสื่อวีดิทัศน์ซึ่งเป็นการ เรียนรู้โดยใช้สื่อเทคโนโลยีสารสนเทศรูปแบบต่าง ๆ นอกเวลาเรียนได้ทุกที่ทุกเวลา แล้วใช้เวลาในห้องเรียนสำหรับทำกิจกรรมต่าง ๆ เพื่อให้เกิดคุณค่าสูงสุดและฝึกประยุกต์ความรู้ในสถานการณ์ต่าง ๆ เพื่อช่วยให้ นักเรียนเกิดการเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning)

ราชบัณฑิตสภา (2558) การเรียนการสอนที่ผู้เรียนศึกษาสาระสำคัญของบทเรียนด้วยตนเองที่บ้าน และนำผลงานหรือปัญหาที่บันทึกไว้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูหรือเพื่อนในห้องเรียน

Tenneson and McGlasson (2006) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้าน คือ รูปแบบการพยายามที่จะบรรลุเป้าหมายของการเรียนรู้โดยการ “พลิก” แบบดั้งเดิมโดยนักเรียนได้รับ การกระทำทั้งภายในและนอกห้องเรียนผ่านการบรรยายออนไลน์ ที่นักเรียนสามารถท่องจำเนื้อหา เพื่อการเรียนรู้นอกห้องเรียนสำหรับนักเรียนและใช้เวลาในชั้นเรียนมากขึ้นสำหรับกิจกรรรการเรียนรู้ตามบทเรียนนอกห้องเรียน

Bergmann and Sams (2012) ได้ให้ความหมายของห้องเรียนกลับด้านไว้ว่าห้องเรียนกลับด้าน คือ การเรียนรู้ที่เกิดขึ้นเมื่อพลิกบทบาทจากการบรรยายของครูในเวลาเรียนเปลี่ยนเป็นการเรียนรู้นอก เวลาเรียนผ่านวิดีโอโดยกระตุ้นให้เกิดมุมมองของนักเรียนเอง เวลาให้เรียนส่วนใหญ่จะใช้สำหรับการแก้ปัญหา ที่เกิดขึ้นผ่านการเรียนรู้ของนักเรียน โดยครูสามารถช่วยเหลือนักเรียนได้แบบ

หนึ่งต่อหนึ่งหรือสอนกลุ่มเล็ก ๆ ซึ่งครูในห้องเรียนกลับด้านนั้นใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเพื่อสร้างสภาพแวดล้อมเลียนแบบและการจัดการสำหรับ การเรียนรู้ของนักเรียนเป็นศูนย์กลาง นักเรียนสามารถชมการบรรยายสั้น ๆ จากวิดีโอได้หลายครั้งตามที่พวก เขาต้องการเพื่อให้เข้าใจเนื้อหาและเมื่อมาเข้าสู่บทเรียนโดยการตอบคำถามจากการทำงานในโครงงาน และมี ความร่วมมือในชั้นเรียนมากยิ่งขึ้น มีการถ่ายโอนความรู้นอกห้องเรียน โดยนักเรียนเป็นเจ้าของการเรียนรู้ของ ตนเอง และนักเรียน สามารถเรียนรู้ได้อย่างเหมาะสมต่อความสามารถของนักเรียนแต่ละคน

จากความหมายของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้านหมายถึง การเรียนการสอนที่ผู้เรียนศึกษาสาระสำคัญของบทเรียนด้วยตนเองที่บ้าน และนำผลงานหรือปัญหาที่บันทึกไว้มาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับครูหรือเพื่อนในห้องเรียน

3.2 แนวคิดของห้องเรียนกลับด้าน

ห้องเรียนกลับด้านถูกพัฒนาขึ้นโดย Jonathan Bergman and Aron Sams ครูสอนวิชาเคมีโรงเรียน Woodland Park Hight School รัฐโคโลราโด ประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งเริ่มจากการทำวีดิทัศน์ อย่างง่าย ๆ หลังจากนั้นเมื่อทำการเผยแพร่วีดิทัศน์ออกไปแล้วก็มีนักเรียนที่เข้าเรียนแล้วแต่กลับดูซ้ำ เพื่อการ สอบ นับเป็นสิ่งที่ดีต่อการตอบสนองของ Jonathan Bergman และ Aron Sams เพราะไม่ต้องตามนักเรียน ช่วงเวลาพักกลางวันหรือหลังเลิกเรียนเพื่อมาเรียนเสริม แต่สิ่งที่ Jonathan Bergman และ Aron Sams ไม่ คาดคิด คือ มีครูและนักเรียนจากทั่วโลกศึกษาวีดิทัศน์ที่พวกเขาลงไว้ครูจากต่างประเทศหรือแม้แต่ครูใหม่ก็ มาศึกษาวีดิทัศน์นี้ซึ่งเป็นสิ่งที่พวกเขาไม่คาดคิด ดังนั้นพวกเขาจึงเริ่มบันทึกวีดิทัศน์การสอนเตรียมไว้และ นำมาใช้ในห้องเรียน เมื่อนำมาใช้และทำกิจกรรมพวกเขาพบว่า เมื่อทำการสอนและกิจกรรมต่าง ๆ เสร็จยังมี เวลาเหลืออีก 20 นาที เมื่อเทียบกับการสอนแบบดั้งเดิม เมื่อได้นำห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มาใช้จนจบปีการศึกษาก็ได้ค้นพบว่าการสอนในรูปแบบนี้เป็นสิ่งที่ดีกับนักเรียน กล่าวคือ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) เป็นวิธีที่ช่วยกำหนดกรอบให้นักเรียนได้รับการศึกษาส่วนบุคคลที่เหมาะสมกับความ ต้องการของตนเอง เช่น กรณีมีนักเรียนแลกเปลี่ยนที่เข้ามาใหม่กลางภาคเรียน ซึ่ง Jonathan Bergman และ Aron Sams ได้ให้นักเรียนใหม่ดูวีดิทัศน์การสอนของพวกเขา ผลปรากฏว่านักเรียนคนนี้สามารถเรียนรู้ได้ทัน เพื่อนแม้จะใช้เวลาที่น้อยกว่า ซึ่งการศึกษาในแบบดั้งเดิมจะทำได้ยาก นักเรียนที่ได้รับการศึกษาแบบเดิมจะรู้ ในเรื่องนั้น ๆ แค่เพียงผิวเผิน แต่การใช้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ช่วยให้นักเรียนที่มีความ แตกต่างกันได้รับการศึกษาเฉพาะที่เหมาะสมตนเอง

ห้องเรียนกลับด้านแพร่ขยายเป็นวงกว้างในสหรัฐอเมริกา และในปี 2556 ชั้นเรียนในโรงเรียนประถมศึกษาและมัธยมศึกษา ห้องเรียนกลับด้านเป็นการปรับเปลี่ยนรูปแบบการเรียนการสอนให้สอดคล้อง กับแนวคิด teach less, learn more ซึ่งเป็นไปตามที่ วิจารณ์ พานิช, 2556) ได้กล่าวถึงความสำคัญการ จัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านไว้ดังนี้

1. เพื่อเปลี่ยนวิธีสอนของครู จากการบรรยายหน้าชั้นเรียน หรือจากครูเป็นครูไปเป็นครูฝึก ฝึกการทำแบบฝึกหัดหรือกิจกรรมอื่นในชั้นเรียนให้แก่ศิษย์เป็นรายคน

2. ช่วยส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียนตลอดเวลาใช้เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสารเพื่อสนับสนุนการเรียนการสอน

3. ช่วยให้นักเรียนที่มีกิจกรรม หรือไม่สามารถเข้าเรียนได้สามารถเรียนล่วงหน้า หรือเรียนตามได้ และ ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักการบริหารเวลาของตนเอง

4. นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้ตามศักยภาพของตนเอง ครูสามารถให้ความช่วยเหลือ แนะนำ เอาใจใส่ นักเรียน และติดตามพัฒนาการของนักเรียนได้มากขึ้น

5. ช่วยสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนเพิ่มขึ้น เพราะนักเรียนต้องมาเข้าห้องเรียนและทำกิจกรรมในชั้นเรียนร่วมกัน ซึ่งเป็นการใช้ความสามารถของระบบออนไลน์และระบบพบหน้าช่วยเปลี่ยน บทบาทของครูให้เป็นพี่เลี้ยง (Mentor) เพื่อนบ้าน (Neighbor) และผู้เชี่ยวชาญ (Expert)

6. ช่วยให้ครูรู้จักนักเรียนได้ดีขึ้น เสริมสร้างแรงบัลดาลใจ (Inspire) ให้กำลังใจและรับฟังนักเรียน อีก ทั้งยังทำให้ครูสามารถให้ความช่วยเหลือนักเรียนที่มีปัญหาส่วนตัวผ่านช่องทางการสื่อสารที่ทันสมัย

7. ช่วยเพิ่มปฏิสัมพันธ์ระหว่างนักเรียน จากเดิมที่นักเรียนเรียนเพื่อทำตามคำสั่งของครู หรือทำการบ้านเพื่อให้เสร็จตามที่ครูกำหนดเปลี่ยนเป็นเรียนเพื่อตนเอง เพื่อการเรียนรู้ของตนเอง นักเรียนมีโอกาสให้ ความช่วยเหลือกัน ช่วยแก้ปัญหา สร้างไมตรีจิตระหว่างกัน

8. ช่วยให้ครูสามารถเข้าใจนักเรียนได้เป็นรายบุคคล ด้วยธรรมชาติของนักเรียนจะมีความแตกต่างกัน มีความถนัด ความชอบต่างกัน การกลับทางชั้นเรียนช่วยให้ครูเห็นจุดแข็งและจุดอ่อนของนักเรียนแต่ละคน เพื่อนนักเรียนด้วยกัน และสามารถช่วยเหลือกันด้วยจุดแข็งของแต่ละคน เนื่องจากครูสามารถเดินไปได้ทั่วห้อง ครูจะสังเกตเห็นนักเรียนที่กำลังพยายามแก้ปัญหาต่าง ๆ และสามารถเข้าไปช่วยนักเรียนที่ไม่ถนัดในเรื่องนั้น

9. ทำให้บรรยากาศการเรียนรู้ในชั้นเรียนเปลี่ยนไป พฤติกรรมที่ไม่พึงประสงค์ของนักเรียนจะหายไป เช่น การเล่นเกมในเวลาเรียน การเล่นโทรศัพท์ การนอนหลับ เนื่องจากห้องเรียนกลับด้านนักเรียนจะต้องเป็น ผู้ลงมือปฏิบัติ ไม่ใช่รับการถ่ายทอดแบบเดิม

ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มุ่งเน้นการสร้างสรรค์องค์ความรู้ด้วยตัวนักเรียนเองตาม ทักษะความรู้ความสามารถและสติปัญญาของแต่ละบุคคล (Individualized Competency) ตามอัตรา ความสามารถทางการเรียนแต่ละคน จากมวลประสบการณ์ที่ครูจัดให้ผ่านสื่อออนไลน์ต่าง ๆ และเป็นลักษณะ การเรียนรู้จากแหล่งเรียนรู้นอกชั้นเรียนอย่างอิสระทั้งด้านความรู้และการปฏิบัติ ซึ่งมีความแตกต่างกับ ห้องเรียนแบบเดิม (Traditional Learning) ที่ครูคอยเป็นผู้ป้อนความรู้ และประสบการณ์ให้นักเรียนเพียง อย่างเดียวในลักษณะที่ครูเป็นศูนย์กลาง (Teacher Center) ดังนั้น

ห้องเรียนกลับด้านจะเปลี่ยนแปลงการ เรียนการสอนและบทบาทของครูที่จะคอยจุดประกายและสร้างความสะดวกต่าง ๆ (Facilitators) ภายในชั้น เรียน มิใช่ผู้ถ่ายทอดความรู้แต่จะทำบทบาทเป็นผู้ฝึก (Coach) (สุรศักดิ์ ปาเฮ, 2556)

แนวคิดเรื่องห้องเรียนกลับทางนี้นำเสนอโดย แอรอน แซมส์ (Aaron Sams) ครูวิทยาศาสตร์ เสนอว่า การที่ผู้เรียนค้นคว้าสาระความรู้จากแหล่งความรู้ เช่น เอกสาร วีดิทัศน์ สื่อต่าง ๆ ที่ครูจัดเตรียมไว้นำไปศึกษาหรืออ่านเองที่บ้าน แล้วบันทึกหรือจดประเด็นสำคัญตั้งคำถามเพื่อนำมาเสนอแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน การใช้เวลาส่วนใหญ่ในชั้นเรียนจึงเป็นการที่ครูเป็นผู้กระตุ้นหรือผู้ชี้แนะ (Coach) สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียน พูด เสนอความรู้ที่ได้ ตั้งคำถามที่สงสัย ฟังคำตอบจากเพื่อนและการสรุปสาระการเรียนรู้ร่วมกัน

การใช้สื่อเทคโนโลยีและการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีความสำคัญที่ครูต้องวางแผนการสอน จัดเวลา จัดเอกสาร สื่อ และสิ่งแวดล้อมในชั้นเรียนให้เป็นสังคมการเรียนรู้ ผู้เรียนต้องได้รับการฝึกทักษะการค้นคว้าทักษะการใช้สื่อ การจับประเด็น การจดบันทึกการตั้งคำถาม การนำเสนอ และการสรุปความรู้ที่ได้รับ ตลอดจนฝึกการมีวินัยในการเรียนด้วยตนเองที่บ้าน

ห้องเรียนกลับทางเป็นวิธีการจัดกิจกรรมที่เปลี่ยนบทบาทของครูจากการเป็นผู้บรรยายอธิบายเนื้อหาบทเรียนโดยใช้เวลาเกือบทั้งหมดของชั่วโมงเรียนมาเป็นผู้ออกแบบการเรียนการสอนที่ช่วยให้ผู้เรียนได้ฝึกวิธีการศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนเรียนรู้ร่วมกัน การเตรียมแหล่งข้อมูลให้ผู้เรียนศึกษาด้วยตนเองที่บ้านอาจเป็นโครงงาน ขั้นตอนการทดลอง การแก้โจทย์ปัญหา โดยที่ครูกำหนดขอบเขตของงานให้เหมาะสมกับเวลาที่ใช้ประมาณ ๓๐ นาทีถึง ๑ ชั่วโมง เมื่อผู้เรียนกลับมาเรียนในห้องเรียน ครูจะพบว่าผลงานของผู้เรียนมีความแตกต่างกันเป็นโอกาสที่ครูได้เข้าใจผู้เรียนแต่ละคนว่ามีความสามารถ ความสนใจระดับใด กิจกรรมการเรียนในห้องเรียนจึงเน้นบรรยากาศการมีส่วนร่วมการช่วยเหลือผู้เรียนให้บรรลุวัตถุประสงค์ของบทเรียนและเชื่อมโยงเนื้อหาสาระของบทเรียนกับการปฏิบัติจริง เป็นการฝึกทักษะการคิดและทักษะทางสังคม

การจัดห้องเรียนกลับทางเหมาะสำหรับโรงเรียนที่มีความพร้อมทางสื่อเทคโนโลยี ครูมีความตั้งใจในการพัฒนากระบวนการเรียนรู้ และผู้เรียนมีทักษะพื้นฐานที่จะศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง การวัดและประเมินผลการเรียนมีลักษณะผสมผสานทั้งการสังเกตพฤติกรรมและผลงานของผู้เรียนระหว่างเรียนกับการวัดผลการเรียนรู้ท้ายบทเรียน การจัดห้องเรียนกลับทางมิได้เกิดผลแก่ผู้เรียนในด้านความรู้เท่านั้น แต่ยังเป็นการพัฒนาวิธีการคิด ฝึกฝน ทักษะการสื่อสาร ความรับผิดชอบและนิสัยใฝ่รู้ใฝ่เรียนของผู้เรียนอีกด้วย ทั้งนี้ ผลการเรียนของผู้เรียนจะดียิ่งขึ้นถ้าผู้ปกครองเข้าใจและมีส่วนร่วมสนับสนุนอย่างจริงจัง

จากแนวคิดของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นการให้ผู้เรียนศึกษาหาความรู้เกี่ยวกับเรื่องที่จะเรียนมาก่อนที่จะเข้ามาทำกิจกรรมภายในห้องเรียน เพื่อที่จะ

นำความรู้ที่ได้มาวิเคราะห์ต่อยอดองค์ความรู้ในห้องเรียน โดยมีผู้สอนเป็นผู้กระตุ้นหรือผู้ชี้แนะ (Coach) สร้างบรรยากาศให้ผู้เรียน พูด เสนอความรู้ที่ได้ ตั้งคำถามที่สงสัย ฟังคำตอบจากเพื่อนและการสรุปสาระการเรียนรู้ร่วมกัน

3.3 องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน

Bergmann and Sams (2012) ได้กล่าวถึงห้องเรียนกลับด้านและการเรียนรู้จริง หรือ FlippedMastery Classroom ในหนังสือ Flipped Your Classroom Reach Every Student in Every Class Every Day ว่าเป็นการนำเอาวิธีการสองอย่างคือ Flipped Classroom และ Mastery Learning มาใช้ ร่วมกันโดยนำเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยสร้างบรรยากาศของการเรียนรู้ที่นักเรียนรู้จริง มีลักษณะเป็น ห้องเรียนที่นักเรียนแต่ละคนเรียนบทเรียนที่ไม่ตรงกับคนอื่น แต่ละคนตั้งใจอยู่กับกิจกรรมของตนเอง นักเรียน ทำกิจกรรม เพื่อให้เกิดการเรียนรู้ เพื่อการเรียนรู้ของตนเอง โดยครูจะเป็นผู้อำนวยความสะดวก เดินดูนักเรียน รอบ ๆ ห้องเพื่อตรวจสอบการเรียนรู้ของนักเรียนแต่ละคน และคอยช่วยเหลือให้กำลังใจ หรือช่วยให้นักเรียน หาวิธีแสดงให้ครูเห็นว่าตนเข้าใจวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ขั้นตอนนั้น โดยอาจไม่ใช่การตอบข้อสอบที่มีอยู่ใน คอมพิวเตอร์ก็ได้ ซึ่งวิธีการจัดกิจกรรมแบบนี้ในห้องเรียนจะแตกต่างจากห้องเรียนแบบดั้งเดิมอย่างสิ้นเชิง ห้องเรียนจะกลายเป็นแหล่งเรียนรู้ของนักเรียนตามความสนใจในหัวเรื่องต่าง ๆ โดยวิธีการสอนแบบนี้จะทำให้ นักเรียนรู้สึกและรู้จริง ดังตัวอย่างที่ Jonathan Bergmann และ Aron Sams ได้ให้นักเรียนทำโครงงาน เกี่ยวกับการศึกษาองค์ประกอบของน้ำอัดลม เมื่อจบภาคเรียนพวกเขาพบว่านักเรียนสามารถทำโครงงานนี้จนเสร็จ ต่างจากการสอนเมื่อปีที่แล้วที่เป็นการสอนแบบดั้งเดิมเมื่อจบภาคเรียนนักเรียนทำโครงงานได้เพียงครึ่ง เดียวเท่านั้น

Schoolwires (2013) ได้กล่าวถึงการจัดการเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านที่เป็นนวัตกรรม การเรียนการสอนรูปแบบใหม่ที่ทำให้นักเรียนทำไปสู่การเรียนรู้แบบรู้จริง (Mastery Learning) ซึ่งมี องค์ประกอบที่สำคัญ 4 ประการ ได้แก่

1. การกำหนดยุทธวิธีเพิ่มพูนประสบการณ์ (Experiential Engagement) โดยครูเป็นผู้ชี้แนะวิธีการเรียนรู้ให้กับนักเรียนเพื่อเรียนเนื้อหา โดยอาศัยวิธีการที่หลากหลาย ทั้งการใช้กิจกรรมที่กำหนดขึ้น เช่น เกม สถานการณ์จำลอง สื่อปฏิสัมพันธ์ การทดลอง หรืองานด้านศิลปะ แขนงต่าง ๆ

2. การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด (Concept Exploration) โดยครูคอยเป็นผู้ชี้แนะนักเรียนจากที่นักเรียนเรียนรู้จากสื่อหรือกิจกรรมในชั้นเรียน อาทิ สื่อประเภทวีดิทัศน์ บันทึก การบรรยาย การใช้สื่อบันทึกเสียง การใช้สื่อเว็บไซต์หรือสื่อสังคมออนไลน์ เป็นต้น

3. การสร้างองค์ความรู้อย่างมีความหมาย (Meaning Making) โดยนักเรียนจะกลายเป็นผู้บูรณาการเพื่อสร้างทักษะองค์ความรู้จากสื่อต่าง ๆ ที่ได้เรียนรู้ด้วยตนเอง เช่น การสร้างกระดาน

ความรู้อิเล็กทรอนิกส์ การใช้แบบทดสอบ การใช้สื่อสังคม ออนไลน์ และกระดานสำหรับอภิปรายแบบออนไลน์

4. การสาธิตและประยุกต์ใช้ (Demonstration & Application) เป็นการสร้างองค์ความรู้ของนักเรียนในเชิงสร้างสรรค์

นอกจากนี้ Bergmann et al. (2014) ได้กล่าวถึงแนวคิดหลักของห้องเรียนกลับด้านประกอบด้วย 4 เสาหลัก ดังนี้

1. F- Flexible Environment กล่าวคือ การเรียนการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ต้องการความยืดหยุ่นของสภาพแวดล้อม เช่น รูปแบบการเรียนรู้นั้นควรจะมีหลายรูปแบบไม่ยึดติดกับแบบใดแบบหนึ่งหรือรูปแบบเดิม ๆ นักศึกษาสามารถใช้รูปแบบการเรียนรู้ใด ๆ ก็ได้ เพื่อที่จะรองรับกับบทเรียนต่าง ๆ ซึ่งอาจจะเกี่ยวข้องกับการทำงานกลุ่ม การเรียนรู้แบบอิสระ การวิจัย ผล การดำเนินงานและการประเมินผล นักศึกษาจะเลือกสภาพแวดล้อมที่แตกต่าง และเวลาสถานที่ที่ต้องการ เรียนในชั้น ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) จะมีบางครั้งที่มีความวุ่นวายหรือเสียงดัง เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีการเรียนแบบดั้งเดิมที่มีความสงบเงียบมากกว่า นอกจากนี้ครูที่จะต้องมีความยืดหยุ่นในการ คาดหวังด้วยระยะเวลาในการเรียนรู้ของนักศึกษา หรือวิธีการประเมิน ในการสร้างแบบประเมินที่จะต้อง เหมาะสมในการวัด

2. L- Learning Culture กล่าวคือ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ต้องการยกระดับจากวัฒนธรรมการเรียนรู้ในรูปแบบครูเป็นศูนย์กลางแบบดั้งเดิมครูเป็นแหล่งที่มาของข้อมูลเป็นผู้เชี่ยวชาญด้านเนื้อหาแต่เพียงผู้เดียวที่ให้ข้อมูลกับนักเรียนโดยตรงผ่านการบรรยายในรูปแบบการเรียนรู้ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) มีการเปลี่ยนแปลงจากครูเป็นศูนย์กลางเป็นนักเรียนเป็นศูนย์กลาง ซึ่งจะให้ความสำคัญการเรียนรู้ในสิ่งที่นักเรียนสนใจในเชิงลึกมากขึ้น และสร้างโอกาสในการเรียนรู้ของนักเรียนให้ดียิ่งขึ้น นักเรียนจะเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้โดยที่พวกเขามีส่วนร่วมในการสร้างความรู้ผ่านการมีส่วนร่วมในการเรียนและการประเมินผลของนักเรียนจะเป็นไปในลักษณะส่วนบุคคล ในทางทฤษฎีนักเรียนสามารถเลือกการเรียนรู้ของพวกเขาโดยการหาเนื้อหาที่อยู่นอกเหนือจะเนื้อหาภายในห้องเรียน หรือเนื้อหาที่กำหนดไว้ และครูสามารถเพิ่มปฏิสัมพันธ์ในห้องเรียนเพื่อตรวจสอบความเข้าใจของนักเรียนและแนะนำสื่อต่าง ๆ ให้นักเรียน

3. I- Intentional Content กล่าวคือ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ครูต้องมีความ ตั้งใจในการศึกษาเนื้อหาเพื่อที่จะให้ครูได้รู้เนื้อหาของตนเองจริง ๆ ประเมินว่าเนื้อหาที่จะสอนโดยตรง รวมถึง การวางแผนด้วยว่าจะใช้สื่อใด ๆ ในการสอนเนื้อหานั้น รวมถึงสื่อใดที่อนุญาตให้นักเรียนค้นหาต่อไป ถ้าหากนักเรียนอยากเรียนรู้เพิ่มเติมและครูควรใช้วิธีการสอนที่สนับสนุนให้นักเรียนเป็นศูนย์กลาง เช่น Active Learning, Strategies, Peer instruction, Problem-based learning usa Mastery vsa Socratic method ซึ่งขึ้นอยู่กับระดับชั้นและเนื้อหาที่ครูต้องสอน

4. P-Professional Educator กล่าวคือ ห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ต้องการครูที่เป็นมืออาชีพ ซึ่งห้องเรียนกลับด้านนี้อาจชี้ให้เห็นว่าวีดิทัศน์การเรียนการสอนมีความสำคัญมากกว่าครูหรือนักการศึกษา แต่จริง ๆ แล้วเป็นการเข้าใจผิดเพราะสำหรับห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ต้องการทักษะด้านการศึกษามืออาชีพที่จะมีความสำคัญกับครูหรือนักการศึกษามากขึ้นกว่าเดิม โดยจะต้องกำหนดเวลาและวิธีการที่จะเปลี่ยนการเรียนการสอนแบบดั้งเดิมไปเป็นการเรียนรู้ของแต่ละบุคคลและการเพิ่มเวลาการพบปะระหว่างครูและนักเรียนมากขึ้นจะทำให้สามารถนำรูปแบบการเรียนการสอนมาใช้กับนักเรียนได้เป็นอย่างดี มีการสังเกตนักเรียนในช่วงที่ทำกิจกรรมช่วยให้การประเมินนักเรียนเป็นไปแบบรายบุคคลจริง ๆ ซึ่งที่กล่าวมานี้จะเป็นไปไม่ได้เลยถ้าหากครูยังไม่เข้าใจวิธีการสอน เนื้อหา และบทบาทของตนเอง

โดยได้มีนักการศึกษาได้บอกถึงองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านไว้อย่างหลากหลาย ดังนี้ Brame and Director (2013) ได้บอกถึงองค์ประกอบที่สำคัญของห้องเรียนกลับด้านไว้ ดังนี้

1. เปิดโอกาสให้นักเรียนได้เรียนรู้จากสื่อต่าง ๆ ก่อนทำกิจกรรมในชั้นเรียน
2. สร้างแรงจูงใจให้กับนักเรียนในการเตรียมความพร้อมสำหรับการเรียน
3. มีวิธีการวัดและประเมินผลความเข้าใจของนักเรียน
4. จัดให้มีกิจกรรมในชั้นเรียนโดยมุ่งเน้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในระดับที่สูงขึ้น

วิจารณ์ พานิช (2556) ได้สรุปองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้าน ไว้ดังนี้

1. กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ให้ชัดเจน
2. ไตร่ตรองว่าวัตถุประสงค์ส่วนไหนควรเรียนแบบลงมือปฏิบัติ หรือได้รับการถ่ายทอด
3. ต้องแน่ใจว่านักเรียนได้เข้าถึงวิดิทัศน์เพื่อเรียนสาระวิชา
4. มีกิจกรรมให้นักเรียนได้ลงมือปฏิบัติเพื่อเรียนรู้ในชั้นเรียน
5. สร้างแบบวัดที่หลากหลายเพื่อพิสูจน์ว่านักเรียนบรรลุผลสัมฤทธิ์ตามวัตถุประสงค์ในแต่ละบทเรียน

จันทวรรณ ปิยะวัฒน์ (2556) ได้กล่าวว่าห้องเรียนกลับด้านในระบบชั้นเรียนออนไลน์บน www.ClassStart.com สามารถช่วยลดภาระงานสอนได้ โดยครูควรคำนึงถึงองค์ประกอบต่อไปนี้

1. ทักษะและหน้าที่ที่เปลี่ยนไปของครู เพราะครูจะสอนน้อยลงแต่จะต้องจัดเตรียมสื่อต่าง ๆ เช่น วิดิทัศน์เอกสารต่าง ๆ แบบฝึกหัด และครูจะเปลี่ยนบทบาทเป็นผู้ฝึกคอยอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ให้แก่นักเรียน

2. เนื้อหาและองค์ความรู้ต่าง ๆ ในรูปแบบของสื่อวิดิทัศน์ควรมีความน่าสนใจ เข้าใจง่ายกว่าการอ่าน หนังสือ นักเรียนสามารถดูซ้ำได้ทุกเวลา

3. กิจกรรมการเรียนรู้ในห้องเรียนและทางออนไลน์ควรมีความท้าทาย ไม่ง่ายและไม่ยากจนเกินไป ควรเป็นกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีความสนุกสนานส่งเสริมให้นักเรียนมีส่วนร่วมได้ใช้ความรู้และทักษะในการทำกิจกรรม

จากองค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของห้องเรียนกลับด้านมี 4 องค์ประกอบ ได้แก่ กำหนดวัตถุประสงค์ของการเรียนรู้ให้ชัดเจน การสืบค้นเพื่อให้เกิดมโนทัศน์รวบยอด การสร้างองค์ความรู้ และการสาธิตและประยุกต์ใช้

3.4 รูปแบบและขั้นตอนของห้องเรียนกลับด้าน

MillerB (2014) ได้เสนอรูปแบบของห้องเรียนกลับด้าน (Flipped Classroom) ไปผสมผสานกับห้องเรียนการสอนในแบบต่าง ๆ ซึ่งมี 4 รูปแบบดังนี้

รูปแบบที่ 1 ห้องเรียนกลับด้านแบบดั้งเดิม (Classic filpped classroom) เป็นรูปแบบที่เหมาะสม กับครูที่เริ่มต้นใช้มากที่สุด โดยครูจะให้แหล่งการเรียนรู้แก่นักเรียนในชั้นเรียน แล้วให้คำแนะนำอยู่ข้าง ๆ นักเรียนจะทำงานเป็นกลุ่มและนักเรียนจะได้รับการสนับสนุนให้มีบทบาทในกระบวนการเรียนรู้ของตนเอง

รูปแบบที่ 2 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการของการสืบสอบ (Inquiry Based Approach) รูปแบบนี้นักเรียนจะได้เรียนรู้แบบส่วนบุคคลด้วยตนเอง โดยการค้นคว้าหาคำตอบเกี่ยวกับคำถามของตนเอง นักเรียนสามรถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มที่จะดำเนินการขั้นตอนการสอบถามรายละเอียดเพิ่มเติม นักเรียนจะทำตามขั้นตอนทางวิทยาศาสตร์ ดังต่อไปนี้ 1) ปัญหา 2) แนวคิดการวิจัย 3) รูปแบบสมมติฐาน 4) ทดสอบสมมติฐาน 5) รวบรวมและประมวลผลข้อมูล 6) สรุป 7) นำเสนองาน

รูปแบบที่ 3 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการแบบรู้จริง (Flipped Mastery Approach) รูปแบบนี้จะช่วยให้เป็นการศึกษาอย่างแท้จริง กล่าวคือ รูปแบบนี้นักเรียนจะเรียนรู้ด้วยตนเอง โดยการเรียนรู้ ของเขาจะเป็นลำดับหัวข้อ นักเรียนสามารถทำงานได้อย่างอิสระหรือในกลุ่มเพื่อน การศึกษาติดตามความ คืบหน้าของนักเรียนและส่งเสริมให้นักเรียนที่จะเพิ่มศักยภาพของตนเอง ซึ่งจะให้โอกาสที่ดีที่สุดสำหรับความ แตกต่างในห้องเรียน โอกาสที่นักเรียนเรียนเนื้อหาเกินกว่ากรอบวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ นักเรียนจะดำเนินการได้ แตกต่างกันตามระดับความสามารถ และความต้องการของพวกเขา

รูปแบบที่ 4 ห้องเรียนกลับด้านโดยใช้กระบวนการโครงงาน (Project Based Learning) การใช้ปัญหาจริงในชีวิตประจำวันเพื่อสร้างแรงบัลดาลใจให้นักเรียนใช้เนื้อหาในการแก้ไขปัญหา นักเรียนได้ใช้การคิด เชิงวิพากษ์และการแก้ปัญหา วัตถุประสงค์การเรียนรู้ที่นอกเหนือไปจากความเข้าใจในเนื้อหา แต่จะขึ้นอยู่กับการประยุกต์ใช้ความรู้ นักเรียนได้รับการสนับสนุนในการสร้างการประเมินตนเองและข้อเสนอแนะเพื่อตรวจสอบความคืบหน้าของพวกเขาและประสบความสำเร็จ

สูงสุดจากโครงงานที่ทำรูปแบบนี้จะส่งเสริมให้นักเรียนพัฒนาทักษะศตวรรษที่ 21 ที่จำเป็นในการเข้าสู่ตลาดงานในอนาคต

ยุภาพร ด้วงโต้ด (2561) ได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับห้องเรียนกลับด้าน และได้นำรูปแบบและวิธีการเรียนแบบห้องเรียนกลับด้านมาใช้ในการจัดการเรียนรู้รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โดยประกอบไปด้วย 4 ขั้นตอน คือ

ขั้นที่ 1 ศึกษาสื่อ พร้อมทั้งบันทึกการเรียนรู้จากสื่อนั้น

ขั้นที่ 2 สรุปทบทวนความรู้ที่ได้จากสื่อและถาม - ตอบ เรื่องจากสื่อ

ขั้นที่ 3 ฝึกฝนความรู้

ขั้นที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้

จากรูปแบบของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวมาข้างต้น การจัดการเรียนรู้ในรูปแบบห้องเรียนกลับด้านแบบดั้งเดิม (Classic flipped classroom) จะเน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง และมีการจัดการเรียนรู้โดยครูจะมอบหมายให้นักเรียนไปศึกษาเนื้อหาภายนอกชั้นเรียนด้วยสื่อ การเรียนรู้ และกิจกรรมในชั้นเรียนนักเรียนได้ใช้ทักษะความรู้ในการทำ โครงงานหรือกิจกรรมต่าง ๆ หลังจากนั้นนักเรียนและครูร่วมประเมินการเรียนรู้เมื่อสิ้นสุดบทเรียน ดังนั้นผู้วิจัยจึงสังเคราะห์ออกมาเป็นขั้นตอนการจัดการเรียนโดยใช้รูปแบบห้องเรียนกลับด้าน 5 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 7 การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	**ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)**	**การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)**	**กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)**	**กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ**
1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายจำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งานและเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้นนอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหากับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ	**ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสื่อ พร้อมบันทึกการเรียนรู้จากสื่อนั้น** ครูส่งวิดีโอการสอนให้กับนักเรียนและอธิบายว่าเนื้อหาในวิดีโอจะนำมาพูดคุยกันในห้องเรียน (ในขั้นตอนนี้ครูอาจสร้างกิจกรรมหรือแจกแบบทดสอบก่อนเรียนเพื่อให้นักเรียนได้ลองทำก่อนการสอนในห้องเรียน)			**กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน** 1. ครูออกแบบแผนการสอน กำหนดวัตถุประสงค์การสอน การเลือกใช้สื่อการสอน กิจกรรมเสริมที่เหมาะสมกับวัยนักเรียนกับห้องเรียน และบริบทของโรงเรียน 2. เตรียมวิดีโอการสอน ครูอาจบันทึกการสอนของตัวเอง หรือใช้บริการจากวิดีโอการสอนและสื่อต่างๆ ที่มีเนื้อหาของบทเรียนครบตามตัวชี้วัด

ตารางที่ 7 (ต่อ) การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	**ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)**	**การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)**	**กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)**	**กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ**
ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนและสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้				3. ครูตั้งประเด็นที่จะให้นักเรียนศึกษาหรือประเด็นคำถามที่จะให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน 4. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาจากสื่อที่เตรียมไว้และอธิบายว่าเนื้อหาในวิดีโอจะนำมาพูดคุยกันในห้องเรียน 5. ครูมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของนักเรียน

ตารางที่ 7 (ต่อ) การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)	การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)	กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
				ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ 1. นักเรียนศึกษาเนื้อหาจากสื่อ 2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาจากสื่อที่ครูมอบหมาย 3. นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของนักเรียน 4. นักเรียนเขียนประเด็นที่สนใจต้องการศึกษาเพิ่มเติมหรือข้อสงสัยที่ต้องการถามครูในเนื้อหาที่ศึกษา

ตาราง 7 (ต่อ) การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)	การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)	กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
	ขั้นตอนที่ 2 สรุปทบทวนความรู้ที่ได้จากสื่อและถาม - ตอบ เรื่องจากสื่อ ครูเตรียมการทบทวนบทเรียนให้นักเรียน เพิ่มเติมจากคลิปวิดีโอที่ให้ศึกษามาก่อน แลกเปลี่ยนเรียนรู้กับนักเรียน เพื่อสนับสนุนการสร้างปฏิสัมพันธ์ระหว่างกัน ครูเปิดโอกาสให้เด็กๆ ได้ร่วมพูดคุยแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกันจากเนื้อหาที่ได้ศึกษามาแล้วในวิดีโอ เพื่อให้เกิดทักษะการคิดวิเคราะห์ และการสื่อสาร	**ขั้นตอนที่ 1 เร้าการคิดด้วยภาพง่ายๆ** คือการจดข้อมูลต่างๆจากการฟังบรรยายด้วยการวาดภาพง่ายๆ ใช้สีสัน เส้น และลดปริมาณตัวอักษรให้เหลือเพียงประเด็นสำคัญ จะทำให้เห็นภาพรวมของเรื่องทั้งหมด และเห็นความเชื่อมโยงของกลุ่มข้อมูลได้**ขั้นตอนที่ 2 ใช้ภาพช่วยเล่าเรื่อง** ในการสอนแบบบรรยายการเล่าเรื่องราวต่างๆ หากใช้การวาดภาพประกอบการเล่าไปด้วยจะส่งผลให้สามารถพูดประเด็นสำคัญก่อน ซึ่งหากมีเวลาจำกัดนั้นจะทำ		**กิจกรรมในชั้นเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ** 1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้และซักถาม ถึงเนื้อหาที่ได้ศึกษา 2. นักเรียนสอบถามเกี่ยวกับประเด็นที่สนใจต้องการศึกษาเพิ่มเติมหรือข้อสงสัยที่ต้องการถาม โดยจะมีเพื่อนร่วมชั้นเรียนและครูร่วมกันตอบ

ตาราง 7 (ต่อ) การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)	การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)	กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
		ให้ผู้เล่าเรื่องถ่ายทอดประเด็นสำคัญๆ ได้ **ขั้นตอนที่ 3 ระดมไอเดียด้วยภาพ** ผู้รวบรวมแนวคิด ทบทวนความคิดเห็นต่างๆ และสรุปการสนทนา ซึ่งการวาดภาพหรือจดประเด็นแนวคิด จะสามารถเห็นภาพรวมได้ง่าย		
	ขั้นตอนที่ 3 ฝึกฝนความรู้ ครูจัดกิจกรรมให้นักเรียนคิดเองหรือทำปฏิบัติการ		**ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา** นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหา **ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา** ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหา	**ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา** 1. ครูมอบหมายกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำ โดยใช้ความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนจากสื่อและการแลกเปลี่ยนความรู้กันมาฝึกกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน

ตาราง 7 (ต่อ) การสังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

หลักการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2557)	ขั้นตอนการสอนโดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน (ยุภาพร ด้วงโต้ด, 2561)	การคิดเป็นภาพ (ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์, 2561)	กระบวนการแก้ปัญหา (Polya, 1957)	กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
			ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้ว ถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง	2. นักเรียนนำเสนอผลการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยมีครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบว่าถูกต้องหรือผิดพลาดอย่างไร รวมถึงเสนอวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน
	ขั้นตอนที่ 4 ขั้นนำความรู้ไปใช้ 1. ครูมอบหมายนักเรียนให้สรุปสะท้อนความรู้จากกิจกรรมในชั้นเรียน ให้นักเรียนทำแบบทดสอบ 2. มอบหมายภาระงาน/ชิ้นงานให้นักเรียนไปศึกษาเพื่อเตรียมตัวสำหรับการเรียนในครั้งต่อไป		**ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล** ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบ	**กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์** 1. นักเรียนสรุปสะท้อนความรู้จากกิจกรรมในชั้นเรียน 2. นักเรียนทำแบบทดสอบ

3.5 คุณค่าและประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน

มีผู้กล่าวถึงประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้านมาใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ลัทธพล ด่านสกุล (2558, หน้า 30) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้าน ดังนี้

1) เหมาะสมกับนักเรียนยุคปัจจุบัน

2) นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนรู้

3) มีความยืดหยุ่น ช่วยนักเรียนที่มีภาระงานมาก

4) ช่วยการเรียนรู้ของเด็กที่เรียนไม่เก่ง

5) ปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนมีมากขึ้น

6) เป็นการเรียนรู้ตามความแตกต่างระหว่างบุคคล

7) นักเรียนเกิดการเรียนรู้ได้ดีขึ้น

8) ช่วยแก้ปัญหาเมื่อผู้สอนขาดสอน

จากประโยชน์ของห้องเรียนกลับด้านที่กล่าวข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน มีความยืดหยุ่นต่อนักเรียน ช่วยให้มีปฏิสัมพันธ์ในชั้นเรียนมากขึ้น ค่อนข้างที่จะเหมาะสมกับนักเรียนยุคปัจจุบัน

4. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ

4.1 ความหมายของกลวิธีการคิดเป็นภาพ

คำว่า Visual thinking สามารถแยกแปลง หมายของคำนี้ได้คือ “Visual หมายถึง สิ่งที่เกี่ยวกับจักษุประสาทหรือสิ่งที่ตามองเห็น ซึ่งอาจหมายความรวมๆ ถึง “ภาพ” โดยสิ่ง ที่ตามองเห็นนั้น อาจเป็นสัตว์ หรือรูปแบบของเครื่องหมาย สัญลักษณ์ ภาพเขียน ส่วน “thinking หมายถึง การคิดเป็นพฤติกรรมที่เกิดขึ้นในสมองอันเนื่องมาจากการใช้สัญลักษณ์แทนสิ่งของ เหตุการณ์หรือสถานการณ์ต่าง ๆ มีนักการศึกษาหลายท่านให้ความหมายของการคิดเป็นภาพ ดังนี้

Willeman (1993, น.6 อ้างอิงใน หทัยนันท์ มณฑา, 2563, น.30) ได้ให้ความหมายว่า ความสามารถในการแปลความและการเร้าใจ ข้อมูลที่ถูกนำเสนอจาก สภาพหรือภาพกราฟิก ซึ่งการอ่านจากภาพ มีความสัมพันธ์กับการติด จากภาพ (Visual Thinking) คือความสามารถในการสร้างข้อมูลออกมาในรูปของภาพ หรือกราฟิก เพื่อใช้ในการสื่อสาร

Lesley K Sword (2005, อ้างอิงใน หทัยนันท์ มณฑา, 2563, น.31) ได้ให้ความหมายว่า การคิดโดยใช้ภาพเป็นสื่อว่าเป็นการคิด แบบองค์รวม (Holistic) โดยการคิดประเภทนี้จะใช้รูปภาพ สี กราฟิก แผนที่ ช่วยในการคิด

ศรายุทธ รัตนภูมิ (2561) ได้กล่าวว่าการคิดเป็นภาพ คือการใช้ภาพมาช่วยในการคิดของเราไม่ว่าจะเป็นการดำเนินชีวิตประจำวัน การทำงาน คุยงานประชุมต่างๆ ซึ่งเป็นการวาดภาพแบบง่ายๆ

มีแค่ปากกาหรือดินสอและการดาษ มาใช้ในการที่จะวาดภาพออกมาช่วยในคิดงานและการคุย โดยหากพูดถึง Visual Thinking เป็นเทคนิคที่ทุกคนทำได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับเด็กๆ เพราะพวกเขาใช้อยู่แล้ว เนื่องจากเด็กๆ มักใช้ภาพในการเรียนรู้ เวลาเขาจะสื่อสารอะไรบางอย่าง เขาจะเขียนภาพออกไป ดังนั้น Visual Thinking เป็นอีกหนึ่งวิธีที่จะช่วยให้เราสร้างการจดจำที่ดีได้ เพราะภาพจะช่วยสร้างความประทับใจให้แก่เราได้ ไม่ว่าจะด้วยเรื่องของการใช้สีสันเข้ามามีส่วนร่วมให้เราช่วยจดจำได้ดียิ่งขึ้น

สรุปได้ว่าการคิดเป็นภาพหมายถึง การเรียนรู้ที่ใช้ภาพมาช่วยในการคิด การทำงาน และการจดจำ ใช้ภาพในการอธิบายสิ่งต่างๆให้เกินความเข้าใจง่ายขึ้นและมีความเข้าใจที่ตรงกัน

4.2 ประโยชน์ของการคิดเป็นภาพ

ศรายุทธ รัตนภูมิ (2561) ได้กล่าวถึงประโยชน์ของการคิดเห็นเป็นภาพว่าการคิดเห็นเป็นภาพจะช่วยจัดระเบียบความคิดให้เราใช้ สมองอย่างมีประสิทธิภาพ และเหลือที่ว่างมากพอที่จะคิดอย่างเป็นระบบ สามารถอธิบายความคิดให้ผู้อื่น เข้าใจได้อย่างง่ายๆ อย่างกิจกรรม "คิด เห็น เป็นภาพ" Visual Thinking คือเครื่องมือหรือแนวทาง โดยใช้ภาพง่ายๆเพื่อช่วยสมองในการคิดทำให้สมองคิด อย่างเป็นระบบและมีระเบียบมากขึ้นโดยการใช้รูปภาพง่ายๆมันเป็นการบูรณาการเครื่องมือในตัวเรานั่นก็คือ สมองมือและตา Visual Thinking ในภาษาไทยก็คือการคิดด้วยภาพคือว่าไปจิตไปและเราสามารถนำรูปภาพ ที่เราวาดไปเสนอได้ด้วย แปลว่าพอเราคิดเสร็จเราก็สามารถถ่ายทอดความคิดของเราให้กับคนอื่นได้เข้าใจตรงกับตัวเรามากขึ้นด้วย Visual Thinking สามารถใช้ได้กับทุกๆสายงานโดยเฉพาะวงการการศึกษาก็สามารถใช้ Visual Thinking ได้ เพราะจริงๆทุกวันนี้เราทุกคนมีปัญหาซึ่ง Visual Thinking จริงๆสามารถช่วยในการแก้ปัญหา ซึ่งถ้าเราทุกคนมีปัญหาเราก็สามารถใช้ Visual Thinking ในการแก้ไขปัญหา

4.3 องค์ประกอบของการคิดเป็นภาพ

Alberto (2007, น.80, อ้างอิงใน หทัยนัทธ์ มณฑา, 2563, น.31) ได้จำแนกองค์ประกอบของการคิดเป็นภาพไว้ 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1. การคิดจากภาพ (Visual Thinking) เป็นทักษะเกี่ยวข้องในส่วนการมองเห็นและการแปลความคิดและข้อมูลไปทุกชนิดให้เป็นภาพหรือกราฟิกถ่ายทอดเป็นสารที่สามารถเข้าใจ

2. การสื่อสารผ่านภาพ (Visual Communication) ความสามารถในการสื่อสารข้อความหรือความคิดจากสื่อภาพอาจรวมถึงภาษาท่าทางวัตถุป้ายสัญลักษณ์ภาพยนตร์โฆษณารูปภาพรูปถ่ายเกมคอมพิวเตอร์ภาพนิทรรศการ

3. การเรียนรู้จากภาพ (Visual Learning) เกี่ยวข้องกับการเรียนรู้จากภาพหรือสื่อซึ่งเป็นการสร้างความรู้จากการมองเห็นภาพตัวอย่างเทคนิคการสอนส่งเสริมการเรียนรู้ที่ได้จากแผนผังความคิดภาพและการตีความจากคำถาม

จากองค์ประกอบของกลวิธีคิดเป็นภาพสรุปได้ว่ากลวิธีคิดเป็นภาพประกอบด้วยการคิดจากภาพ การสื่อสารผ่านภาพ และการเรียนรู้จากภาพ

4.4 เทคนิคการคิดเป็นภาพ

ศรายุทธ รัตนภูมิ (2561) ได้กล่าวว่า เทคนิคสำคัญในการคิดด้วยภาพก็คือ อย่าห่วงสวยในการวาดรูป ให้วาดเลยโดยไม่จำเป็นต้องลงรายละเอียดของวัตถุนั้นๆ อย่างละเอียดและแม้จะเป็นการเขียนภาพ แต่ก็สามารถเขียนคำได้ด้วย ซึ่งการเริ่มเขียนภาพใหม่ๆ ให้นำคำสำคัญมาเขียนแบบลองผิดลองถูกไปเรื่อยๆ จนกว่าจะสามารถอธิบายและทำให้ผู้อื่นยอมรับในความคิดของเราได้ การคิดด้วยภาพที่ดีจะสามารถจัดข้อมูลเป็นกลุ่มและแยกเป็นลำดับขั้นระบุเฉพาะข้อมูลสำคัญเท่านั้น ช่วยให้ทำความเข้าใจได้ง่าย มองครั้งเดียวก็สามารถเข้าใจเรื่องราวหรือข้อมูลที่ต้องการได้ทันที แม้จะไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลได้ทั้งหมด แต่ภาพก็เหมาะสมสำหรับการถ่ายทอดใจความสำคัญในเวลาสั้นๆ สุดท้ายเมื่อฝึกคิดด้วย การคิดเป็นภาพ เทคนิคสื่อสารสู่ความสำเร็จ thaihealth ภาพหลายครั้งจนมีความชำนาญ ก็จะช่วยเปลี่ยนเป็นนิสัยการคิดไปอย่างอัตโนมัติ การใช้รูปภาพถ่ายทอดจินตนาการจะช่วยสามารถดึงความคิดสร้างสรรค์ของและคนออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดเวลาในการอธิบาย ไม่ได้หมายถึง รูปภาพ หรือภาพประกอบอย่างเดียว แต่รวมไปถึงคำสำคัญ (Key Word) ที่เป็นประโยคหรือข้อความสั้น ๆ ที่กระชับและได้ใจความ การเขียนภาพ จะช่วยจัดระเบียบข้อมูลและเรื่องราว ทำให้เราสื่อสารได้ง่ายและชัดเจน เนื่องจากการสื่อสารด้วยประโยคหรือข้อความ มักเกิดความกำกวมได้ง่าย บางครั้งก็สื่อสารเรื่องราวได้ไม่ครบถ้วน มีการเติมคำว่า “เป็นต้น” ลงในท้ายประโยค การสื่อด้วยภาพทำให้ สามารถมองเห็นเนื้อความได้ในครั้งเดียว การเริ่มเขียนภาพใหม่ ๆ ให้นำคำสำคัญมาเขียนแบบลองผิดลูกถูกไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสามารถอธิบายและทำให้ผู้อื่นยอมรับในความคิดของเราได้ สิ่งที่เป็นพื้นฐานแห่งการยอมรับ คือ การมีตรรกะและเหตุผลเป็นสิ่งจำเป็น

4.5 เทคนิคการวาดภาพแบบคิดเป็นภาพ

การวาดภาพตามกลวิธีการคิดฉายภาพเป็นการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นภาพโดยภาพนั้นสามารถอธิบายความคิดของผู้วาดได้ การวาดภาพแบบคิดฉายภาพอาจเป็นเพียงการวาดเพื่อให้ตนเองใช้จินตนาการได้ อย่างเต็มที่โดยไม่มีการสื่อสารกับผู้อื่น หรืออาจเป็นการวาดเพื่อสื่อสารความคิดของตนเองให้บุคคลอื่นเข้าใจ หรืออาจเป็นการวาดภาพร่วมกันเพื่อระดมสมองจากความคิดของหลาย ๆ คน เพื่อให้ทุกคนเข้าใจสิ่งที่กำลังพิจารณาหาข้อสรุปได้ตรงกัน ดังนั้น การวาดภาพแบบคิดฉายภาพจึงเน้นที่การสะท้อนความคิดให้เป็น รูปธรรมอย่างรวดเร็ว วาดได้ง่าย และชัดเจนพอที่จะมองออกว่าสื่อสารถึงอะไร ไม่จำเป็นต้องมีทักษะทาง ศิลปะมาก หรือประณีตสวยงาม ซึ่งเทคนิคในการวาดภาพมีหลากหลายวิธีการ ผู้เรียนสามารถเลือกวิธีการ ต่าง ๆ เพื่อวาดภาพสะท้อนความคิดของตนเอง ดังนี้

1. การเขียนสัญลักษณ์ (Symbolicon) เป็นการฉายภาพความคิดออกมาให้เป็นภาพโดยใช้สัญลักษณ์ หรือรูปลักษณ์สิ่งของต่าง ๆ ในรูปแบบอย่างง่าย ไม่เน้นความประณีตสวยงามแต่ให้

สามารถสะท้อน เอกลักษณ์หรือลักษณะสำคัญของสิ่งนั้น ๆ ได้แก่ การวาดภาพใบหน้าที่แสดงอารมณ์ในลักษณะต่าง ๆ การวาด ภาพลายเส้นบุคคลที่แสดงท่าทางต่าง ๆ การวาดภาพลายเส้นแทนสิ่งของ เช่น ภาพลายเส้นผลไม้ สัตว์ หรือ สิ่งของต่าง ๆ และการวาดตราสัญลักษณ์ของหน่วยงานหรือองค์กรต่าง ๆ เป็นต้น

2. การเขียนแผนภาพ (Diagram) แผนภาพช่วยในการถ่ายทอดความคิดที่เป็นนามธรรมหรือจินตนาการให้กลายเป็นรูปธรรม ครูควรฝึกให้นักเรียนคิดฉายภาพเกี่ยวกับสิ่งที่เป็นนามธรรมโดยใช้แผนภาพ ลักษณะต่าง ๆ ถ้านักเรียนได้ฝึกการถ่ายทอดความคิดออกมาเป็นแผนภาพ จะทำให้มีทักษะในการวาดภาพ ๆ เพื่อสื่อสารความคิด ช่วยพัฒนาทักษะการคิด และสร้างการเรียนรู้ที่ลึกซึ้งได้เป็นอย่างดี และการวาดแผนภาพ สามารถวาดไปพร้อมกับการคิดโดยมีแผนภาพหลายรูปแบบให้เลือกใช้ดังนี้

2.1 ผังความคิด (Mind mapping) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความสัมพันธ์ของสาระหรือความคิดต่างๆ ให้เห็นเป็นโครงสร้างโดยรวมที่มีรายละเอียดที่เป็นส่วนประกอบสำคัญหลายๆ ส่วนมาเชื่อมโยงกันเป็นความคิดๆ รวบยอดในเรื่องใดเรื่องหนึ่งโดยใช้เส้น สี เครื่องหมาย ข้อความ รูปทรงเรขาคณิตและภาพสัญลักษณ์ต่างๆ ที่สามารถอธิบายสาระสำคัญเกี่ยวกับเรื่องนั้นให้เป็นภาพเดียวกันได้

2.2 ผังมโนทัศน์ (Concept map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลางและแสดงความสัมพันธ์ระหว่างมโนทัศน์และมโนทัศน์ย่อยๆ เป็นลำดับขั้นด้วยเส้นเชื่อมโยงแผนที่ความคิดเป็นการทำงานร่วมกันของสมองด้านซ้ายและด้านขวา สมองด้านซ้ายจะทำหน้าที่ในการวิเคราะห์คำ สัญลักษณ์ ตรรกวิทยา สมองด้านขวาจะทำหน้าที่ในการสังเคราะห์รูปแบบ สี รูปร่าง

2.3 ผังต้นไม้ (Tree diagrams) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงความสัมพันธ์ของเรื่องที่มีความสำคัญ ลดหลั่นกันเป็นชั้น ๆ มีรูปร่างคล้ายแผนภูมิบริหารองค์การ โดยนำมาจัดเรียงให้มีรูปร่างลักษณะคล้ายต้นไม้ที่มี กิ่ง ก้าน สาขา ดอก ใบ ทำให้มองเห็นภาพแผนผังระบบที่เป็นระบบหลาย ๆ ความคิดเหล่านั้นได้อย่างชัดเจน

2.4 ผังก้างปลา (Fishbone diagram) เป็นผังกราฟิกที่นำเสนอข้อมูลให้เห็นรายละเอียดของเหตุ ที่นำไปสู่การเกิดผลของเรื่องใดเรื่องหนึ่ง

2.5 ผังใยแมงมุม (Web diagram) เป็นผังกราฟิกที่ใช้แสดงมโนทัศน์แบบหนึ่ง โดยแสดงความคิดรวบยอดใหญ่ไว้ตรงกลาง และเส้นที่แยกออกจากความคิดรวบยอดใหญ่จะแสดงรายละเอียดของความคิดนั้น

2.6 ผังลำดับ (Sequential map) ใช้แสดงลำดับขั้นตอนของสิ่งต่างๆ หรือกระบวนการต่างๆ

2.7 ผังวัฏจักร (Cycle map) เป็นผังกราฟิกที่แสดงลำดับขั้นตอนที่ต่อเนื่องกันเป็นวงกลม หรือเป็นวัฏจักรที่ไม่แสดงจุดสิ้นสุดหรือจุดเริ่มต้นที่แน่นอน

2.8 เวนน์ไดอะแกรม (Venn diagram) เป็นผังกราฟิกที่เป็นผังวงกลม 2 วง หรือมากกว่า ที่มีส่วนหนึ่งซ้อนกันอยู่ เป็นผังกราฟิกที่เหมาะสำหรับการเปรียบเทียบสิ่ง ซึ่งมีความเหมือนและความแตกต่าง

2.9 ทีชาร์ต (T-chart) เป็นผังกราฟิกที่แสดงความแตกต่างของสิ่งที่ศึกษา โดยแบ่งกระดาษ ออกเป็น 2 ส่วน เพื่อแสดงข้อมูลที่แตกต่างกันของทั้งสองฝั่ง เช่น ฝั่งซ้ายเป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมไทย ส่วนฝั่งขวาเป็นเอกลักษณ์ของวัฒนธรรมของต่างชาติ หรือ ฝั่งซ้ายเป็นการอธิบายข้อดีของแนวคิด ส่วนฝั่งขวา เป็นการอธิบายข้อเสียของเรื่องนั้น

2.10 แผนภูมิรูปวงกลม (Pie-chart) เป็น แผนผังกราฟิกที่แสดงการเปรียบเทียบข้อมูล โดยเป็น การแสดงสัดส่วนของข้อมูลภายในพื้นที่ของวงกลม จะทำให้เห็นความแตกต่างของพื้นที่ซึ่งมีขนาดต่างๆ ตามสัดส่วนที่แตกต่างกัน

2.11 แผนภูมิแท่ง (Bar graph) เป็นผังกราฟิกที่แสดงให้เห็นและเข้าใจความสัมพันธ์ของ ตัวแปรต่าง ๆ ได้ชัดเจน เป็นการแสดงความสัมพันธ์ ระหว่างตัวแปร 2 ตัว โดยตัวแปรนั้นมีค่าไม่ต่อเนื่อง

2.12 ภาพจำลองรูปแท่ง (Bar model) เป็นการวาดภาพโจทย์ปัญหาจากนามธรรมให้เป็นกึ่ง รูปธรรม โดยการวาดรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าในการอธิบายสถานการณ์หรือเรื่องราวที่โจทย์กำหนดให้ เพื่อช่วยให้ นักเรียนเข้าใจสถานการณ์ของโจทย์ปัญหาได้ชัดเจน ร่วมกับการคิดคำนวณหาคำตอบได้อย่างถูกต้อง ทำให้เกิดความเข้าใจความคิดรวบยอดของวิธีการคำนวณนั้นอย่างลึกซึ้ง

2.13 ตารางเปรียบเทียบ (Compare table) เป็นผังกราฟิกที่เสนอข้อมูลในรูปแบบตารางช่วยให้เข้าใจได้ง่าย เพราะจัดข้อมูลไว้เป็นหมวดหมู่ ซึ่งข้อมูลที่เสนอนั้นอาจเป็นการเปรียบเทียบความเหมือนกันหรือต่างกันของข้อมูล

3. การเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัย (Analogy) เป็นการเขียนภาพเพื่อแสดงการเปรียบเทียบเรื่องราว หรือสิ่งที่ต้องการอธิบายให้เห็นเป็นรูปธรรมโดยการเขียนภาพที่ถ่ายทอดความคิดให้ผู้อื่นเกิดความเข้าใจและ มองเห็นรายละเอียดของเรื่องนั้นได้อย่างรอบด้าน นอกจากนั้นยังเป็นการกระตุ้นให้เกิดความคิดสร้างสรรค์ได้ด้วยการเขียนภาพเชิงอุปมาอุปมัยอาจเขียนเป็นภาพหนึ่งภาพซึ่งอธิบายสามารถความคิดรวบยอด สำนวน สุภาษิต คำพังเพยต่าง ๆ เช่น ภาพคนเป็นครกขึ้นภูเขา ภาพคนตีงูให้หลังหัก ภาพคนสีซอให้ควายฟัง เป็นต้น

4. การเขียนภาพแบบเล่าเรื่องราว (Scene) เป็นการเขียนภาพที่อธิบายเหตุการณ์หรือเรื่องราวต่าง ๆ ที่สามารถเล่าเรื่องตามลำดับเหตุการณ์ ตั้งแต่ต้นจนจบได้ ซึ่งสามารถผสมผสานทั้งสัญลักษณ์ แผนภาพ แผนภูมิ หรือภาพบุคคล สัตว์ สิ่งของ ข้อความ ถ้าผู้เรียนสามารถวาดภาพเพื่อ

เล่าเหตุการณ์ทั้งหมดได้ ภายในภาพเดียวจะถือว่าเป็นการคิดแบบฉายภาพที่มี ประสิทธิภาพ โดยส่วนมากการวาดเรื่องราวจะใช้สำหรับอธิบายปรากฏการณ์ เหตุการณ์ ประสบการณ์ ของตนเอง เพื่อสื่อสารให้บุคคลอื่นเข้าใจ มีลักษณะเหมือนฉากละครที่เล่าเหตุการณ์ตามลำดับ และผู้เรียนจะวาดได้ดีเมื่อ เป็นเหตุการณ์ที่มาจากประสบการณ์และมุมมองของตัวผู้วาดเอง

5. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

เมธี ลิมอักษร (2524, หน้า 24) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า ความเข้าใจในวิชาคณิตศาสตร์ที่ได้เรียนรู้มาแล้ว โดยสามารถสรุปรวบรวมคุณสมบัติที่เป็นองค์ประกอบร่วมของสิ่งที่เราประสบพบเห็น แล้วสามารถกำหนดสัญลักษณ์หรือความหมายแทนคุณสมบัติดังกล่าวได้

สมนึก ภัททิยธนี (2551, หน้า 19) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ในทางคณิตศาสตร์กับความหมายนิยามสัจพจน์หรือทฤษฎีทางคณิตศาสตร์มักจะคล้ายกันจนบางครั้งดูเป็นเรื่องเดียวกันจนแยกไม่ออกทั้งนี้เพราะส่วนใหญ่สิ่งเหล่านี้กล่าวขึ้นในลักษณะของมโนทัศน์ คือ สามารถทดลองพิสูจน์จนพบแนวโน้มอนุกรมระบบของสิ่งที่กล่าวถึง

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 15) มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical concept) เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา หรือการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

จากความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคะนอง ผู้วิจัยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม นิยามทางคณิตศาสตร์ เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้

5.2 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่อความรู้ความเข้าใจ และการนำความรู้ไปใช้แก้ปัญหา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ช่วยให้ผู้เรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้เกี่ยวกับความรู้เฉพาะหรือแนวคิดเชิงลึกทางคณิตศาสตร์ การเรียนการสอนคณิตศาสตร์จึงควรเน้นที่การทำให้ผู้เรียนเกิดความเข้าใจ (Hiebert & Carpenter, 1992; Koyama, 1993; Sierpinska, 1994; Pirie & Kieren, 1994) เพื่อที่จะทำให้ผู้สอนได้ข้อมูลว่าผู้เรียนเข้าใจอะไรและไม่เข้าใจอะไร ซึ่งจะนำไปสู่กระบวนการเรียนการสอนที่ส่งเสริมความเข้าใจและการพัฒนามโนทัศน์ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 16 - 17)

แม้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะมีความสำคัญ แต่การจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยทั่วไปยังเน้นที่การทำงานตามขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ (Mathematical algorithm) มากกว่ามโนทัศน์เกี่ยวกับเรื่องที่เรียน ทำให้ผู้เรียนไม่สามารถแก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากบริบทเดิมได้ (Ellis, 2001) ซึ่งเหตุผลสำคัญประการหนึ่ง อาจเป็นเพราะการสอนขั้นตอนการทำงานทางคณิตศาสตร์เป็นสิ่งที่ทำได้ง่ายในชั้นเรียน อีกทั้งเห็นผลลัพธ์การเรียนรู้ได้ชัดเจนกว่าการสอนมโนทัศน์ เพราะเมื่อผู้เรียนแก้ปัญหาตามขั้นตอน ก็จะได้คำตอบซึ่งสามารถตัดสินได้ว่าถูกหรือผิด อย่างไรก็ตาม การสอนขั้นตอนหรือวิธีการทำงานอย่างเดียว อาจไม่เพียงพอสำหรับการพัฒนาความรู้และความคิดทางคณิตศาสตร์ (Mathematical thought) ซึ่งเป็นพื้นฐานของการเรียนรู้สิ่งใหม่ และการนำความรู้ไปประยุกต์ใช้อย่างหลากหลาย (Hallett, 2001) เนื่องจากความสำเร็จในการเรียนรู้หรือแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ส่วนหนึ่งขึ้นอยู่กับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง เมื่อปัญหาเป็นสถานการณ์ที่ซับซ้อน ไม่คุ้นเคย หรือต้องใช้การแปลความหมายทางคณิตศาสตร์ ผู้เรียนอาจไม่สามารถใช้ขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ที่คุ้นเคยแก้ปัญหาได้ทันที แต่อาจต้องการความเข้าใจหรือมโนทัศน์ในเรื่องนั้น ๆ มาประกอบการคิด และที่สำคัญ ปัญหาคณิตศาสตร์บางปัญหาไม่ต้องการกระบวนการแก้ปัญหาตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ หรือไม่มีขั้นตอนเฉพาะใด ๆ ในการแก้ปัญหา แต่ต้องใช้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถในการคิดอย่างสมเหตุสมผลประกอบกัน ด้วยเหตุผลดังกล่าว มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จึงมีความสำคัญ และการจัดการเรียนการสอนจำเป็นต้องเน้นการพัฒนามโนทัศน์ควบคู่กับการสอนขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้ นักวิชาการมากมายแสดงความคิดเห็นว่าผู้สอนจะสอนคณิตศาสตร์ได้ไม่ดี ถ้าผู้สอนขาดมโนทัศน์เกี่ยวกับสิ่งที่สอน ในขณะเดียวกัน มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก็มีความสำคัญมากสำหรับผู้เรียนในการคิด การเรียนรู้ และการทำงานทางคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์จะทำให้ผู้เรียนเข้าใจสิ่งต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์เป็นอย่างดี และสามารถนำสิ่งเหล่านั้นไปใช้ในการแก้ปัญหาที่ซับซ้อนและไม่คุ้นเคยได้

จากความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่กล่าวมาข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับทั้งผู้สอนและผู้เรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจากมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ที่จะทำให้ผู้สอนสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของคณิตศาสตร์ได้

5.3 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ต่อการแก้ปัญหา

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 21-22) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ต่อความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้และการใช้งานของคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่เน้นการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากในอดีต จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้องซึ่งจะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพคณิตศาสตร์

5.4 องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2546, หน้า 25-26) ได้กล่าวถึง องค์ประกอบที่ควรคำนึงในการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (Teaching mathematics concepts) ดังนี้

1. ขั้นการวางแผนการสอน ผู้สอนควรพิจารณารายละเอียดของหัวข้อต่อไปนี้

1.1 ชื่อมโนทัศน์

1.2 ลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์

1.3 ลักษณะที่ไม่สำคัญของมโนทัศน์

1.4 กฎของความเป็นมโนทัศน์

1.5 ตัวอย่างมโนทัศน์

1.6 สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง แต่คล้ายคลึง

1.7 คำถามและทิศทางที่เน้น

1.8 สื่อการเรียนรู้ที่น่าสนใจและมีประสิทธิภาพ

1.9 ระดับที่ต้องการให้ผู้เรียนเรียนรู้

2. ขั้นการสอน กิจกรรมที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอนเพื่อสอนมโนทัศน์ ควรทราบถึงสิ่งต่อไปนี้

2.1 การนำเข้าสู่มโนทัศน์

2.2 การให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างและสิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่างตามลำดับอันควร

2.3 การฝึกการคิดเชิงเปรียบเทียบ

2.4 การกระตุ้นให้ผู้เรียนถาม

2.5 ประเมินระดับการเรียนรู้มโนทัศน์ของผู้เรียน

3. ขั้นตอนการประเมินผล ในขั้นการประเมินผลการเรียนรู้มโนทัศน์ควรประเมินในประเด็นที่สำคัญ ๆ ดังต่อไปนี้ ๆ

3.1 ลักษณะของมโนทัศน์ ได้แก่ ลักษณะเฉพาะของลักษณะที่สำคัญ และไม่สำคัญ ลักษณะเฉพาะของกฎมโนทัศน์ การสัมพันธ์ของมโนทัศน์นั้นกับมโนทัศน์อื่นและการใช้มโนทัศน์

3.2 ตัวอย่างของมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ ได้แก่ การจำแนกระหว่างตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์และตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์ กับเหตุผลที่ใช้ในการจำแนกตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ออกจากตัวอย่างที่ไม่ใช่มโนทัศน์

Joyce and Weil (1992 อ้างอิงในอัมพร ม้าคนอง, 2546) ได้กล่าวไว้ว่ามโนทัศน์จะประกอบด้วย 3 องค์ประกอบโดยมีรายละเอียดดังนี้ ๆ

1. ชื่อมโนทัศน์ (Concept Name) เป็นชื่อเฉพาะที่ใช้เรียกสิ่งของที่จัดอยู่ในประเภทเดียวกัน

2. ลักษณะ (Attribute) เป็นลักษณะที่ใช้แยกมโนทัศน์เฉพาะใด ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ

2.1 ลักษณะที่จำเป็น (Essential Attributes) เป็นลักษณะที่ต้องมีมโนทัศน์และจำเป็นที่ต้องใช้ในการจำแนกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น ๆ

2.2 ลักษณะที่ไม่จำเป็น (Nonessential Attributes) เป็นลักษณะที่สังเกตได้ในมโนทัศน์แต่ไม่จำเป็นที่ต้องใช้ในการแยกมโนทัศน์นั้น ๆ ออกจากมโนทัศน์อื่น

3. คุณค่าของลักษณะ (Attribute Value) คือระดับคุณค่าของลักษณะที่จะใช้ในการจำแนกประเภทของมโนทัศน์

จากองค์ประกอบของการสอนมโนทัศน์ข้างต้น สรุปได้ว่าองค์ประกอบของการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรวางแผนกำหนดชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญของมโนทัศน์ และระดับการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ และเกิดมโนทัศน์ที่ดีขึ้น

Frayer, Frederick และ Klausmeler (1969, หน้า 19) ได้กล่าวถึง วิธีการสอนมโนทัศน์ว่าต้องมีองค์ประกอบ ดังนี้

1. การเรียนรู้มโนทัศน์ (Learning concepts) เป็นการเรียนรู้มโนทัศน์ของนักเรียนกลุ่มหนึ่งในโรงเรียนและได้ติดตามผลระยะยาว (Longitudinal study) พบว่า การเรียนรู้มโนทัศน์ ผู้เริ่มเรียนตามขั้นพัฒนาของสติปัญญาและได้แบ่งชั้นการเรียนรู้มโนทัศน์ออกเป็น 4 ขั้น คือ

1.1 กระบวนการเรียนรู้ขั้นรูปธรรม (Concrete level process)

1.2 กระบวนการเรียนรู้ขั้นเหมือน (Identity level process)

1.3 กระบวนการเรียนรู้ขั้นที่สามารถแบ่งสิ่งต่าง ๆ เป็นจำพวกที่มีคุณลักษณะวิกฤติเหมือนกัน (Beginning classificatory level)

1.4 กระบวนการเรียนรู้ขั้นสูงสุด (Formal level process)

2. การสอนมโนทัศน์ (Teaching concepts) ได้แบ่งการสอนมโนทัศน์ออกเป็น 3 รูปแบบ (Models) คือ

2.1 การสอนมโนทัศน์ขั้นรูปธรรมและขั้นเหมือนเป็นการสอนมโนทัศน์ในขั้นต้นที่ผู้สอนควรเริ่มต้นจากของใช้จริง และยกตัวอย่างประกอบจนนักเรียนสามารถสรุปมโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวนักเรียนเอง ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.1.1 แสดงตัวอย่างที่อาจเป็นของจริงหรือรูปภาพพร้อมกับมีของที่เหมือนกับตัวอย่างไว้หลาย ๆ อย่าง เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูควรจะให้ตัวอย่างสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดและสีต่างกัน และในขณะเดียวกันมีของที่ไม่ใช่ตัวอย่าง เช่น สามเหลี่ยมหรือวงกลมให้ดูด้วยเพื่อผู้เรียนจะได้เห็นความแตกต่าง

2.1.2 ในขณะที่นำตัวอย่างให้ผู้เรียนดู ครูจะต้องบอกชื่อมโนทัศน์พร้อม ๆ กับตัวอย่าง เช่น ถ้าให้ตัวอย่างรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ครูควรบอกว่านี่คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส จากนั้นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสพร้อมถามนักเรียนว่า นี่คือรูปอะไร หรือเราเรียกรูปนี้ว่าอะไร

2.1.3 ครูต้องบอกข้อมูลย้อนกลับให้นักเรียนทันทีว่าคำตอบของนักเรียนถูกหรือผิด โดยบอกว่าถูกแล้วเราเรียกรูปนี้ว่าเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสถ้านักเรียนตอบผิดก็จะต้องบอกให้ทราบทันทีว่าคำตอบนั้นถูกหรือผิดจะช่วยให้นักเรียนจำสิ่งที่เรียนได้ดีขึ้น

2.1.4 ครูควรจะแสดงรูปภาพรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่มีขนาดแตกต่างกันหรือสีต่างกันเพื่อให้นักเรียนได้พิจารณาและถามเพื่อให้นักเรียนบอกว่าคืออะไร

2.1.5 ถ้ามีความจำเป็นที่จะต้องสอนนักเรียนตั้งแต่ขั้นที่หนึ่งถึงขั้นที่สี่ควรทำเพื่อให้แน่ใจว่านักเรียนได้เรียนรู้มโนทัศน์ที่ครูตั้งใจจะสอน

2.2 การสอนมโนทัศน์ประเภทการจัดกลุ่มขั้นต้นเป็นการสอนที่ให้นักเรียนใช้วิธีอนุมานหรืออุปมานเพื่อแยกแยะว่าสิ่งใดใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์นั้นได้ด้วยตัวเองซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

2.2.1 ครูยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่จะต้องเสนอพร้อมกับไม่ใช่ตัวอย่างสัก 2-3 ชนิด เช่น การสอนมโนทัศน์ “รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ครูอาจให้ผู้เรียนดูตัวอย่างของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่ารูปต่าง ๆ รวมทั้งรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าที่เหมือนกับรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2.2.2 ช่วยหรือแนะนำให้นักเรียนอนุมานหรืออุปมานเพื่อหาคุณลักษณะพิเศษของรูป “สี่เหลี่ยมจัตุรัส” เช่น ให้นักเรียนวัดด้านทั้งสี่ของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เพื่อค้นพบว่า ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากัน นอกจากนี้ครูอาจช่วยแนะให้นักเรียนวัดมุมทั้งสี่ เพื่อให้นักเรียนได้ค้นพบเองว่าขนาดของมุมทั้งสี่มีลักษณะเป็นอย่างไร

2.2.3 ทดลองให้นักเรียนให้คำจำกัดความของรูปสี่เหลี่ยมด้วยตัวเอง แม้ว่าคำจำกัดความจะไม่สมบูรณ์ก็ตาม แต่อย่างน้อยนักเรียนควรจะบอกคำจำกัดความได้ตามที่ค้นพบในขั้นที่สอง คือเป็นรูปที่มีด้านเท่ากันสี่ด้าน และมุมเท่ากันสี่มุม

2.2.4 ให้นักเรียนชี้รูป“ รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส” ที่อยู่รวมกับรูปสี่เหลี่ยมด้านไม่เท่าอื่น ๆ โดยใช้คุณลักษณะวิกฤติที่นักเรียนค้นพบในขั้นที่สองเป็นเกณฑ์

2.3 การสอนมโนทัศน์ขั้นที่มีวุฒิภาวะและขั้นสูงเป็นการสอนมโนทัศน์ที่มีความเป็นนามธรรมมากขึ้นโดยมีขั้นตอนดังนี้

2.3.1 เตรียมตัวผู้เรียนให้มีความสนใจ และใส่ใจในมโนทัศน์ที่จะเรียนรู้ โดยบอกชื่อมโนทัศน์ที่จะเรียน เช่น บอกว่าวันนี้เราจะเรียนรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ให้คำจำกัดความของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส และชี้ให้เห็นคุณลักษณะของรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2.3.2. ให้สิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่เป็นตัวอย่างของมโนทัศน์ ที่จะให้นักเรียนเรียนรู้ พร้อมกับให้สิ่งที่ไม่ใช่ตัวอย่าง โดยให้ดูรูปภาพหรือของนั้น

2.3.3 ช่วยนักเรียนให้ใช้ความคิดตั้งคำถามที่จะทำให้สามารถบอกชื่อและมโนทัศน์ที่เรียนรู้ได้ ตัวอย่างคำถามที่จะใช้ทายชื่อมโนทัศน์รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส มีดังต่อไปนี้

- เป็นรูปหน้าราบใช่ไหม
- เป็นรูปปิดทุกด้านใช่ไหม
- เป็นรูปที่เรียบง่ายใช่ไหม
- มีสีด้านใช่ไหม
- ด้านทั้งสี่มีความยาวเท่ากันไหม-มุมทั้งสี่เท่ากันหรือไม่ถ้าคำตอบทุกข้อตอบว่าใช่มโนทัศน์คือรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส

2.3.4 ช่วยให้ผู้เรียนใช้คำจำกัดความของมโนทัศน์ และคุณลักษณะที่สำคัญหรือวิกฤติของมโนทัศน์โดยคำพูดของนักเรียนเอง แต่ในขั้นนี้ครูควรจะตั้งความคาดหวังไว้ว่า ผู้เรียนจะสามารถรวมคุณลักษณะทั้งหมดไว้ในความจำกัดความได้

2.3.5 ครูควรจะพยายามให้ผู้เรียนมีโอกาสใช้มโนทัศน์ที่เรียนรู้แล้วในการ

2.3.6 ครูควรบอกให้ผู้เรียนทราบความคิดรวบยอดที่ผู้เรียนให้มานั้นผิดหรือ

2.3.7 ครูต้องพยายามให้ผู้เรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปแล้ว โดยสรุปเป็นคำพูดของผู้เรียนเอง

จากองค์ประกอบของการสอนมโนทัศน์ข้างต้นผู้วิจัยสรุปได้ว่า องค์ประกอบของการสอนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้สอนควรมีการวางแผนการสอน โดยกำหนดชื่อมโนทัศน์ ลักษณะที่สำคัญและไม่สำคัญของมโนทัศน์ ตัวอย่างของมโนทัศน์ คำถามและสื่อการเรียนรู้ต่างๆ ที่น่าสนใจ อีกทั้งผู้เรียนควรที่จะอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่เรียนไปแล้วได้

5.5 การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22 - 23) ได้เสนอการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีแนวคิดและแนวทางในการดำเนินการไว้ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายจำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งานและเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้นนอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพและเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหากับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิด

จากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียนและสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์สังเคราะห์ การคิดไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียน โดยอาจต้องมีการวิเคราะห์มโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน จากนั้นจึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์ และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรมจะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำกิจกรรมของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อเอกสารประกอบการสอนนวัตกรรมและเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา เช่น Geometer's Sketch Pad, TI 82, TI 93 และ Graphing Calculator รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้สื่อและนวัตกรรมเหล่านั้น

5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียนทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การประเมินพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ผู้สอนควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. พยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้

5.6 การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นักการศึกษาหลายท่านกล่าวถึง การตรวจสอบว่าผู้เรียนมีมโนทัศน์ในเรื่องที่เรียนมากน้อยเพียงใดเป็นเรื่องที่สำคัญ โดยมีการวัดมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Wilson (1971) ได้กล่าวถึงการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธพิสัยในระดับความเข้าใจและความรู้เกี่ยวกับมโนทัศน์ (Knowledge of Concepts) นั้นหมายถึงความสามารถในการสรุปความหมายของสิ่งที่ได้เรียนตามความเข้าใจของตนเอง รู้จักนำข้อเท็จจริงของเนื้อหาต่าง ๆ ที่เรียนรู้มาสัมพันธ์กัน โดยการนำมาสรุปความหมายของสิ่งนั้นอีกครั้งหนึ่ง

Frayer, Fredrick & Klausmeier (1972) ได้ศึกษาการพัฒนามโนทัศน์ทางเรขาคณิตเกี่ยวกับรูปสี่เหลี่ยมของนักเรียนเกรด 4 และเกรด 6 โดยใช้สื่อการสอนและได้พัฒนารูปแบบการวัด

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ สรุปได้ว่าในการวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์เนื้อหานั้นก่อน แล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น ๆ แบบทดสอบที่ใช้วัดมโนทัศน์ควรประกอบด้วย

1. คุณลักษณะของตัวอย่างมโนทัศน์
2. สิ่งที่เป็นตัวอย่างและไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์
3. คุณลักษณ์ที่มีความสัมพันธ์และไม่สัมพันธ์กัน
4. คำจำกัดความของมโนทัศน์
5. การนำมโนทัศน์ไปสู่หลักการ

ปราณี พรภวิษย์กุล (2549) ได้กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจ ดังนั้นจึงเป็นการวัดความเข้าใจข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์ ขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์ โดยลักษณะคำถามต้องมิใช่การให้หาผลลัพธ์ แต่เป็นการถามถึงข้อเท็จจริง กฎเกณฑ์และขั้นตอนวิธีทางคณิตศาสตร์

อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา (2556) ได้กล่าวว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดพฤติกรรมด้านพุทธิพิสัยในระดับความเข้าใจหรือความรู้ ความจำที่วัดได้ใน 2 ลักษณะ คือการวัดความรู้เกี่ยวกับทฤษฎีและโครงสร้างของหลักวิชา ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์มโนทัศน์ในเนื้อหานั้น ๆ ก่อน แล้วค่อยออกข้อสอบให้สอดคล้องกับมโนทัศน์นั้น

จากแนวคิดข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการวัดด้านพุทธิพิสัยในเรื่องของความรู้และความเข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์นั้น โดยวัดความสามารถของผู้เรียนในการนำความรู้ ความเข้าใจและข้อเท็จจริงของเรื่องที่ได้เรียนรู้มาใช้ในการแก้ปัญหาได้

6. ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559) ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของผู้เรียนรวมถึงความสามารถต่อไปนี้

- ใช้ความรู้คณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจปัญหา และวิเคราะห์แนวทางในการแก้ปัญหา
- ประเมินกระบวนการแก้ปัญหาที่ใช้ว่าเหมาะสมและมีประสิทธิภาพเพียงใด และประเมินความสมเหตุสมผลหรือความถูกต้องของคำตอบที่ได้
- พิสูจน์และแปลความหมายผลที่ได้จากการแก้ปัญหาโดยคำนึงถึงปัญหาดั้งเดิม
- พัฒนาและใช้กลวิธีแก้ปัญหาที่หลากหลาย โดยเน้นปัญหาหลายขั้นตอนและปัญหาที่ไม่คุ้นเคย

- ปรับเปลี่ยนและขยายความเกี่ยวกับวิธีแก้ปัญหา ใช้แนวคิดในการหาคำตอบและกลวิธีแก้ปัญหากับปัญหาใหม่

- บูรณาการกลวิธีแก้ปัญหาคณิตศาสตร์เพื่อแก้ปัญหาทั้งในและนอกห้องเรียน

- สร้างปัญหาและสถานการณ์จากชีวิตประจำวัน ทั้งในและนอกห้องเรียน และตระหนักถึงความสำคัญของปัญหาเหล่านั้น

- ใช้กระบวนการสร้างแบบจำลองหรือตัวแบบเชิงคณิตศาสตร์กับสถานการณ์ในชีวิตจริง

- มีความมั่นใจในการใช้คณิตศาสตร์อย่างมีความหมาย

ความรู้และทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์จึงเป็นของคู่กัน และเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการแก้ปัญหาในชีวิตจริง มนุษย์ใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการดำรงชีวิต ไม่ว่าจะเป็นการแก้ปัญหาชีวิตหรือการใช้เหตุผลในสังคม แต่อาจไม่รู้ตัว เพราะคิดว่าการใช้คณิตศาสตร์ต้องมีตัวเลขและการคำนวณเข้ามาเกี่ยวข้อง ด้วยความสำคัญที่มนุษย์จำเป็นต้องมีและใช้ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน จึงมีการส่งเสริมให้มีการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในขณะสอนเนื้อหาคณิตศาสตร์อย่างต่อเนื่องในทุกระดับของผู้เรียน เพื่อที่ผู้เรียนจะได้ทั้งความรู้และทักษะและกระบวนการควบคู่กันไป ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่เน้นในระดับการศึกษาขั้นพื้นฐานทั้งในต่างประเทศและประเทศไทยคล้ายคลึงกัน โดยประกอบด้วย 5 ทักษะหลัก หรือที่มักเรียกกันว่า ทักษะ 1P 1R 3C ตามตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวแรกของแต่ละทักษะ ดังนี้

การแก้ปัญหา (Problem solving)

การให้เหตุผล (Reasoning)

การสื่อสารสื่อความหมายและการนำเสนอ (Communications and presentations)

การเชื่อมโยง (Connections)

การคิดริเริ่มสร้างสรรค์ (Creativity)

หลายทักษะและกระบวนการที่เน้นในการศึกษาระดับโรงเรียนหรือการศึกษาขั้นพื้นฐานเป็นองค์ประกอบของทักษะชีวิตและทักษะพื้นฐานในการทำงานตามที่ได้กล่าวแล้วในบทที่ 1 การพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในผู้เรียนจะช่วยให้ผู้เรียน จะช่วยให้ผู้เรียนสามารถนำสิ่งเหล่านี้ไปใช้ในการทำงานและการดำรงชีวิตในสังคม ทำให้สามารถอยู่ได้อย่างมีคุณภาพ และทำให้มีความพร้อมสำหรับการเป็นพลังสำคัญในการแก้ปัญหาและพัฒนาสังคม อย่างไรก็ตาม ทักษะที่เป็นเครื่องมือสำคัญสำหรับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์คือ ทักษะการคิด หากพิจารณาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น จะเห็นว่าแต่ละทักษะเกี่ยวข้องโดยตรงกับการคิด หากผู้เรียนไม่คิด คิดไม่เป็น หรือคิดไม่ได้ ก็จะไม่สามารถพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ได้ ดังนั้นการฝึกการคิดให้กับผู้เรียนจึงเป็นสิ่งสำคัญที่ควรทำควบคู่ไปกับการพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ (อัมพร ม้าคะนอง, 2559, หน้า 21 - 22)

จากความหมายที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ คือ ความสามารถในการนำองค์ความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการทำความเข้าใจ เรียบเรียงความคิดและวิเคราะห์หาทางแก้ปัญหา วางแผนและดำเนินการแก้ปัญหาได้อย่างเป็นระบบ เหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

6.2 ความสำคัญของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคนอง (2559) การแก้ปัญหา เป็นการทำงานโดยใช้กระบวนการที่ยังไม่ทราบมาก่อนล่วงหน้าในการหาคำตอบของปัญหา การแก้ปัญหาเป็นทั้งทักษะ (Skill) ซึ่งเป็นความสามารถพื้นฐานในการทำความเข้าใจปัญหาและการหาคำตอบของปัญหา และกระบวนการ (Process) ซึ่งเป็นวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่มีการวิเคราะห์และวางแผนโดยมีการใช้เทคนิคต่าง ๆ ประกอบ (Krulik & Reys, 1980) การแก้ปัญหาเป็นทักษะที่มีความสำคัญยิ่ง และมักรวมทักษะอื่น ๆ ที่สำคัญเข้าไว้ด้วย เช่น การให้เหตุผล การสื่อสาร และการตัดสินใจ ผู้ที่มีทักษะการแก้ปัญหาที่ดีมักมีความรู้ประสบการณ์ ระบบการคิด และการตัดสินใจที่ดีพอ เนื่องจากการแก้ปัญหาเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและเกี่ยวข้องกับความรู้ ทักษะ และความสามารถหลายอย่าง เช่น ความรู้ในเนื้อหาความรู้เกี่ยวกับขั้นตอนการทำงาน ความสามารถในการคิด และความสามารถในการประเมินการทำงานของตนเอง นอกจากนี้ ยังเกี่ยวข้องกับประสบการณ์ เจตคติ และความเชื่อของผู้แก้ปัญหาด้วย อย่างไรก็ตาม แม้การแก้ปัญหาจะเป็นกระบวนการที่ซับซ้อนและดูยุ่งยาก แต่ก็มีประโยชน์ต่อการพัฒนาผู้เรียนในหลาย ๆ ด้าน ดังนี้

1. ช่วยพัฒนาทักษะและกระบวนการคิดของผู้เรียนให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

2. ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาจริง

3. ช่วยพัฒนาทักษะของผู้เรียนในการเลือกและใช้กลวิธีแก้ปัญหาอย่างเหมาะสมและมีประสิทธิภาพ

4. ช่วยเพิ่มพูนประสบการณ์ในการแก้ปัญหาที่หลากหลาย

จากที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสรุปได้ว่า ความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความสำคัญคือ ช่วยพัฒนาความสามารถของผู้เรียนในการเชื่อมโยงและใช้ความรู้ที่เรียนมาในการแก้ปัญหาต่างๆได้อย่างเหมาะสม

6.3 องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 31-33) ได้กล่าวถึงองค์ประกอบที่สำคัญของการพัฒนาทักษะและความสามารถในการแก้ปัญหา และส่งผลโดยตรงต่อการเรียนคณิตศาสตร์ ดังนี้

1. ความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา ปัจจัยสำคัญที่ส่งผลโดยตรงต่อความสามารถด้านนี้ คือ ทักษะการอ่าน และการฟัง เนื่องจากนักเรียนจะรับรู้ปัญหาได้จากการอ่าน และการฟัง เมื่อ

พบปัญหานักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับปัญหา ซึ่งต้องอาศัยองค์ความรู้เกี่ยวกับศัพท์ บทนิยาม มโนมติ และข้อเท็จจริงต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับปัญหา ซึ่งแสดงถึงศักยภาพทางสมองของนักเรียนในการระลึกถึงและความสามารถนำมาเชื่อมโยงกับปัญหาที่กำลังเผชิญอยู่ ปัจจัยสำคัญอีกประการหนึ่งที่ช่วยให้การทำความเข้าใจปัญหาเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ คือ การรู้จักเลือกใช้กลวิธีมาช่วยในการทำความเข้าใจปัญหา เช่น การขีดเส้นใต้ข้อความสำคัญ การแบ่งวรรคตอน การจดบันทึกเพื่อแยกแยะประเด็นสำคัญ การเขียนภาพหรือแผนภูมิ การสร้างแบบจำลอง การยกตัวอย่างที่สอดคล้องกับปัญหา การเขียนปัญหาใหม่ด้วยคำพูดของตนเอง

2. ทักษะในการแก้ปัญหา เมื่อนักเรียน ได้ฝึกคิดแก้ปัญหาอยู่เสมอ นักเรียนมีโอกาสได้พบปัญหาต่าง ๆ หลายรูปแบบซึ่งอาจจะมีโครงสร้างของปัญหาที่คล้ายคลึงกัน หรือแตกต่างกัน นักเรียนได้มีประสบการณ์ในการเลือกใช้ยุทธวิธีต่าง ๆ เพื่อนำไปใช้ได้เหมาะสมกับปัญหา เมื่อเผชิญกับปัญหาใหม่ก็จะสามารถนำประสบการณ์เดิมมาเทียบเคียง พิจารณาว่าปัญหาใหม่นั้นมีโครงสร้างคล้ายกับปัญหาที่ตนเองคุ้นเคยมาก่อนบ้างหรือไม่ ปัญหาใหม่นั้นสามารถแยกเป็นปัญหาย่อย ๆ ที่มีโครงสร้างของปัญหาคล้ายคลึงกับปัญหาที่เคยแก้มาแล้วหรือไม่ สามารถใช้ยุทธวิธีใดในการแก้ปัญหาใหม่นี้ได้บ้าง นักเรียนที่มีทักษะ ในการแก้ปัญหาจะสามารถวางแผนเพื่อกำหนดยุทธวิธีในการแก้ปัญหาได้อย่างรวดเร็ว และเหมาะสม

3. ความสามารถในการคิดคำนวณและความสามารถในการให้เหตุผล หลังจากที่นักเรียนทำความเข้าใจปัญหา และวางแผนในการแก้ปัญหาเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ การลงมือปฏิบัติตามแผนที่วางไว้ ซึ่งในขั้นตอนนี้ปัญหาบางปัญหาจะต้องใช้การคิดคำนวณและในบางปัญหาจะต้องใช้กระบวนการให้เหตุผล

การคิดคำนวณนับว่าเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหา เพราะถึงแม้ว่าจะทำความเข้าใจปัญหาได้อย่างแจ่มชัด และวางแผนแก้ปัญหาได้เหมาะสม แต่เมื่อลงมือแก้ปัญหาแล้วคิดคำนวณไม่ถูกต้อง การแก้ปัญหานั้นก็ถือว่าไม่ประสบผลสำเร็จ

สำหรับปัญหาที่ต้องการคำอธิบายให้เหตุผล นักเรียนจะต้องอาศัยทักษะพื้นฐานในการเขียนและการพูด นักเรียนจะต้องมีความเข้าใจในกระบวนการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เท่าที่จำเป็นและเพียงพอในการนำไปใช้แก้ปัญหาในแต่ละระดับชั้น

4. แรงขับ เนื่องจากปัญหาเป็นสถานการณ์ที่แปลกใหม่ ซึ่งนักเรียนผู้แก้ปัญหาไม่คุ้นเคยและไม่สามารถหาวิธีการหาคำตอบได้ในทันทีทันใด นักเรียนจะต้องคิดวิเคราะห์อย่างเต็มที่ เพื่อที่จะให้ได้คำตอบ นักเรียนผู้แก้ปัญหาจะต้องมีแรงขับที่จะสร้างพลังในการคิด ซึ่งแรงขับนี้เกิดขึ้นจากปัจจัยต่าง ๆ เช่น เจตคติ ความสนใจ แรงจูงใจใฝ่สัมฤทธิ์ ความสำเร็จ ตลอดจนความซาบซึ้งในการแก้ปัญหา ซึ่งปัจจัยต่าง ๆ เหล่านี้ จะต้องใช้ระยะเวลายาวนานในการปลูกฝังให้เกิดขึ้นในตัวนักเรียนโดยผ่านทางกิจกรรมต่าง ๆ ในการเรียนการสอน

5. ความยืดหยุ่น ผู้แก้ปัญหาที่ดีจะต้องมีความยืดหยุ่นในการคิด คือ ไม่ติดยึดในรูปแบบที่ตนเองคุ้นเคย แต่จะยอมรับรูปแบบและวิธีการใหม่ ๆ อยู่เสมอ ความยืดหยุ่นเป็นความสามารถในการปรับกระบวนการคิดแก้ปัญหาโดยบูรณาการความเข้าใจ ทักษะ และความสามารถในการแก้ปัญหาตลอดจนแรงขับที่มีอยู่เชื่อมโยงเข้ากับสถานการณ์ของปัญหาใหม่ สร้างเป็นองค์ความรู้ที่สามารถปรับใช้เพื่อแก้ปัญหาใหม่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. ความรู้พื้นฐาน ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเชื่อมโยงกับความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ ผู้แก้ปัญหาต้องมีความรู้พื้นฐานทางคณิตศาสตร์ที่ดีพอ และสามารถนำความรู้นั้นมาใช้ได้อย่างสอดคล้องกับสาระของปัญหา จึงจะทำให้แก้ปัญหาได้

7. ระดับสติปัญญา มีความสัมพันธ์ทางบวกกับความสามารถในการแก้ปัญหา นักเรียนที่มีระดับสติปัญญาสูงมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่านักเรียนที่มีระดับสติปัญญาต่ำ

8. การอบรมเลี้ยงดู นักเรียนที่มาจากครอบครัวซึ่งมีการอบรมเลี้ยงดูแบบประชาธิปไตย เปิดโอกาสให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็น คิดและตัดสินใจด้วยตนเอง มีแนวโน้มที่จะมีความสามารถในการแก้ปัญหาสูงกว่านักเรียนที่มาจากครอบครัวที่เลี้ยงดูแบบปล่อยปละละเลย และแบบเข้มงวดกวดขัน

9. วิธีสอนของครู กิจกรรมการเรียนการสอนที่เน้นตัวนักเรียนโดยเปิดโอกาสให้นักเรียนคิดอย่างอิสระ มีเหตุผล ให้ความสำคัญกับความคิดของนักเรียน ย่อมจะส่งเสริมให้นักเรียนมีความสามารถในการแก้ปัญหาดีกว่ากิจกรรมการเรียนการสอนแบบที่ครูเป็นผู้บอกให้รู้

กรมวิชาการ (2544) ได้ระบุองค์ประกอบที่ช่วยในการแก้ปัญหา ดังนี้

1. ประสบการณ์ เช่น สิ่งแวดล้อม พื้นฐานความรู้ วิธีการแก้ปัญหาที่คุ้นเคย

2. จิตพิสัย เช่น ความสนใจ ตั้งใจ อดทน ความกระตือรือร้น ความกลัว และความพยายาม

3. สติปัญญา เช่น ความสามารถในการอ่าน ความสามารถในการให้เหตุผล ความจำ ความสามารถในการคำนวณ ความสามารถในการวิเคราะห์ ความสามารถในการมองภาพสามมิติ ในการแก้ปัญหาต่างๆ นักเรียนต้องใช้ความคิด ซึ่งอาศัยกระบวนการทางสมองประสบการณ์ ความรู้พื้นฐาน ความพยายาม และการหยั่งรู้ ในการตัดสินใจเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหา

จากองค์ประกอบของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ข้างต้น สามารถสรุปได้ว่าองค์ประกอบที่สำคัญของการแก้ปัญหาจะต้องสร้างกระบวนการคิดให้เป็นคณิตศาสตร์ให้เกิดขึ้นกับตัวผู้เรียน ไม่ว่าจะเป็นทางตรงหรือทางอ้อม เพื่อที่จะช่วยพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

6.4 กระบวนการของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

Polya (1957, อ้างอิงในสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555) เป็นผู้ให้แนวคิดเกี่ยวกับกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์โดยเรียกว่ากระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา นักเรียนต้องทำความเข้าใจปัญหาและระบุส่วนสำคัญของปัญหาซึ่ง ได้แก่ ตัวไม่รู้ค่าข้อมูลเงื่อนไขและพิจารณาซ้ำไปซ้ำมาในหลากหลายมุมมองอาจใช้วิธีต่าง ๆ ช่วยในการทำความเข้าใจเช่นการเขียนรูปการเขียนแผนภูมิหรืออาจเขียนสาระของปัญหาด้วยคำพูดของตนเองก็ได้

ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นตอนนี้จะเป็นการวางแผนเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์ในข้อ 1 ประกอบกับข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา

ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นตอนนี้จะเป็นการลงมือแก้ปัญหาตามที่ได้วางแผนไว้แล้วถ้าแผนหรือยุทธวิธีที่เลือกไว้ไม่สามารถแก้ปัญหาได้นักเรียนต้องค้นหาแผนหรือยุทธวิธีการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้ง

ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล ขั้นตอนนี้ต้องการให้นักเรียนมองย้อนกลับไปยังคำตอบที่ได้มาโดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้องความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้และพิจารณาว่ามีคำตอบหรือยุทธวิธีอื่นอีกหรือไม่สำหรับนักเรียนที่เดาคำตอบก่อนลงมือปฏิบัติก็สามารถเปรียบเทียบหรือตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบที่คาดเดาและหาคำตอบจริงในขั้นนี้ได้

จากกระบวนการดังกล่าว ผู้วิจัยสรุปได้ว่า การที่จะแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี ควรมีการฝึกฝนในการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์ปัญหา หาแนวทางต่างๆมาใช้แก้ปัญหาได้

6.5 การประเมินความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคะนอง (2559, หน้า 173) ความสามารถในการแก้ปัญหาของผู้เรียนประกอบด้วยความสามารถหลายอย่างดังต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหาได้ เป็นความสามารถของผู้เรียนในการหาคำตอบ ผลเฉลย หรือแนวทางในการจัดการกับปัญหา

2. การสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหา เป็นความสามารถในการเชื่อมโยงข้อมูลที่มีอยู่ เพื่อหาความสัมพันธ์ที่เป็นไปได้ อันจะนำไปสู่การสร้างโจทย์ ปัญหา สถานการณ์หรือคำถาม

3. การใช้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย เป็นความสามารถในการแก้ปัญหาโดยใช้วิธีการที่แตกต่างกันหลายวิธี

4. การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นความสามารถในการพิจารณาคำตอบหรือการแก้ปัญหาที่ได้ว่าเหมาะสม สอดคล้องและสมเหตุสมผลเพียงใด

5. การขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการนำผลจากการแก้ปัญหาไปคิดต่อ เช่น การมองเห็นรูปทั่วไป การเปลี่ยนแปลงที่จะเกิดขึ้นเมื่อเงื่อนไขของปัญหาเปลี่ยนไป

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาประเมินได้หลากหลายตามความสามารถข้างต้น อย่างไรก็ตาม ในทางปฏิบัติผู้สอนมักใช้ปัญหาหนึ่ง ๆ ประเมินความสามารถหลาย ๆ อย่างร่วมกัน และสิ่งที่ประเมินได้มากคือ การแก้ปัญหาได้และการใช้วิธีการที่หลากหลายแก้ปัญหา แต่สิ่งที่ยังทำได้ไม่มากนักคือการประเมินการสร้างโจทย์หรือประเด็นปัญหาจากข้อมูลที่กำหนดให้ การตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบและการขยายความคิดจากผลการแก้ปัญหา

การประเมินความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผ่านมามักใช้แบบทดสอบลักษณะเดียวกับแบบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ โดยมักเป็นข้อสอบปรนัยระดับการนำไปใช้ ให้ผู้เรียนเลือกตอบข้อที่ถูกต้องเพียงข้อเดียว ซึ่งผลรวมของคะแนนสอบเป็นเพียงภาพรวมของระดับความสามารถที่ผู้เรียนมี ทั้งที่การแก้ปัญหาไม่ได้อาจมีระดับความบกพร่องแตกต่างกัน ตั้งแต่ไม่ทราบว่าจะแก้ปัญหาอย่างไรหรือทำไม่ได้เลยจนถึงเลือกใช้วิธีการแก้ปัญหาถูกต้องหรือเหมาะสม แต่คิดหรือคำนวณคำตอบผิดพลาดด้วยเหตุนี้ ผู้สอนจึงควรตระหนักว่าการใช้ข้อสอบลักษณะดังกล่าวไม่ได้ให้ข้อมูลที่จะนำไปสู่การแก้ไขข้อบกพร่องในการแก้ปัญหาของผู้เรียน สิ่งที่จะเป็นประโยชน์มากกว่าคือข้อมูลที่ทำให้ทราบว่าผู้เรียนแก้ปัญหาไม่ได้เพราะเหตุใด เช่น ไม่เข้าใจปัญหา วิเคราะห์โจทย์ไม่เป็น เลือกใช้วิธีแก้ปัญหาไม่เหมาะสมดำเนินการตามขั้นตอนทางคณิตศาสตร์ไม่ได้ ใช้เทคนิคหรือกลวิธีไม่เหมาะสมกับบริบทของปัญหา ไม่ทราบวิธีตรวจสอบความสมเหตุสมผลของคำตอบ เป็นต้น แบบทดสอบที่จะใช้ประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา จึงควรมีลักษณะเปิด หรือเป็นปัญหาแบบเปิด โดยอาจเปิดที่คำตอบให้มีคำตอบได้หลากหลายคำตอบหรือเปิดที่กระบวนการคือ มีวิธีแก้ปัญหาได้หลากหลายวิธี เพื่อให้ผู้เรียนได้แสดงความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์อย่างเต็มศักยภาพ แบบทดสอบการแก้ปัญหาแบบหนึ่งที่นิยมใช้กันคือแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาที่ให้ผู้เรียนแสดงวิธีทำงาน 4 ขั้นตอนตามแนวคิดของ Polya เพื่อที่จะประเมินความสามารถในการใช้กระบวนการแก้ปัญหาของผู้เรียน อย่างไรก็ตามผู้สอนอาจต้องการวัดความสามารถเฉพาะอื่น ๆ ในการแก้ปัญหานอกเหนือจากกระบวนการแก้ปัญหา 4 ขั้นตอน ในการนี้ผู้สอนอาจใช้แบบวัดลักษณะอื่น ๆ ที่เหมาะสมกับสิ่งที่ต้องการวัด

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ยุภาพร ด้วงโต้ด (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านเพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 พบว่า การศึกษาวิจัยในครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อ 1) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน 2) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตร สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ก่อนและหลังการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ 3) เปรียบเทียบผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ รายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตร ของกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน กับกลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ) กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 โรงเรียนอนุบาลทับกวาง สำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษาสระบุรี เขต 2 ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2560 จำนวน 60 คน เลือกโดยใช้วิธีการสุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบไปด้วย แผนการจัดการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้าน แผนการจัดการเรียนรู้แบบปกติ แบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และสถิติทดสอบค่าที (t–test)

ผลการวิจัยพบว่า 1) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตรของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 2) ผลสัมฤทธิ์ ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่องการหาปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติหลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 และ 3) ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง การหาปริมาตร ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 หลังเรียนด้วยการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านสูงกว่ากลุ่มที่ได้รับการจัดกิจกรรมเรียนรู้โดยใช้การจัดการเรียนรู้แบบปกติ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05

สราญจิต อ้นพา (2561) ได้ศึกษาเกี่ยวกับเรื่อง การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่า การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ 1) เพื่อศึกษาข้อมูลพื้นฐานและความต้องการในการพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 2) เพื่อพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom

ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 80/80 3) เพื่อเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการเรียนรู้ของนักเรียน โดยการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหา ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 4) เพื่อศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียน โดยการใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 5) เพื่อศึกษาความคิดเห็นของนักเรียนต่อแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยคือนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยศิลปากร (ปฐมวัยและประถมศึกษา) จำนวน 1 ห้องเรียน โดยได้มาจากการสุ่มอย่างง่ายโดยการจับสลากห้องเรียน คือ นักเรียนชั้น ป.4/1 จำนวน 37 คน เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย 1) แบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์เรื่อง บวกลบ คูณ หาร 2) แผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 ประกอบด้วยแผนปฐมนิเทศจำนวน 1 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง แผนการจัดการเรียนรู้จำนวน 8 แผน แผนละ 2 ชั่วโมงและแผนสรุปเนื้อหาจำนวน 1 แผน แผนละ 1 ชั่วโมง รวมทั้งหมด 18 ชั่วโมง 3) แบบทดสอบวัดผลการเรียนรู้ก่อนและหลังการจัดการเรียนรู้ 4) แบบประเมินความสามารถในการคิดแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ 5) แบบสอบถามความคิดเห็นของนักเรียนที่มีต่อแบบฝึกทักษะคณิตศาสตร์วิเคราะห์ข้อมูลด้วย ค่าร้อยละ ค่าเฉลี่ย ค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) การทดสอบค่า t-test แบบ Dependent และการวิเคราะห์เนื้อหา (Content Analysis)

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนและครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์เห็นความสำคัญต่อการใช้แบบฝึกทักษะ ประกอบการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 และเห็นว่าแบบฝึกทักษะควรประกอบด้วย ชื่อเรื่องคำนำ สารบัญ คำชี้แจง คำแนะนำในการใช้แบบฝึกทักษะ จุดประสงค์การทำแบบฝึกทักษะแบบทดสอบก่อนเรียน แบบฝึกทักษะ แบบทดสอบหลังเรียน แบบประเมินความสามารถในการแก้ปัญหา เฉลย และบรรณานุกรม 2) แบบฝึกทักษะวิชาคณิตศาสตร์โดยใช้การจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด The Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่4 มีประสิทธิภาพ 82.46/80.00 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน 80.00/80.00 3) ผลการเปรียบเทียบผลการเรียนรู้ก่อนและหลังใช้แบบฝึกทักษะ พบว่าผลการเรียนรู้หลังใช้แบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 4)ความสามารถในการแก้ปัญหาหลังใช้แบบฝึก

ทักษะ พบว่าความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนอยู่ในระดับดี 5) ความคิดเห็นของนักเรียนต่อแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4 พบว่าความคิดเห็นโดยภาพรวมอยู่ในระดับมากเมื่อพิจารณาเป็นรายด้านพบว่านักเรียนเห็นด้วยในระดับมากทุกด้าน

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Graham Brent Johnson (2013) ได้ศึกษาเรื่อง STUDENT PERCEPTIONS OF THE FLIPPED CLASSROOM พบว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นกลยุทธ์การสอนที่ทำให้ลดขั้นตอนการสอนเพิ่มปฏิสัมพันธ์แบบตัวต่อตัว กลยุทธ์นี้ใช้ประโยชน์จากเทคโนโลยีที่จัดหาสื่อการสอนเพิ่มเติมสำหรับนักเรียนที่สามารถเข้าถึงได้ทางออนไลน์ ช่วยเพิ่มเวลาว่างในห้องเรียนที่เคยใช้ในการบรรยายมาก่อนในชั้นเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นเกี่ยวกับห้องเรียนกลับด้านและประเมินบทบาท เพื่อประเมินบทบาทของสื่อสังคมออนไลน์ เทคโนโลยีการศึกษา การเรียนรู้อย่างเชี่ยวชาญ และสภาพแวดล้อมของห้องเรียนแบบกลับด้าน การสำรวจยังกล่าวถึงวิธีการห้องเรียนกลับด้านที่สามารถสนับสนุนการเรียนรู้ของนักเรียนและสิ่งที่สามารถทำได้ เพื่อปรับปรุงผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียน การวิจัยการใช้ห้องเรียนกลับด้านใช้ทั้งเชิงคุณภาพและเชิงปริมาณ ซึ่งให้ความเข้าใจที่กว้างขึ้นของการตอบสนองของนักเรียนในฐานะกลุ่มและบุคคล ผลการวิจัยเผยให้เห็นข้อค้นพบหลัก 3 ประการ ได้แก่ นักเรียนทำการบ้านในห้องเรียนแบบกลับด้านน้อยกว่าในห้องเรียนแบบบรรยายทั่วไป นักเรียนสนุกกับการเรียนในห้องเรียนแบบกลับด้าน และนักเรียนได้ประโยชน์จากการดูการบรรยายในวิดีโอบทเรียน งานวิจัยนี้มีนัยสำหรับการจัดการเรียนการสอนในห้องเรียนแห่งศตวรรษที่ 21 ผลการศึกษาครั้งนี้แสดงให้เห็นว่าวิธีการสอนแบบอิสระ สภาพแวดล้อมที่สนับสนุนการเรียนรู้ทักษะของนักเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คนที่ใช้ห้องเรียนกลับด้าน สามารถเพิ่มองค์ประกอบสนับสนุนอื่นๆ เช่น การประเมินการเรียนรู้ การใช้ปัญหาเป็นฐานกลยุทธ์ การสร้างความแตกต่าง โดยรวมแล้วการสร้างสภาพแวดล้อมการสอนที่มีความยืดหยุ่นมากกว่าการสอนแบบดั้งเดิม การตั้งค่าห้องเรียน ข้อเสนอแนะในการปรับปรุงตามผลการสำรวจ วีดิทัศน์การสอนแบบโต้ตอบ กิจกรรมการเรียนรู้ในชั้นเรียนและการประเมินผลการเปลี่ยนแปลง

Edy Surya, Jozua Sabandar, Yaya S. Kusumah, Darhim (2013) ได้ศึกษาเรื่อง Improving of Junior High School Visual Thinking Representation Ability in Mathematical Problem Solving by CTL พบว่า ความยากของนักเรียนที่พบคือปัญหาในการทำความเข้าใจ การวาดแผนภาพ การอ่านแผนภูมิอย่างถูกต้อง ความเข้าใจทางคณิตศาสตร์แบบมโนทัศน์ที่เป็นทางการและการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ การแสดงปัญหาที่เหมาะสมเป็นวิธีพื้นฐานในการทำความเข้าใจ

ปัญหาและวางแผนในการแก้ปัญหา การวิจัยครั้งนี้เป็นการออกแบบห้องเรียนทดลองแบบควบคุมก่อน – หลังการทดสอบ เพื่อเพิ่มความสามารถในการคิดเชิงภาพในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ด้วยการเรียนรู้ตามบริบท เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยเป็นแบบทดสอบ การสังเกต และการสัมภาษณ์ การเพิ่มความสามารถในการเป็นตัวแทนทางคณิตศาสตร์ของวิธีการตามบริบทเพิ่มขึ้นในนักเรียนที่มีประเภทเริ่มต้นสูง ปานกลาง และต่ำ เมื่อเทียบกับวิธีการทั่วไป

Tracey Muir และ Vince Geiger (2015) ได้ศึกษาเรื่อง The affordances of using a flipped classroom approach in the teaching of mathematics: a case study of a grade X mathematics class พบว่า การสอนคณิตศาสตร์ระดับมัธยมศึกษามีความท้าทายหลายประการ รวมถึงความคาดหวังที่ครูจะครอบคลุมหลักสูตรที่กำหนดไว้ ช่วยให้นักเรียนเรียนรู้เกี่ยวกับแนวคิดที่ยากขึ้น เตรียมพร้อมสำหรับการศึกษาในอนาคต และที่เพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ คือการผสมผสานเทคโนโลยีดิจิทัลเข้าด้วยกัน การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความคิดเห็นของครูและนักเรียนเกี่ยวกับปัญหา ข้อดีและข้อเสียของการปรับวิธีการสอนในชั้นเรียนเพื่อรับมือกับความท้าทายเหล่านี้ภายในบริบทของหลักสูตร เครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลรวมถึงแบบสำรวจที่ออกแบบมา เพื่อศึกษาการมีส่วนร่วมของนักเรียนกับวิธีการห้องเรียนกลับด้าน และการสัมภาษณ์นักเรียนและครู จากการวิเคราะห์ข้อมูลเหล่านี้พบว่าครูและนักเรียนก็มีแง่บวกเกี่ยวกับประสบการณ์ของพวกเขาด้วยวิธีการสอนแบบกลับด้าน และนักเรียนมีแรงจูงใจที่จะมีส่วนร่วมกับแหล่งข้อมูลทางคณิตศาสตร์ออนไลน์ที่ครูสร้างขึ้น การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมเกี่ยวกับนักเรียนและครู การรับรู้ถึงแรงบันดาลใจของวิธีการสอนแบบพลิกกลับในชั้นเรียน ความท้าทายที่ครูคณิตศาสตร์โรงเรียนมัธยมศึกษาต้องเผชิญคือ กำหนดหลักสูตรเพื่อตอบสนองความต้องการของนักเรียน

Chiu – Lin Lai และ Gwo-JenHwang (2016) ได้ศึกษาเรื่อง A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course พบว่า ห้องเรียนกลับด้านเป็นรูปแบบการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพและปฏิสัมพันธ์ระหว่างครูและนักเรียนในชั้นเรียนสามารถตระหนัก โดยเปลี่ยนเวลาการสอนในชั้นเรียนและเวลาฝึกนอกชั้นเรียน อย่างไรก็ตามเนื่องจากการขาดการควบคุมตนเอง นักเรียนส่วนใหญ่อาจจะไม่สามารถที่จะศึกษาและทำความเข้าใจสื่อการสอนนอกชั้นเรียนด้วยตนเอง วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้เสนอวิธีการสอนแบบห้องเรียนกลับด้าน ซึ่งช่วยให้นักเรียนจัดเวลาพิเศษเพื่อให้พวกเขาสามารถอ่านและเข้าใจเนื้อหาก่อนเรียนอย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้พวกเขาสามารถโต้ตอบกับเพื่อนและครูในชั้นเรียนได้ การอภิปรายเชิงลึก เพื่อประเมินประสิทธิภาพของแนวทางที่เสนอ นักเรียนกลุ่มทดลองได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านด้วยตนเองและกลุ่มควบคุมได้รับการสอนแบบห้องเรียนกลับด้านแบบเดิม การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยเชิงปริมาณ เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วยแบบทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่ากลุ่มทดลองมีคะแนนสูงกว่ากลุ่มควบคุม

นอกจากนี้ยังพบว่านักเรียนที่มีความสามารถในการควบคุมตนเองสูงมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในรูปแบบการเรียนรู้ที่แตกต่างกัน กลุ่มทดลองมีการรับรู้ความสามารถของตนเองสูงกว่ากลุ่มควบคุม นอกจากนี้ผลของการวิเคราะห์บันทึกการเรียนรู้ยังแสดงให้เห็นว่านักเรียนจะกำหนดเป้าหมายในขั้นตอนต่อไปของการเรียนรู้ตามวัตถุประสงค์ของกลยุทธ์การควบคุมตนเอง สรุปผลการศึกษาพบว่าการบูรณาการกลยุทธ์ การควบคุมตนเองในการเรียนรู้แบบห้องเรียนกลับด้านสามารถปรับปรุงความสามารถในการรับรู้ของตนเองและใช้กลยุทธ์การวางแผนและการใช้เวลาในการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนสามารถเรียนรู้ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

Teri Campos (2018) ได้ศึกษาเรื่อง Using Visyal Thinking Strategies to Improve Mathematics Instruction พบว่า วัตถุประสงค์ของการศึกษาคือเพื่อสำรวจการใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ เมื่อนำไปใช้กับการสอนคณิตศาสตร์สำหรับครูในโรงเรียนประถมศึกษาขนาดเล็ก การศึกษานี้ดำเนินการเพื่อแก้ไขปัญหาคะแนนคณิตศาสตร์ต่ำในโรงเรียนในเมืองที่มีนักเรียนที่มีสถานะทางเศรษฐกิจและสังคมต่ำประกอบกับวิธีการสอนแนวคิดทางคณิตศาสตร์โดยทั่วไป การศึกษานี้เป็นการศึกษาเชิงคุณภาพและเป็นไปตามประเพณีการวิจัยแบบฮิวริสติก หน่วยของการวิเคราะห์คือประสบการณ์ของครูที่มีวิธีการคิดเป็นภาพ ขณะที่สำรวจการนำกลยุทธ์การคิดเชิงภาพไปใช้ในห้องเรียนซึ่งรวบรวมจากแบบสำรวจปลายเปิด การสังเกต การสนทนาเชิงไตร่ตรองอย่างไม่เป็นทางการ การสัมภาษณ์เชิงลึก และวารสารเชิงลึกที่วิเคราะห์ขั้นตอนของกระบวนการฮิวริสติกในการอภิปรายกลุ่ม

คำถามหลักที่เป็นแนวทางในการศึกษาคือ Visual Thinking Strategies (VTS) สามารถปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างไร มีการสำรวจ 3 ส่วนที่มีส่วนร่วม คือ ครู การเคลื่อนไหว การแสดงหลักฐานซ้ำเกี่ยวกับการสอนแนวคิดทางคณิตศาสตร์ที่ชัดเจน และคำศัพท์ทางวิชาการ ครู 5 คน เป็นนักวิจัยร่วมจากระดับชั้น ภูมิหลัง อายุ และประสบการณ์การสอนที่ต่างกัน และเป็นผู้ที่มีความคล้ายคลึงกันในด้านความคิดเกี่ยวกับการเติบโตและสร้างกระบวนการอภิปรายในห้องเรียน การเริ่มต้นเริ่มต้นการศึกษาด้วยการสำรวจความรู้และความสนใจของ

ครูที่มีวิธีการคิดเป็นภาพโดยเฉพาะ และคณิตศาสตร์โดยทั่วไป จากนั้นจึงมีการวางแผนกำหนดการเพื่อทำการสังเกตการณ์ รวมถึงแนะนำความคาดหวัง และวิธีการในการแสดงภาพศิลปะและคณิตศาสตร์ การอำนวยความสะดวกในบทเรียนในห้องเรียน 6 ห้องก่อนด้วยภาพศิลปะ จากนั้นจึงสะท้อนให้เห็นคณิตศาสตร์ในบทสนทนา วารสาร การสัมภาษณ์ และการใช้ชีวิตตามปรากฏการณ์ของ VTS เป็นเวลา 3 เดือน การบ่มเพาะสำหรับผู้เข้าร่วมแต่ละคนนำมาซึ่งความชัดเจน จากคำถามการวิจัยและกรอบทฤษฎีของการศึกษา หัวข้อสุดท้ายที่ได้รับจากกระบวนการ ได้แก่ การปฏิบัติการทางปัญญา การเคลื่อนไหวของครู วาทกรรมด้วยคำศัพท์ และการเรียนรู้ด้วยภาพ การตีความของการ

รู้คิด การอำนวยความสะดวก การพูดคุย และการเรียนรู้ทางสายตาที่เกิดขึ้นในการสนทนากลุ่มเมื่อผู้เข้าร่วมตอบคำถามการวิจัย

ขั้นตอนการอธิบายพบว่า VTS สามารถใช้เพื่อปรับปรุงการสอนคณิตศาสตร์ด้วยการทำงานร่วมกันเพื่อสร้างภาพ เช่น กราฟ นักเรียนได้รับการสอนกลยุทธ์การคิดด้วยภาพโดยใช้รูปภาพและรูปถ่ายเพื่อช่วยให้พวกเขาคิดอย่างสร้างสรรค์และวิเคราะห์ได้ กลยุทธ์เดียวกันนี้ช่วยให้นักเรียนเข้าใจกราฟแท่ง เส้น วงกลม และกราฟรูปภาพ นักเรียนสามารถสร้างความเข้าใจที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้นในฐานะชุมชนจากข้อมูลส่วนตัวที่หลากหลายเมื่อครูให้นักเรียนมีส่วนร่วมและมั่นใจ วิทยากรบรรยายหลักฐานซ้ำในขณะที่เสริมคำศัพท์จากภาษาของนักเรียนเพื่อทำให้แนวคิดทางคณิตศาสตร์ชัดเจนยิ่งขึ้น

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในประเทศและต่างประเทศ สามารถสรุปได้ดังนี้

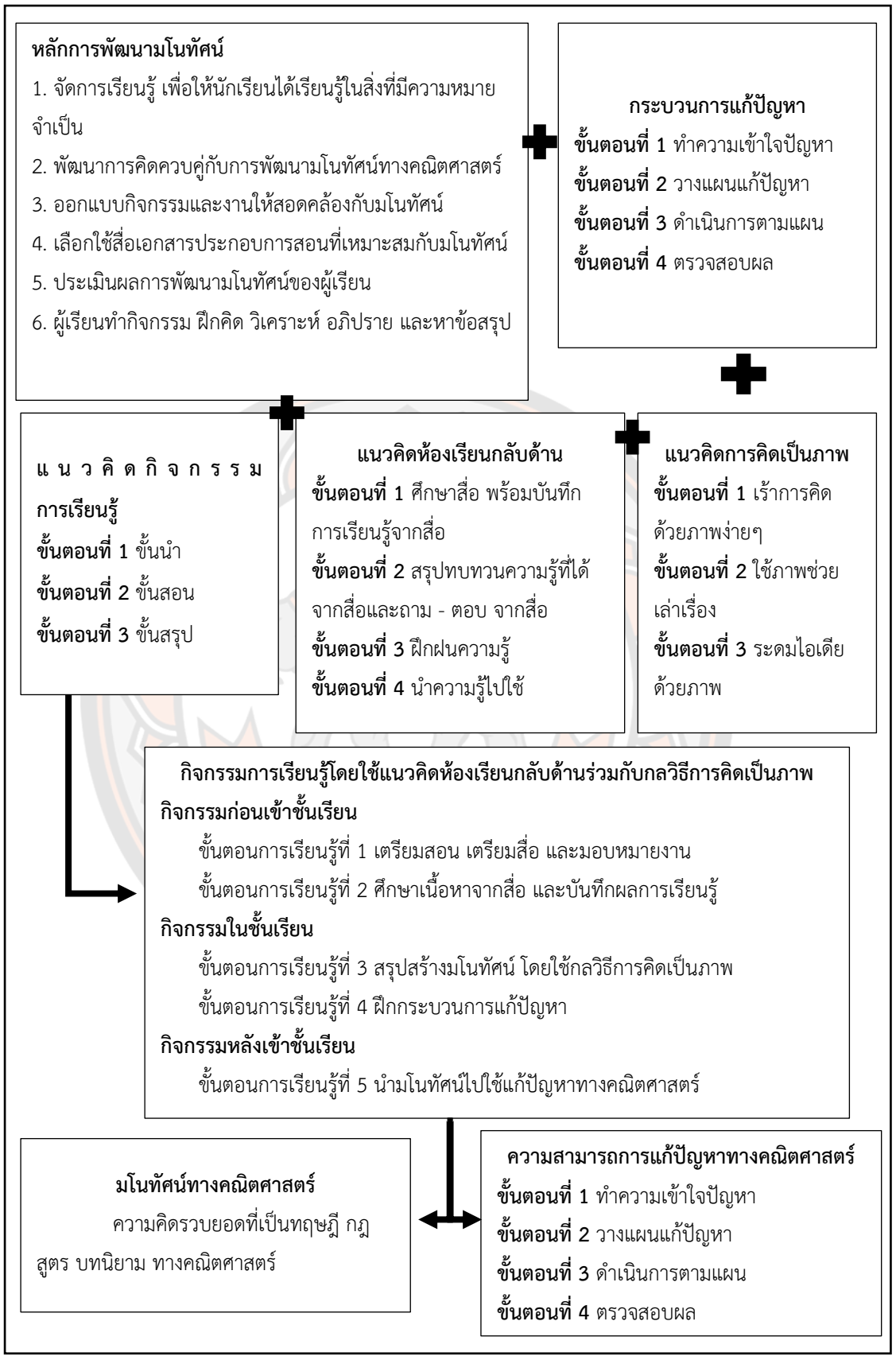
1. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน พบว่าการใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านในการจัดการเรียนรู้ ทำให้ผู้เรียนมีอิสระในการเรียน มีการสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเองจากการเรียนรู้ภายนอกห้องเรียน ก่อนที่จะมาแลกเปลี่ยนเรียนรู้กับผู้สอนและเพื่อนร่วมชั้นเรียน ผู้เรียนเกิดความรู้ความเข้าใจในเนื้อหาและแนวคิดหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มากขึ้น สามารถที่จะนำควาเข้าใจของตนเองไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ได้

2. งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ พบว่าการใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ ทำให้ผู้เรียนสามารถรวบรวมองค์ความรู้ออกมาเป็นภาพ ซึ่งจะทำให้ผู้เรียนมองเห็นภาพและเข้าใจในเนื้อหาศึกษามากขึ้น ทำให้เกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ จะช่วยให้ผู้เรียนมีความรู้ความเข้าใจในเนื้อหามากขึ้น ทำให้ผู้เรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น ซึ่งจะส่งผลผู้เรียนมีความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ดีขึ้น นั่นคือผู้เรียนมีความเข้าใจในเนื้อหาและวิธีการดำเนินการทางคณิตศาสตร์อย่างถูกต้องและแม่นยำ การมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ดีทำให้ผู้เรียนมีพื้นฐานและสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดีขึ้น

8. กรอบแนวคิดการวิจัย

ผู้วิจัยได้ศึกษา ค้นคว้าเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ซึ่งมีกรอบแนวคิดในการวิจัย ดังนี้


หลักการพัฒนามโนทัศน์
1. จัดการเรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมายจำเป็น
2. พัฒนาการคิดควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์
4. เลือกใช้สื่อเอกสารประกอบการสอนที่เหมาะสมกับมโนทัศน์
5. ประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์ของผู้เรียน
6. ผู้เรียนทำกิจกรรม ฝึกคิด วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุป
กระบวนการแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน
ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล
แนวคิดกิจกรรมการเรียนรู้
ขั้นตอนที่ 1 ขั้นนำ
ขั้นตอนที่ 2 ขั้นสอน
ขั้นตอนที่ 3 ขั้นสรุป
แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน
ขั้นตอนที่ 1 ศึกษาสื่อ พร้อมบันทึกการเรียนรู้จากสื่อ
ขั้นตอนที่ 2 สรุปทบทวนความรู้ที่ได้จากสื่อและถาม - ตอบ จากสื่อ
ขั้นตอนที่ 3 ฝึกฝนความรู้
ขั้นตอนที่ 4 นำความรู้ไปใช้
แนวคิดการคิดเป็นภาพ
ขั้นตอนที่ 1 เร้าการคิดด้วยภาพง่ายๆ
ขั้นตอนที่ 2 ใช้ภาพช่วยเล่าเรื่อง
ขั้นตอนที่ 3 ระดมไอเดียด้วยภาพ
กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้
กิจกรรมในชั้นเรียน
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา
กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
ความคิดรวบยอดที่เป็นทฤษฎี กฎ สูตร บทนิยาม ทางคณิตศาสตร์
ความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
ขั้นตอนที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา
ขั้นตอนที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา
ขั้นตอนที่ 3 ดำเนินการตามแผน
ขั้นตอนที่ 4 ตรวจสอบผล

บทที่ 3

วิธีดำเนินงานวิจัย

การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ ดำเนินการศึกษาตามกระบวนการของการวิจัยและพัฒนา (Research and Development Development) ซึ่งมีขั้นตอนการดำเนินการ 2 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างและประเมินประสิทธิภาพของการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ให้มีประสิทธิภาพ 75/75

แหล่งข้อมูล

1. ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีคุณสมบัติดังนี้

1.1 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาหลักสูตรและการสอน สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต ด้านหลักสูตรและการสอน และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

1.2 เป็นอาจารย์ผู้สอนในระดับอุดมศึกษา สาขาคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาดุษฎีบัณฑิต ด้านคณิตศาสตร์ และมีประสบการณ์ด้านการสอนไม่น้อยกว่า 5 ปี จำนวน 1 คน

1.3 เป็นครูที่มีประสบการณ์ด้านการสอนคณิตศาสตร์ ระดับมัธยมศึกษา สำเร็จการศึกษาในระดับปริญญาโทด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 1 คน

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยมีขั้นตอนการ ประเมินดังนี้

2.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง จำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปาน กลางจำนวน 1 คน เพื่อหาข้อจำกัดและพัฒนาความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา ด้านเวลาและด้านสื่อการสอนที่ใช้

2.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) ด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ที่คล้ายคลึงกับกลุ่มตัวอย่างจำนวน 9 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีคุณลักษณะ สูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 3 คน เพื่อประเมินประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งพิจารณาจากผลการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ในภาคเรียนก่อนหน้า แล้วนำผลการเรียนมาเรียงลำดับคะแนน ดังนี้

นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ตั้งแต่ 75 ขึ้นไป เป็นนักเรียนกลุ่มเก่ง

นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ตั้งแต่ 25 - 74 เป็นนักเรียนกลุ่มปานกลาง

นักเรียนที่มีคะแนนเปอร์เซ็นไทล์ต่ำกว่า 25 เป็นนักเรียนกลุ่มต่ำกว่าปานกลาง

ด้านตัวแปร

1. ความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ จากความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ

2. ประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ตามเกณฑ์ 75/75

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพเพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ประกอบไปด้วยแผนการเรียนรู้จำนวน 6 แผน

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีลักษณะเป็นแบบมาตราส่วนประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ จำแนกเป็น มากที่สุด มาก ปานกลาง น้อย และน้อยที่สุด

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพของเครื่องมือ

ในการสร้างและหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1.1 ศึกษาหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง พุทธศักราช 2560) ในส่วนของสาระการเรียนรู้แกนกลางและมาตรฐานการเรียนรู้ ช่วงชั้นที่ 4 ของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ สำหรับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักสูตรสถานศึกษา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม ดังนี้

1.2.1 วิเคราะห์ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้ สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต ดังตาราง

ตารางที่ 8 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สาระการเรียนรู้สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐานการเรียนรู้	**ตัวชี้วัด**	**สาระการเรียนรู้**	**เวลา (ชั่วโมง)**
สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต **มาตรฐาน ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1. เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา	**เรขาคณิตวิเคราะห์** - จุดและเส้นตรง - วงกลม - พาราโบลา - วงรี - ไฮเพอร์โบลา	12
รวม			12

1.2.2 กำหนดสาระการเรียนรู้ในการสร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหา ดังตาราง

ตารางที่ 9 การวิเคราะห์มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ และเวลา กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

แผนการจัดการเรียนรู้	**ตัวชี้วัด**	**จุดประสงค์การเรียนรู้**	**สาระการเรียนรู้**	**เวลา (ชั่วโมง)**
1. วงกลม	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.1 นักเรียนสามารถหาจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมได้ 1.2 นักเรียนสามารถหาสมการของวงกลมได้ 1.3 นักเรียนสามารถเขียนกราฟวงกลมได้	**- สมการวงกลม** ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ **- นิยามวงกลม**ที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) จะมีสมการมาตราฐานจุดศูนย์กลาง (h, k) และรัศมียาว r หน่วย	2
2. ระยะห่างจุดไปยังวงกลม	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.1 นักเรียนสามารถหาระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลมได้	- เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ - ระยะทางจากจุด (h, k) ภายนอกมาสัมผัสวงกลม คือ $d = \sqrt{(x_0 - h)^2 + (y_0 - k)^2 - r}$	2

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
3. พาราโบลา	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิต และทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.1 สามารถหาจุดโฟกัสของพาราโบลาได้ 1.2 สามารถหาจุดยอดพาราโบลาได้ 1.3 สามารถหาเส้นไดเรกตริกซ์ของพาราโบลาได้ 1.4 สามารถหาความยาวลาตัสเรกตัมพาราโบลาได้ 1.5 สามารถหาแกนสมมาตรของพาราโบลาได้ 1.6 สามารถหาสมการพาราโบลาได้ 1.7 สามารถเขียนกราฟพาราโบลาได้	พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียกจุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (Focus : F) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (Directrix : เส้นบังคับ)	2
4. วงรี	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.1 นักเรียนสามารถระบุส่วนประกอบของวงรีได้ 1.2 นักเรียนสามารถหาสมการวงรีได้	วงรี คือ “เซตของคู่อันดับที่ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียก จุดคงที่สองจุดนั้น ว่า จุดโฟกัส (F_1,F_2) นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอก(2a) พอดี	2

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
		1.3 นักเรียนสามารถเขียนกราฟวงรีได้ 1.4 นักเรียนสามารถเปลี่ยนสมการวงรีรูปทั่วไปให้อยู่ในรูปมาตรฐาน 1.5 นักเรียนสามารถเปลี่ยนสมการวงรีรูปมาตรฐานให้อยู่ในรูปทั่วไป 1.6 นักเรียนสามารถหาความเยื้องศูนย์กลางของวงรีได้		
5. ไฮเพอร์โบลา	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.นักเรียนสามารถหาสมการของไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้และหาส่วนต่างๆ ของไฮเพอร์โบลาจากสมการของไฮเพอร์โบลาที่กำหนดให้ได้	ไฮเพอร์โบลา (Hyperbola) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใดๆไปยังจุด F1 และ F2 ที่ตรึงอยู่กับที่มีค่าคงตัว โดยค่าคงตัวน้อยกว่าระยะห่างระหว่างจุดคงที่ที่ตรึงอยู่กับที่ทั้งสอง จุด F1 และ F2 ดังกล่าวนี้	2

แผนการจัดการเรียนรู้	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	เวลา (ชั่วโมง)
			เรียกว่า โฟกัส ของไฮเพอร์โบลา	
6. ไฮเพอร์โบลา มุมฉาก	**ค 2.2** เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้	1.นักเรียนสามารถหาสมการของไฮเพอร์โบลาตามเงื่อนไขที่กำหนดให้และหาส่วนต่างๆ ของไฮเพอร์โบลาจากสมการของไฮเพอร์โบลาที่กำหนดให้ได้	ไฮเพอร์โบลา (Hyperbola) คือเซตของจุดทั้งหมดในระนาบซึ่งผลต่างของระยะทางจากจุดใดๆไปยังจุด F1 และ F2 ที่ตรึงอยู่กับที่มีค่าคงตัว โดยค่าคงตัวน้อยกว่าระยะห่างระหว่างจุดคงที่ที่ตรึงอยู่กับที่ทั้งสอง จุด F1 และ F2 ดังกล่าวนี้เรียกว่า โฟกัส (Focus) ของไฮเพอร์โบลา	2
	รวม			21

1.3 ศึกษาเอกสาร ตำรา งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ทฤษฎี แนวคิด หลักการสำคัญในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยละเอียดทั้งทฤษฎี แนวคิด หลักการสำคัญในการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ผู้วิจัยได้สังเคราะห์กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ มี 5 ขั้นตอน ดังนี้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ใช้เวลาเรียน 12 ชั่วโมง มีรายละเอียด ดังนี้

กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน

1. ครูออกแบบแผนการสอน กำหนดวัตถุประสงค์การสอน การเลือกใช้สื่อการสอน กิจกรรมเสริมที่เหมาะสมกับวัยของนักเรียน กับห้องเรียน และบริบทของโรงเรียน

2. เตรียมวิดีโอการสอน ครูอาจบันทึกการสอนของตัวเอง หรือใช้บริการจากวิดีโอการสอนและสื่อต่างๆ ที่มีเนื้อหาของบทเรียนครบตามตัวชี้วัด

3. ครูสอนตั้งประเด็นที่จะให้นักเรียนศึกษาหรือประเด็นคำถามที่จะให้นักเรียนแลกเปลี่ยนเรียนรู้กัน

4. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาจากสื่อที่เตรียมไว้ และอธิบายว่าเนื้อหาในวิดีโอจะนำมาพูดคุยกันในห้องเรียน

5. ครูมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของนักเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้

1. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาจากสื่อ

2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาจากสื่อที่ครูมอบหมาย โดยการวาดภาพสื่อความหมายอย่างง่าย

3. นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของผู้เรียนโดยการวาด เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

4. นักเรียนเขียนประเด็นที่สนใจต้องการศึกษาเพิ่มเติมหรือข้อสงสัยที่ต้องการถามครูในเนื้อหาที่ศึกษา

กิจกรรมในชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม ถึงมโนทัศน์ที่ได้ศึกษามา โดยวาดภาพเพิ่มเติมจากประเด็นที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้

2. นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ โดยใช้การเล่าเรื่องจากภาพที่นักเรียนวาด

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา

1. ครูมอบหมายกิจกรรมให้นักเรียนได้ทำ โดยใช้ความรู้ทั้งหมดที่ได้เรียนจากสื่อและการแลกเปลี่ยนความรู้กันมาใช้ ซึ่งสามารถเป็นได้ทั้งกิจกรรมกลุ่มและกิจกรรมเดี่ยว

2. สุ่มนักเรียนออกมานำเสนอ โดยจะมีครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบว่าถูกต้องหรือผิดพลาดอย่างไร รวมถึงเสนอวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน

กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. นักเรียนสรุปสะท้อนมโนทัศน์จากกิจกรรมในชั้นเรียน

2. นักเรียนนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหา ดังนี้

2.1 ทำความเข้าใจโจทย์ โดยฝึกพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหาผ่านแบบฝึกหัด

2.2 วางแผนแก้ปัญหา โดยการนำโจทย์ที่ฝึกทำความเข้าใจ มาวางขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบที่โจทย์ต้องการ

2.3 ปฏิบัติตามแผน โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้เรียบเรียงไว้มาทดลองแก้ปัญหา

2.4 ตรวจสอบ โดยใช้การตรวจคำตอบของสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

1.4 สร้างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ระยะห่างจุดไปยังวงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พาราโบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 วงรี	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ไฮเพอร์โบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ไฮเพอร์โบลามุมฉาก	จำนวน 2 ชั่วโมง

1.5 นำกิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นแล้ว เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่บกพร่องและนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.6 กิจกรรมการเรียนรู้ และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ พร้อมแบบประเมินความเหมะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมขององค์ประกอบต่าง ๆ ตามแบบประเมินความเหมาะสม ซึ่งเป็นแบบมาตราส่วน ประมาณค่า (Rating Scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) โดยพิจารณาระดับความเหมาะสมในภาพรวมของผู้เชี่ยวชาญ วิเคราะห์ข้อมูลด้วยค่าเฉลี่ย (Mean) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน(Standard Deviation) ซึ่งเกณฑ์ขั้นต่ำในการพิจารณาว่า กิจกรรมการจัดการเรียนรู้ มีความเหมาะสมต้องมีค่าเฉลี่ย ตั้งแต่ 3.51 ขึ้นไป และหาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) ไม่เกิน 1.00

1.7 ปรับปรุงกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหา ในส่วนที่มีความบกพร่องตามคำแนะนำจากผู้เชี่ยวชาญเพื่อให้มีความเหมาะสม

1.8 นำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหา ที่ปรับปรุงแก้ไขแล้วไปหาประสิทธิภาพดังนี้

1.8.1 การประเมินแบบหนึ่งต่อหนึ่ง (1:1) ด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่างจำนวน 3 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีคุณลักษณะสูง จำนวน 1 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลางจำนวน 1 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่าปานกลางจำนวน 1 คน เพื่อหาข้อจำกัดและพัฒนาความเหมาะสมในด้านต่าง ๆ คือ ด้านเนื้อหา ด้านภาษา ด้านเวลาและด้านสื่อการสอนที่ใช้

1.8.2 การประเมินประสิทธิภาพแบบกลุ่มเล็ก (1:3) ด้วยนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง จำนวน 9 คน ได้แก่ นักเรียนที่มีคุณลักษณะ สูงจำนวน 3 คน นักเรียนที่มีคุณลักษณะปานกลาง จำนวน 3 คน และนักเรียนที่มีคุณลักษณะต่ำกว่า ปานกลางจำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์ 75/75 โดยนำกิจกรรมการเรียนรู้ไปทดลองใช้แล้วหาร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำกิจกรรมและแบบทดสอบท้ายหน่วยย่อย (E_1) กับร้อยละของคะแนนเฉลี่ยที่นักเรียนทำกิจกรรมและแบบทดสอบวัดในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (E_2) ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.9 นำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไปแก้ไขส่วนที่บกพร่องปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของผลการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์และจัดพิมพ์เป็นเอกสารฉบับที่สมบูรณ์

1.10 จัดทำแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ฉบับสมบูรณ์เพื่อนำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างต่อไป

2. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

2.1 ศึกษารูปแบบการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จากเอกสารและวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมินดังนี้

2.2.1 การประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่างๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ประกอบด้วย

การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกฝนการใช้ความรู้

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

2.2.2 การประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ประกอบด้วย

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. สาระการเรียนรู้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

2.3 ดำเนินการสร้างแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้ เป็นมาตรส่วนประเมินค่า (Rating scale) 5 ระดับ ตามวิธีของลิเคิร์ท (Likert) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ซึ่งกำหนดความหมายของความเหมาะสม ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

2.4 นำแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดกิจกรรม การเรียนรู้ที่สร้างเสร็จ เสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษาและความถูกต้องตามเนื้อหา แล้วนำมาปรับปรุงแก้ไขตามข้อเสนอแนะ

2.5 นำแบบประเมินที่สร้างเสร็จแล้วไปเสนออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความชัดเจนทางภาษา ความถูกต้องตามเนื้อหา แล้วปรับปรุงแก้ไข

2.6 นำแบบประเมินเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 ท่าน เพื่อตรวจสอบความเหมาะสมของข้อคำถามกับจุดประสงค์ของการประเมิน แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) และคุณภาพระดับความเหมาะสม

2.7 นำรายการที่ผ่านการพิจารณาจากผู้เชี่ยวชาญแล้ว มาจัดพิมพ์และนำไปใช้เก็บข้อมูล

3. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

3.1 ศึกษาเอกสาร ตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและแบบประเมินความ เหมาะสมแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่มีผู้ศึกษาค้นคว้าได้กำหนดจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ไว้ก่อนแล้วมาเป็นแนวทางในการสร้างแบบประเมินคุณภาพ

3.2 กำหนดจุดประสงค์ในการประเมิน

3.3 กำหนดกรอบเนื้อหาและหัวข้อที่ต้องการประเมินดังนี้

1. มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด
2. สาระสำคัญ
3. สาระการเรียนรู้
4. จุดประสงค์การเรียนรู้
5. กระบวนการจัดการเรียนรู้
6. สื่อ/แหล่งเรียนรู้
7. การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

3.4 สร้างแบบประเมินมาตรส่วนประเมินค่า (Rating scale) และปลายเปิดในส่วนท้ายของแบบประเมิน เพื่อสอบถามความคิดเห็นและข้อเสนอแนะต่าง ๆ โดยกำหนดค่า คะแนนเป็น 5 ระดับ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 103) ดังนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมในระดับน้อยที่สุด

3.5 นำแบบประเมินความเหมาะสมเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน เพื่อพิจารณาความตรงเชิงเนื้อหา (IOC) (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 123) โดยใช้เกณฑ์การประเมินดังนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับประเด็นการประเมิน

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่ารายการประเมินสอดคล้องกับประเด็นการประเมิน

-1 หมายถึง แน่ใจว่ารายการประเมินไม่สอดคล้องกับประเด็นการประเมิน

ใช้เกณฑ์การตัดสินความสอดคล้องคือ ค่า IOC ไม่ต่ำกว่า 0.50

3.6 ปรับปรุงแก้ไขแบบประเมินความเหมาะสมในองค์ประกอบต่าง ๆ ของกิจกรรมการเรียนรู้และแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญเพื่อนำไปใช้ในการวิจัย ต่อไป

การเก็บรวมรวมข้อมูล

1. การประเมินความเหมาะสมของจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีขั้นตอนการดำเนินการ ดังนี้

1.1 ติดต่อผู้เชี่ยวชาญเพื่อประเมินความเหมาะสมของจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.2 ทำหนังสือจากบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อขอความอนุเคราะห์จากผู้เชี่ยวชาญในการประเมินความเหมาะสมของจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1.3 ส่งหนังสือขอความอนุเคราะห์พร้อมกับนำกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ให้กับผู้เชี่ยวชาญ

1.4 รับกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ และแบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คืนมาจากผู้เชี่ยวชาญและปรับปรุงตามข้อเสนอแนะ

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ดำเนินการดังนี้

2.1 ติดต่อประสานงานกับทางบัณฑิตวิทยาลัยเพื่อออกหนังสือขอความร่วมมือในการทดลองใช้เครื่องมือวิจัย ถึงผู้อำนวยการโรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม เพื่อขอความอนุเคราะห์ในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลการวิจัย

2.2 ดำเนินการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ จำนวน 3 คน เพื่อประเมินความเหมาะสมของกิจกรรม ภาษา เนื้อหา สื่อ และอุปกรณ์ที่ใช้โดยการทำใบงานระหว่างเรียน

2.3 ดำเนินการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ จำนวน 9 คน

2.4 ทำการทดสอบหลังเรียนด้วยแบบทดสอบวัดทักษะด้านการแก้ปัญหา นำผลคะแนนของนักเรียนทุกคนที่ได้จากการทดสอบหลังเรียนมาคำนวณค่าเฉลี่ยร้อยละ (E_2)

2.5 นำคำแนะนำที่ได้มาทำการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อหาค่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

การวิเคราะห์ข้อมูล

ในการวิเคราะห์ข้อมูลของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยได้ดำเนินการดังนี้

1. การประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยใช้ค่าเฉลี่ย $(\bar{x})$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) โดยหาค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานในแต่ละด้านแล้วแปลผลค่าเป็นระดับความเหมาะสมโดยใช้เกณฑ์ของ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545 หน้า 105-106) ดังนี้

ค่าเฉลี่ย 4.51 - 5.00 หมายถึง กิจกรรม/แผนประกอบการใช้กิจกรรมมีความเหมาะสมมากที่สุด

ค่าเฉลี่ย 3.51 - 4.50 หมายถึง กิจกรรม/แผนประกอบการใช้กิจกรรมมีความเหมาะสมมาก

ค่าเฉลี่ย 2.51 - 3.50 หมายถึง กิจกรรม/แผนประกอบการใช้กิจกรรมมีความ เหมาะสม

ปานกลาง

ค่าเฉลี่ย 1.51 - 2.50 หมายถึง กิจกรรม/แผนประกอบการใช้กิจกรรมมีความ เหมาะสมน้อย

ค่าเฉลี่ย 1.00 - 1.50 หมายถึง กิจกรรม/แผนประกอบการใช้กิจกรรมมีความ เหมาะสมน้อยที่สุด

2. การหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์จากค่าเฉลี่ยของคะแนนที่ได้จากการทำใบงานระหว่างเรียนโดยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (E_1) และค่าเฉลี่ยของร้อยละของคะแนนที่ได้จากการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ (E_2)

ขั้นตอนที่ 2 การทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

ตารางที่ 10 แบบแผนการวิจัย One-Group Pretest – Posttest Design

ทดสอบก่อนเรียน	กลุ่มทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
T_1	X	T_2

สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบแผนการวิจัย

X หมายถึง การสอนโดยใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

T_1 หมายถึง การวัดความสามารถในแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

T_2 หมายถึง การวัดความสามารถในแก้ปัญหาคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยแบบวัดความสามารถในแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

แหล่งข้อมูล

1. ประชากร ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 210 คน

2. กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก สังกัดกระทรวงอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม จำนวน 1 ห้องเรียน จำนวน 30 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มอย่างง่าย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ เครื่องมือที่ใช้ในการทดลองและเครื่องมือที่ใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังรายละเอียดต่อไปนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ใช้เวลา 12 ชั่วโมง ประกอบด้วย 6 แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ คือ

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 วงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 ระยะห่างจุดไปยังวงกลม	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 พาราโบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 วงรี	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 ไฮเพอร์โบลา	จำนวน 2 ชั่วโมง
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 ไฮเพอร์โบลามุมฉาก	จำนวน 2 ชั่วโมง

2. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหา

3. แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

การสร้างและตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือ

1. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์ ผู้วิจัยได้ดาเนินการสร้างและหาคุณภาพของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

1.1. ศึกษาเอกสารตำราเกี่ยวกับวิธีสร้างข้อสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบปรนัย

1.2. ศึกษานิยามศัพท์เฉพาะของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดโครงสร้าง สัดส่วน ความสำคัญ และจำนวนข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบของมโนทัศน์

1.3. ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดรายวิชาคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (ฉบับปรับปรุง

พ.ศ. 2560) และนำมาตรฐานการเรียน และตัวชี้วัด มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดทำโครงสร้าง แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1.4. ออกแบบและกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้ครอบคลุมองค์ประกอบที่วัด คือ ชื่อมโนทัศน์ ลักษณะของมโนทัศน์ และคุณค่าของลักษณะ

1.5. สร้างแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมองค์ประกอบที่จะวัด โดยใช้แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่ประกอบด้วยข้อความที่มีลักษณะที่เป็นมโนทัศน์ที่เป็นข้อสอบปรนัย จำนวน 15 ข้อ ซึ่งสอดคล้องกับเนื้อหาและจุดประสงค์การเรียนรู้ ดังนี้

ตารางที่ 11 ตารางวิเคราะห์แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวยสำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

เรื่อง	มโนทัศน์	จำนวนข้อสอบ	
		ทั้งหมด	ใช้จริง
วงกลม	สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x,y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ	6	3
ระยะห่างจุดไปยังวงกลม	สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x,y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ	4	2
พาราโบลา	เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (Focus : F) เรียกเส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (Directrix : เส้นบังคับ)	6	3
วงรี	“เซตของคู่อันดับที่ ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียก จุดคงที่สองจุดนั้นว่า จุดโฟกัส นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอกพอดี	5	2

ไฮเพอร์โบลามุมฉาก	กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน		
	รวม	30	15

1.6. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

1.7. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่แก้ไขปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญที่มีคุณสมบัติตามที่ระบุไว้ ตรวจสอบความ ตรงด้านเนื้อหา โดยตรวจสอบคำถามในแต่ละข้อว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยเมื่อน้าค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้รับจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC (IOC ≥ 0.50) และนำคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงข้อคำถามแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ เพื่อน่าไปหาคุณภาพต่อไป

1.8. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่ปรับปรุงแก้ไข ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 คือ โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน ซึ่งผ่านการเรียนในเนื้อหา เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย มาแล้ว

1.9. นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มาตรวจให้คะแนน และวิเคราะห์หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณหาค่าความยากง่าย ซึ่งผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบโดยกำหนดเกณฑ์การคัดเลือกข้อสอบ คือ ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป

1.10. จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการหาค่า คัดเลือก แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 30 คน เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเชื่อถือได้ ซึ่งพบว่าแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.91 และนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์ เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บ รวบรวมข้อมูลต่อไป

2. แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้ดำเนินการสร้างและหาคุณภาพของ แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ โดยมีขั้นตอน ดังนี้

2.1 ศึกษาเอกสารตำราเกี่ยวกับวิธีสร้างข้อสอบแบบอัตนัย

2.2 ศึกษานิยามศัพท์เฉพาะของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อกำหนดโครงสร้าง สัดส่วน ความสำคัญ และจำนวนข้อสอบในแต่ละองค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.3 ศึกษาสาระการเรียนรู้ มาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัดรายวิชาคณิตศาสตร์ ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และนำมาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด มากำหนดเป็นจุดประสงค์การเรียนรู้ จัดทำโครงสร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

2.4 ออกแบบและกำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมองค์ประกอบที่วัด คือ ตั้งประเด็นคำถาม กำหนดจุดมุ่งหมาย กำหนดสมมติฐาน ตรวจสอบหลักฐาน การแก้ปัญหาจัดลำดับการคิด การประเมินผล ข้อสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ดังตาราง

ตารางที่ 12 กำหนดโครงสร้างของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ที่	เรื่อง	องค์ประกอบของความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์	จำนวนข้อคำถาม	จำนวนที่ต้องการ
1	วงกลม	1. ทำความเข้าใจปัญหา 2. วางแผนแก้ปัญหา 3. ดำเนินการแก้ปัญหาตามแผน 4. ตรวจสอบผล	2	1
2	ระยะห่างจุดไปยังวงกลม			
3	พาราโบลา		2	1
4	วงรี		2	1
5	ไฮเพอร์โบลา		2	1
6	ไฮเพอร์โบลามุมฉาก			

2.5 สร้างแบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ให้ครอบคลุมองค์ประกอบที่จะวัด โดยใช้แบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ประกอบด้วยข้อความที่มีลักษณะที่เป็นการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ ในเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย จำนวน 8 ข้อ

2.6 นำแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่สร้างไปเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษาเพื่อขอคำแนะนำในส่วนที่ยังบกพร่องแล้วนำมาปรับปรุงแก้ไข

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่แก้ไขปรับปรุงเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญ จำนวน 3 คน ตรวจสอบความตรงด้านเนื้อหา (Content validity) โดยตรวจสอบคำถามในแต่ละข้อว่าสามารถวัดได้ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้หรือไม่ โดยเมื่อนำค่าดัชนีความสอดคล้องที่ได้รับจากการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญมาคำนวณหาค่า IOC (IOC $\geq$ 0.50) พบว่า แบบทดสอบมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ 1.00 และนำคำแนะนำที่ได้จากผู้เชี่ยวชาญไปปรับปรุงข้อคำถามแล้วจัดพิมพ์เป็นแบบทดสอบ จำนวน 8 ข้อ เพื่อนำไปหาคุณภาพต่อไป

2.8 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ปรับปรุงแก้ไข จำนวน 15 ข้อ ไปทดลองใช้กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 9 คน ซึ่งผ่านการเรียนในเนื้อหาเรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย มาแล้ว

2.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ มาตรวจให้คะแนนและวิเคราะห์ หาคุณภาพของแบบทดสอบ โดยนำแบบทดสอบวัดการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มาคำนวณหาค่าความยากง่าย ซึ่งได้ค่าความยากง่ายระหว่าง 0.39 - 0.58 โดยผู้วิจัยได้เลือกข้อสอบโดยกำหนดเกณฑ์ การคัดเลือกข้อสอบ คือค่าความยากง่ายระหว่าง 0.20 - 1.00 ได้ข้อสอบที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ จำนวน 8 ข้อ

2.10 จัดพิมพ์ข้อสอบที่ผ่านการคัดเลือกจำนวน จำนวน 4 ข้อ แล้วนำไปทดสอบกับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร จังหวัดพิษณุโลก จำนวน 30 คน เพื่อนำมาหาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบโดยใช้วิธีของโลเวท (Lovett) โดยมีเกณฑ์ค่าความเชื่อมั่นตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป จึงจะถือว่าแบบทดสอบนั้นมีผลการวัดที่มีความคงที่แน่นอนเชื่อถือได้ ซึ่งพบว่าแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.95 และนำแบบทดสอบที่ผ่านการตรวจสอบคุณภาพแล้วไปจัดพิมพ์เพื่อใช้เป็นเครื่องมือเก็บรวบรวมข้อมูลต่อไป

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิเคราะห์ข้อมูลในขั้นตอนการทดลองการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้วิเคราะห์ดังนี้

1. เปรียบเทียบความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 การทดลองโดย ใช้ T-test แบบ Dependent

2. ศึกษาความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ของนักเรียนก่อนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยใช้ค่าเฉลี่ยและร้อยละ

สถิติที่ใช้ในการวิจัย

1. ค่าเฉลี่ย (Arithmetic Mean) (ปกรณ์ ประจัญบาน, 2552, หน้า 214) ดังนี้

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

เมื่อ $\bar{x}$ แทน ค่าเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนน

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2. ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (ปกรณ์ ประจัญบาน, 2552, หน้า 214) ดังนี้

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

เมื่อ $S.D.$ แทน ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum X^2$ แทน ผลรวมของคะแนนยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน กำลังสองของคะแนนรวม

N แทน จำนวนข้อมูลทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ ตามเกณฑ์ 75/75 คำนวณได้ จากสูตร E_1/E_2 (ชัยยงค์ พรหมวงศ์, 2537, หน้า 136)

$$E_1 = \frac{\frac{\sum X}{N}100}{A} \text{ และ } E_2 = \frac{\frac{\sum Y}{N}100}{B}$$

เมื่อ E_1 แทน ประสิทธิภาพของกระบวนการที่จัดไว้ในกิจกรรม

E_2 แทน ประสิทธิภาพของผลลัพธ์ในการเปลี่ยนพฤติกรรมของผู้เรียน

$\sum X$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมแบบทดสอบย่อยหรือประกอบกิจกรรม

การเรียนระหว่างเรียน

$\sum Y$ แทน ผลรวมของคะแนนรวมของผู้เรียนที่ได้จากแบบทดสอบหลังเรียน

A แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบย่อยทั้งหมดในชุดฝึก

B แทน คะแนนเต็มของแบบทดสอบหลังเรียน

N แทน จำนวนนักเรียนทั้งหมด

4. สูตรค่าดัชนีความสอดคล้อง (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป, หน้า 181)

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

เมื่อ IOC แทน ดัชนีความเหมาะสมสอดคล้อง

R แทน คะแนนของผู้เชี่ยวชาญ

$\sum R$ แทน ผลรวมคะแนนของผู้เชี่ยวชาญแต่ละคน

N แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

5. สูตรการหาค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบด้วยวิธีของ Brennan มีสูตร ดังนี้ (เทียมจันทร์ พานิชย์ผลินไชย, ม.ป.ป, หน้า 181)

$$B = \frac{U}{n_1} - \frac{L}{n_2}$$

เมื่อ B แทน ค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบรายข้อ

U แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบผ่านเกณฑ์

L แทน จำนวนผู้ตอบข้อนั้นถูกของกลุ่มที่สอบไม่ผ่านเกณฑ์

n_1 แทน จำนวนนักเรียนหรือสอบผ่านเกณฑ์

n_2 แทน จำนวนนักเรียนหรือสอบไม่ผ่านเกณฑ์

6. สูตรการหาค่าความเที่ยง ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยวิธีของครอนบาค (เกษม สาหร่ายทิพย์, 2543 หน้า 186-187)

$$\propto = \frac{k}{k-1}[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2}]$$

เมื่อ $\propto$ แทน ค่าความเที่ยงของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนในแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของคะแนนข้อสอบรายข้อ

S_t^2 แทน เป็นความแปรปรวนของคะแนนรวมของแบบทดสอบ

7. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน t-test แบบ Dependent (ล้วน สายยศ และอังคณา สายยศ, 2538, หน้า 104)

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

เมื่อ t แทน เปรียบเทียบกับค่าวิกฤติ เพื่อทราบค่าความมีนัยสำคัญทางสถิติ

D แทน ค่าผลต่างระหว่างคู่คะแนน

N แทน จำนวนกลุ่มตัวอย่างหรือจำนวนคู่คะแนน

$(\sum D)^2$ แทน ผลรวมของ D ยกกำลังสอง

$\sum D^2$ แทน ผลรวมของกำลังสองของ D

บทที่ 4

ผลการวิจัย

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอนำเสนอผลการวิจัยดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการสร้างและหาประสิทธิภาพกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75

1. ผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วยขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนเตรียมอุปกรณ์การเรียนให้พร้อมสำหรับการเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้

1. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาจากสื่อ
2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาจากสื่อที่ครูมอบหมาย โดยการวาดภาพสื่อความหมายอย่างง่าย
3. นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของผู้เรียน โดยการวาด เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียน
4. นักเรียนเขียนประเด็นที่สนใจจะศึกษาเพิ่มเติมหรือข้อสงสัยที่ต้องการถามครูในเรื่องที่ศึกษา

กิจกรรม **กิจกรรมในชั้นเรียน**	**ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3** สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1. นักเรียนร่วมกันสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม ถึงมโนทัศน์ที่ได้ศึกษามา โดยวาดภาพเพิ่มเติมจากประเด็นที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้ 2. นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ โดยใช้การเล่าเรื่องจากภาพที่นักเรียนวาด **ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4** ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ คือ นักเรียนออกมานำเสนอ โดยจะมีครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบว่าถูกต้องหรือผิดพลาดอย่างไร รวมถึงเสนอวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน
กิจกรรม **กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน**	**ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5** นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ โดยมีกิจกรรมการเรียนรู้ ดังนี้ 1. นักเรียนสรุปสะท้อนมโนทัศน์จากกิจกรรมในชั้นเรียน 2. นักเรียนนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหา ดังนี้ - ทำความเข้าใจโจทย์ โดยฝึกพิจารณาสิ่งที่โจทย์กำหนดและสิ่งที่โจทย์ต้องการหา ผ่านแบบฝึกหัด - วางแผนแก้ปัญหา โดยการนำโจทย์ที่ฝึกทำความเข้าใจ มาวางขั้นตอนในการแก้ปัญหาเพื่อนำไปสู่คำตอบที่โจทย์ต้องการ - ปฏิบัติตามแผน โดยนำขั้นตอนการแก้ปัญหาที่ได้เรียบเรียงไว้มาทดลองแก้ปัญหา - ตรวจสอบ โดยใช้การตรวจคำตอบของสิ่งที่โจทย์ต้องการหา

ตารางที่ 13 ระดับความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน			
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	3.33	1.15	ปานกลาง
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	3.33	1.15	ปานกลาง
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	3.33	1.15	ปานกลาง
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	3.33	1.15	ปานกลาง
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	3.33	1.15	ปานกลาง
เฉลี่ย	**3.33**	**1.15**	**ปานกลาง**
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4.00	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4.00	0.00	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	**4.00**	**0.00**	**มาก**
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ			
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4.00	0.00	มาก
2. สอดคล้องกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ	4.00	0.00	มาก
3. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4.00	0.00	มาก
4. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
5. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก

รายการประเมิน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
6. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	**4.00**	**0.00**	**มาก**
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา			
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4.00	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4.33	0.58	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	**4.07**	**0.10**	**มาก**
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์			
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4.00	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4.00	0.00	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	**4.00**	**0.00**	**มาก**
เฉลี่ยรวม	**3.88**	**0.24**	**มาก**

จากตารางที่ 13 พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 3.88 , S.D. = 0.24) เมื่อพิจารณาแต่ละขั้นตอน พบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอนเตรียมสื่อ และมอบหมายงาน มีความเหมาะสมปานกลาง ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อและบันทึกผลการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ มีความเหมาะสมมาก ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา มีความ

เหมาะสมมาก ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีความเหมาะสมมาก โดยขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

1. ผลการตรวจสอบความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 14 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{x}$	*S.D.*	**ระดับความเหมาะสม**
สาระสำคัญ			
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4.00	0.00	มาก
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะความคิดรวบยอดหรือแก่นความรู้สำคัญ	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.00	0.00	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	4.33	0.58	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4.33	0.58	มาก
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4.33	0.58	มาก
เฉลี่ย	4.33	0.58	มาก
สาระการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4.00	0.00	มาก
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของการขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ	4.00	0.00	มาก
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.00	0.00	มาก

ตารางที่ 15 ระดับความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยผู้เชี่ยวชาญ 3 คน

รายการประเมิน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	$\bar{x}$	*S.D.*	ระดับความเหมาะสม
กิจกรรมการเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4.00	0.00	มาก
3. มีความน่าสนใจ	4.00	0.00	มาก
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง	4.00	0.00	มาก
5. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
6. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.00	0.00	มาก
สื่อ			
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
2. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
3. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.00	0.00	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้			
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4.00	0.00	มาก
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ย	4.00	0.00	มาก
เฉลี่ยรวม	4.05	0.09	มาก

จากตาราง 14 พบว่าผู้เชี่ยวชาญได้ประเมินแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{x}$ = 4.05, S.D. = 0.09) เมื่อพิจารณาแต่ละด้าน พบว่า ด้านสาระสำคัญ มีความเหมาะสมมาก ด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ด้านสาระการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ด้านกิจกรรมการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก ด้านสื่อ มีความเหมาะสมมาก ด้านการวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีความเหมาะสมมาก โดยด้านจุดประสงค์การเรียนรู้ มีความเหมาะสมน้อยที่สุด และพบข้อเสนอแนะจากการหาความเหมาะสมของผู้เชี่ยวชาญสามารถสรุปความสำคัญได้ดังนี้

การจัดกิจกรรมในแผนการเรียนรู้บางกิจกรรมควรชี้ให้เห็นถึงการใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพให้มากขึ้น เช่น กิจกรรมในชั้นเรียน ขั้นตอนที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ ควรให้ผู้เรียนมีการจดบันทึกโยวาดภาพตามความเข้าใจของผู้เรียนเอง

4. ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 16 ความเหมาะสมด้านเนื้อหา ด้านภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 3 คน

ด้าน	ผลการหาประสิทธิภาพ	การปรับปรุงแก้ไข
เนื้อหา	เนื้อหาความเหมาะสมตามผลการเรียนรู้	-
ภาษา	นักเรียนมีปัญหาในการเข้าใจเกี่ยวกับศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์	ครูอธิบายความหมายของศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์เพื่อให้นักเรียนความหมายได้ง่ายขึ้น
เวลา	นักเรียนสามารถทำกิจกรรมได้แล้วเสร็จตามเวลาที่กำหนด	-

จากตาราง 14 พบว่าการตรวจความเหมาะสมทางด้านเนื้อหา ด้านภาษาและเวลาในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ได้ทำการปรับปรุงทางด้านภาษาในการอธิบายศัพท์และสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อให้นักเรียนความหมายได้ง่ายขึ้น

ตารางที่ 17 ผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ตามเกณฑ์ 75/75 กับนักเรียน 9 คน

รายการประเมิน	**ร้อยละขอคะแนนเฉลี่ยในการทำกิจกรรม (E_1)**						**ร้อยละขอคะแนนเฉลี่ยในการทำกิจกรรม (E_2) (31 คะแนน)**
	ครั้งที่ 1 (20 คะแนน)	**ครั้งที่ 2 (20 คะแนน)**	**ครั้งที่ 3 (20 คะแนน)**	**ครั้งที่ 4 (20 คะแนน)**	**ครั้งที่ 5 (20 คะแนน)**	**ครั้งที่ 6 (20 คะแนน)**	
คะแนนรวม	164	148	140	132	120	108	210
เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์และภาคตัดกรวย	91.11	82.22	77.78	73.33	66.67	60.00	75.27
E_1 / E_2 = 75.19/75.27							

จากตาราง 15 พบว่าประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพของกระบวนการ (E_1) เท่ากับ 75.19 และประสิทธิภาพผลลัพธ์ (E_2) เท่ากับ 75.27 แสดงว่ากิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีประสิทธิภาพ 75.19/75.27 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

ตอนที่ 2 ผลการทดลองใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1. ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\bar{X}$	*S.D.*	*t*	*Sig.*
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	15	9.90	3.22	7.22*	0.000
หลังการจัดการเรียนรู้	30	15	11.73	2.41		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 16 พบว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\bar{X}$ = 11.73, *S.D.* = 2.41) สูงกว่าก่อนเรียน ($\bar{X}$ = 9.90, *S.D.* = 3.22) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (t=7.22, *Sig.* = 0.00)

2. ผลการเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนกับหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ตารางที่ 19 ผลการเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน

การทดสอบ	จำนวน (คน)	คะแนนเต็ม	$\overline{x}$	*S.D.*	*t*	*Sig.*
ก่อนการจัดการเรียนรู้	30	16	7.53	3.49	15.98*	0.000
หลังการจัดการเรียนรู้	30	16	11.10	2.84		

*มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากตาราง 17 พบว่าการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 กับนักเรียน 30 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยหลังเรียน ($\overline{x}$ = 11.10, *S.D.* = 2.84) สูงกว่าก่อนเรียน ($\overline{x}$ = 7.53, *S.D.* = 3.49) อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 (*t*=15.98, *Sig.* = 0.00)

บทที่ 5

บทสรุป

การวิจัยเรื่อง การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยขอสรุปการวิจัย อภิปรายผลและข้อเสนอแนะ ดังนี้

สรุปผลการวิจัย

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ประกอบไปด้วยแผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 6 แผน ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 2 เรื่องระยะห่างจุดไปยังวงกลม แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 เรื่อง พาราโบลา แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 4 เรื่องวงรี แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 5 เรื่องไฮเพอร์โบลา และแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 6 เรื่องไฮเพอร์โบลามุมฉาก และมีผลการสร้างกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยที่ศึกษาข้อมูลเกี่ยวที่เกี่ยวข้องและสร้างขั้นตอนการจัดกิจกรรม ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ออกมาทั้งหมด 5 ขั้นตอนประกอบไปด้วย ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งผลการตรวจสอบความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยภาพรวมพบว่ามีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 3.88, *S.D.* = 0.24) ยกเว้นขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง และมีความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยภาพรวมมีความเหมาะสมอยู่ในระดับมาก ($\bar{X}$ = 4.05, *S.D.* = 0.09) และมีผลการหาประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านการเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เท่ากับ 75.19/75.56 และประสิทธิภาพของกิจกรรมการเรียนรู้ในด้านการ

เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เท่ากับ 75.19/76.11 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75

2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

3. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 สูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการศึกษาผลการพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผู้วิจัยได้นำประเด็นที่ค้นพบมาอภิปรายผล ตามจุดมุ่งหมายของการศึกษาดังนี้

1. กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ มีคุณภาพของกิจกรรมอยู่ในระดับมากและมีประสิทธิภาพเป็นไปตามเกณฑ์ 75/75 เนื่องจากผู้วิจัยได้ทำการออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้อย่างเป็นระบบ โดยการศึกษาและวิเคราะห์แนวคิดกิจกรรมการเรียนรู้ วิเคราะห์แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน วิเคราะห์กลวิธีการคิดเป็นภาพ วิเคราะห์แนวทางการพัฒนามโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ รวมถึงมีการวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้ ซึ่งผู้วิจัยได้ออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพไว้ 5 ขั้นตอนโดยมีการแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน ในส่วนนี้ผู้วิจัยแบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน คือการที่ครูจะต้องออกแบบแผนการสอนให้ตรงตามวัตถุประสงค์การเรียนรู้ เลือกใช้สื่อการสอนที่เหมาะสมกับการเรียนรู้ในเนื้อหาที่ต้องการให้นักเรียนศึกษาและเหมาะสมกับนักเรียน รวมทั้งการกำหนดชิ้นงานหรือมอบหมายงานให้นักเรียนได้มีการจดบันทึกเพื่อสะท้อนความรู้ความเข้าใจของนักเรียนที่ได้เรียนรู้จาดกิจกรรม ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ คือขั้นตอนที่นักเรียนจะได้เรียนรู้จากสื่อต่างๆ ที่ครูกำหนดให้แล้วนำมาบันทึกความเข้าใจผ่านภาพ ซึ่งการบันทึกอาจทำได้โดยการทำแผนผังความคิด

การวาดภาพ และการเขียนสัญลักษณ์แทนการใช้ตัวหนังสือในปริมาณมากๆ ได้ ส่วนที่ 2 กิจกรรมในชั้นเรียน แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนคือ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ คือการที่นักเรียน เพื่อนร่วมชั้นเรียน และครูมีปฏิสัมพันธ์ร่วมกันโดยการเล่าเรื่องผ่านภาพที่จดบันทึกและมีการแนะนำ การแลกเปลี่ยนเรียนรู้ถึงแนวทางหรือมโนทัศน์อื่นๆ นอกเหนือจากที่นักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และยังเป็นการเปิดโอกาสให้นักเรียนมีการซักถามข้อสงสัยหรือปัญหาที่เกิดจากการเรียนรู้เพื่อให้เกิดความชัดเจนมากยิ่งขึ้น และเมื่อนักเรียนมีความเข้าใจอย่างถ่องแท้นักเรียนจะสามารถนำความรู้ไปใช้ในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ต่อๆ ไปได้ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกกระบวนการแก้ปัญหา คือการที่นักเรียนได้ฝึกทำกิจกรรมต่างๆ โดยนำความรู้ความเข้าใจที่เกิดจากการที่ได้เรียนรู้ในขั้นตอนที่ 2 และ 3 มาฝึกแก้ปัญหา รวมทั้งมีการแลกเปลี่ยนเรียนรู้จากกระบวนการหรือขั้นตอนแก้ปัญหาของเพื่อนร่วมชั้นเรียนที่อาจนำไปสู่คำตอบเดียวกันกับกระบวนการหาคำตอบของนักเรียนเอง และส่วนที่ 3 คือ กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน ได้แก่ ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ คือขั้นตอนที่นักเรียนจะสรุปมโนทัศน์จากขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 – 4 ซึ่งอาจมีมโนทัศน์ที่นักเรียนพบเพิ่มเติมจากการฝึกกระบวนการแก้ปัญหา และยังเป็นขั้นตอนที่นักเรียนได้นำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาอื่นๆ นอกเหนือจากโจทย์คณิตศาสตร์ในชั้นเรียนได้อีกด้วย จากนั้นผู้วิจัยได้นำกิจกรรมการเรียนรู้ไปประเมินคุณภาพและหาประสิทธิภาพจนได้ ประสิทธิภาพตามเกณฑ์ 75/75 ซึ่งการประเมินคุณภาพความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ โดยรวมอยู่ในระดับมาก เว้นแต่มีเพียงขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 มีความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลาง ซึ่งอาจเกิดจากสื่อการสอนและการมอบหมายงานที่ไม่ชัดเจนมากพอ ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในสื่อสารและการเรียนรู้ได้ง่าย ดังนั้นขั้นตอนการเตรียมการสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงานจึงเป็นสิ่งที่สำคัญอีกอย่างหนึ่งที่ครูควรที่จะเตรียมความพร้อม ควรเตรียมสื่อที่หลากหลาย เนื้อหามีความชัดเจนครบถ้วนตามตัวชี้วัดการเรียนรู้ และมีการมอบหมายงานที่ชัดเจน ไม่ซับซ้อน ตรงตามมโนทัศน์ที่ต้องการให้นักเรียนได้เรียนรู้ เพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการเรียนรู้ที่ตรงตามจุดประสงค์ของกิจกรรมการเรียนรู้ ทั้งนี้กระบวนการเรียนรู้ที่เป็นไปตามขั้นตอนการเรียนรู้อื่นๆ ก็มีความสำคัญมิแพ้กัน นั่นคือขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 และ 3 ในทั้ง 2 ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ช่วยส่งเสริมมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด วิเคราะห์ สร้างมโนทัศน์จากสิ่งที่ได้เรียนรู้ ทั้งจากสื่อต่างๆ และจากเพื่อนร่วมชั้นเรียน ซึ่งจะส่งผลต่อขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ในขั้นตอนที่ 4 และ 5 ที่มีการส่งเสริมความสามารถการแก้ปัญหาตามกระบวนการแก้ปัญหาอีกด้วย

2. การเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 พบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมี

นัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย และมีการทดสอบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนมีคะแนนเฉลี่ย 11.73 คะแนน เมื่อเปรียบเทียบกับมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนด้วยกิจกรรมการเรียนรู้ มีคะแนนเฉลี่ยร้อยละ 9.90 คะแนน พบว่ามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ .05 โดยผลการวิจัยดังกล่าวเป็นผลมาจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้าน คือ การที่นักเรียนค้นคว้าสาระความรู้จากแหล่งความรู้ อาทิ เอกสารประกอบการสอน สื่อออนไลน์ที่ครูจัดเตรียมไว้ นำไปศึกษาหรืออ่านเองที่บ้าน แล้วบันทึกหรือจดประเด็นสำคัญ ตั้งคำถาม เพื่อนำมาเสนอหรือแลกเปลี่ยนเรียนรู้กันในชั้นเรียน การใช้เวลาส่วนใหญ่ในชั้นเรียนครูจึงเป็นผู้กระตุ้นหรือผู้ชี้แนะ สร้างบรรยากาศให้นักเรียนพูดเสนอมโนทัศน์ที่ได้ ตั้งคำถามประเด็นที่สงสัย ฟังคำตอบจากเพื่อนและการสรุปมโนทัศน์ร่วมกัน ประกอบกับกลวิธีการคิดเป็นภาพที่มีขั้นตอนให้นักเรียนได้ฝึกเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยการสื่อสารมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้จากสื่อที่ครูมอบหมายออกมาโดยวิธีการของการคิดเป็นภาพ ไม่ว่าจะเป็นการเขียนสัญลักษณ์ การเขียนแผนภาพ การทำแผนผังความคิด ตารางเปรียบเทียบหรือการเขียนภาพแบบเล่าเรื่อง เป็นต้น ซึ่งกระบวนการเรียนรู้ในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ จะเป็นขั้นตอนที่ช่วยให้นักเรียนฝึกคิด วิเคราะห์ ทำความเข้าใจกับเนื้อหาที่เรียนด้วยตนเองและมีการบันทึกผลจากการเรียนรู้โดยการใช้ภาพ ซึ่งครูมิได้กำหนดรูปแบบของการวาดภาพ นักเรียนจึงสามารถจดบันทึกเป็นภาพตามความเข้าใจของนักเรียนได้เลย เมื่อนักเรียนได้เรียนรู้และบันทึกผลในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 แล้วจะพบว่านักเรียนมีการสื่อสารมโนทัศน์ผ่านการบันทึกผลเป็นภาพที่หลากหลายรูปแบบ และมีนักเรียนบางส่วนที่มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเรื่องที่ศึกษายังไม่ครบถ้วนสมบูรณ์ ซึ่งอาจเกิดจากขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อและมอบหมายงาน คือการที่ครูอาจเตรียมสื่อที่มีแสดงถึงมโนทัศน์ไม่เพียงพอ สื่อการสอนยังไม่หลายหลายมาก หรือมอบหมายงานไม่ชัดเจนพอ จึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนทั้งทางด้านการเรียนรู้มโนทัศน์และการจดบันทึกได้ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องนำมโนทัศน์ที่นักเรียนบันทึกได้มาสรุปมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร่วมกับครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนอีกครั้ง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องและตรงกันในขั้นตอนที่ 3 คือสรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ ซึ่งในขั้นตอนนี้นักเรียนจะช่วยกันสรุปความรู้ความเข้าใจให้ตรงกันผ่านการเล่าเรื่องจากภาพที่นักเรียนได้บันทึกไว้ในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 โดยจะมีครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนคอยเสนอแนวทางอื่นๆ ที่นักเรียนได้จดบันทึกมา และให้คำแนะนำตลอดจนกระทั่งนักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้อย่างถูกต้อง และนอกจากนี้ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนยังมีหน้าที่ร่วมกันตอบคำถามที่นักเรียนเกิดข้อสงสัยจากกิจกรรมการเรียนรู้ในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 และการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพนี้ยังเป็นการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการคิด วิเคราะห์อยู่ตลอดเวลา โดยเฉพาะในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 นักเรียนจะต้องรับฟังมโนทัศน์ของเพื่อนร่วมชั้น

เรียนแล้วคิดตามภาพของเพื่อนร่วมชั้นเรียน รวมถึงคิดหาวิธีการหรือมโนทัศน์อื่นๆนอกเหนือจากที่เพื่อนร่วมชั้นเรียนได้พูดถึงในภาพนั้นๆ และเป็นการทำให้นักเรียนเข้าใจในมโนทัศน์ได้ตรงกันจากภาพเดียวกัน ซึ่งสอดคล้องกับหลักการของศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์ (2560) ที่กล่าวว่า ถ้าคนเราใช้สมองซีกเดียวในการทำงานก็จะเห็นแต่ตัวอักษรยาวๆ เห็นแต่รายละเอียดแต่ไม่เห็นภาพรวม แต่ถ้าวาดภาพข้อมูลนั้นออกมา ข้อมูลนั้นก็จะถูกสรุปเป็นภาพรวมที่เห็นความสัมพันธ์ของข้อมูลทั้งหมดก็สามารถทำให้เข้าใจได้ง่ายขึ้น เข้าใจได้ทันทีและไม่ต้องไปไล่อ่านรายละเอียดทั้งหมด นั่นคือการคิดเป็นภาพ เป็นเครื่องมือที่ช่วยให้สมองคิดอย่างเป็นระบบระเบียบโดยการคิดและวาดภาพไปพร้อมกัน จากนั้นจึงถ่ายทอดเป็นภาพเพื่อให้ผู้อื่นเข้าใจและเห็นเป็นภาพเดียวกัน นอกจากนั้นกิจกรรมการเรียนรู้นี้ยังทำให้นักเรียนมีการยอมรับฟังความคิดเห็นจากครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียน เพื่อนำไปปรับปรุงแก้ไขงานในครั้งต่อๆ ไปให้เกิดกระบวนการที่ใช้แก้ปัญหาและผลลัพธ์ที่ดียิ่งขึ้น ดังนั้นการส่งเสริมกระบวนการคิดและการฝึกกระบวนการแก้ปัญหาจะทำให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเรื่องที่ศึกษาได้อย่างสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ ปรีชา เนาว์เย็นผล (2544, หน้า 130) ที่กล่าวว่า นักเรียนแต่ละคนอาจเสนอแนวคิดในการแก้ปัญหาไม่สมบูรณ์เพียงลำพัง แต่เมื่อมีการระดมความคิดของหลายๆคนเข้าด้วยกัน ทำให้ได้แนวทางการแก้ปัญหาที่สมบูรณ์และมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ดังนั้นเมื่อนักเรียนมีกระบวนการเรียนรู้และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ถูกต้องแล้วจึงส่งผลต่อความสามารถในการนำมโนทัศน์ไปใช้ในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ในเรื่องอื่นๆ ได้อีกด้วย

3. การเปรียบเทียบความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ก่อนเรียนและหลังเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้เรียนรู้จากกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ พบว่า นักเรียนมีความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัย ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากผู้วิจัยได้พัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพซึ่งมีขั้นตอนที่มีกระบวนการให้นักเรียนได้ฝึกการคิด ฝึกเรียนรู้ด้วยตนเอง มีการทำความเข้าใจมโนทัศน์ร่วมกันในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 - 3 จึงทำให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจในเรื่องที่เรียนตรงกันมากขึ้น จึงสามารถนำไปสู่ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 คือ การฝึกกระบวนการแก้ปัญหา ที่จะทำให้นักเรียนได้นำความรู้จากการศึกษาที่ได้รับมาฝึกกระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ซึ่งในการหาคำตอบของแต่ละปัญหาอาจทำได้หลากหลายวิธีการ จากการใช้กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ในขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 พบว่านักเรียนแต่ละคนมีวิธีการคิดหาแนวทางการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่แตกต่างกัน ใช้ระยะเวลาในการวางแผนการแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน รวมถึงมีนักเรียนบางส่วนที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามการวางแผนของนักเรียนได้ จึงมีกระบวนการที่จะทำให้นักเรียนสามารถแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์นั้นได้ นั่นคือการให้นักเรียนแลกเปลี่ยนวิธีการหาคำตอบซึ่งกันและกัน รวมถึงการให้

นักเรียนระดมความคิดกับเพื่อนร่วมชั้นเรียนเพื่อหาแนวทางในการแก้ปัญหาต่างๆ เพื่อที่จะได้เรียนรู้วิธีการแก้ปัญหาที่หลากหลาย รวมถึงรู้จุดบกพร่องของแต่ละวิธีการเพื่อเป็นประโยชน์ต่อการนำไปใช้ในการแก้ปัญหาครั้งต่อไปได้ ซึ่งหากนักเรียนมีความเข้าใจมโนทัศน์ที่ถูกต้องและตรงกันจะทำให้เกิดผลลัพธ์ของการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งจะสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 21 – 22) กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ต่อความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากต่อการเรียนรู้และการใช้งานของคณิตศาสตร์โดยเฉพาะอย่างยิ่งในปัจจุบันที่เน้นการนำคณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาที่แตกต่างไปจากในอดีต จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องพัฒนาให้นักเรียนมีมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งจะนำไปสู่ความรู้ความเข้าใจที่ถ่องแท้ และสามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพคณิตศาสตร์ หากนักเรียนเกิดความชำนาญในขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 แล้วจะทำให้นำไปสู่ขั้นตอนกิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 คือการนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ง่ายขึ้น สำหรับขั้นตอนนี้นักเรียนจะได้นำมโนทัศน์มาใช้ในการแก้ปัญหาในแต่ละโจทย์ที่นักเรียนได้รับ โดยที่นักเรียนจะต้องทำความเข้าใจกับโจทย์ด้วยตนเอง ระบุส่วนสำคัญของปัญหา วางแผนการแก้ปัญหาเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาโดยใช้ข้อมูลจากการวิเคราะห์โจทย์หรือปัญหาทางคณิตศาสตร์ประกอบกับข้อมูลหรือความรู้ที่เกี่ยวข้องกับปัญหานั้นมาใช้ประกอบการวางแผนแก้ปัญหา จากนั้นแก้ปัญหาตามขั้นตอนที่วางแผน หากแผนการแก้ปัญหาที่วางไว้ไม่ทำให้ได้คำตอบของปัญหาจะต้องมีการวางแผนการแก้ปัญหาใหม่อีกครั้งโดยครั้งนี้อาจมีครูหรือเพื่อนในชั้นเรียนมาช่วยวางแผนการแก้ปัญหาได้ และสุดท้ายคือการตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบที่นักเรียนหามาได้ โดยเริ่มจากการตรวจสอบความถูกต้อง ความสมเหตุสมผลของคำตอบและยุทธวิธีการแก้ปัญหาที่ใช้ รวมถึงพิจารณาหาวิธีการแก้ปัญหาด้วยแนวทางอื่นๆ มาเปรียบเทียบกับขั้นตอนที่ได้ทำไปแล้ว เพื่อนำไปปรับปรุงและใช้ในการแก้ปัญหาในครั้งต่อไป ซึ่งจะสอดคล้องกับหลักการแก้โจทย์ปัญหาของโพลยาที่กล่าวว่า กระบวนการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ตามแนวคิดของโพลยา (Polya) ประกอบด้วยขั้นตอนสำคัญ 4 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นที่ 1 ทำความเข้าใจปัญหา ขั้นที่ 2 วางแผนแก้ปัญหา ขั้นที่ 3 ดำเนินการตามแผน ขั้นที่ 4 ตรวจสอบผล

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยในครั้งนี้ ผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะซึ่งอาจเป็นประโยชน์ต่อการจัดการเรียนรู้และการวิจัย ดังนี้

1. ข้อเสนอแนะทั่วไป

1.1 จากผลการวิจัยพบว่า ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน มีผลความเหมาะสมอยู่ในระดับปานกลางซึ่งน้อยกว่าขั้นตอนการเรียนรู้อื่นๆ ดังนั้นควรมีการ

เลือกสื่อที่ให้นักเรียนได้เรียนรู้ที่หลายหลายและมีเนื้อหาครบถ้วนตามตัวชี้วัดทางการเรียนในสาระการเรียนรู้ที่ดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้

1.2 จากการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ด้วยกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ ส่งผลให้นักเรียนมีมโนทัศน์และความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียน ดังนั้นสามารถนำกิจกรรมการเรียนรู้นี้ไปประยุกต์ใช้ในการจัดการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ได้

1.3 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ มีหลายขั้นตอน เป็นการฝึกให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทั้งจากการศึกษาด้วยตนเองและแลกเปลี่ยนกันในห้องเรียน จึงทำให้ค่อนข้างใช้เวลาในการเรียนรู้เป็นอย่างมาก ทำให้ครูจะต้องวางแผนการสอนให้เหมาะสมกับการจัดกิจกรรม

1.4 การจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพเป็นการส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกคิด ทำความเข้าใจ และสร้างมโนทัศน์ด้วยตนเอง ดังนั้นการจัดการเรียนรู้จะต้องคำนึงถึงเนื้อหาที่เหมาะสมกับการจัดกิจกรรมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ นั่นคือเนื้อหาที่เกี่ยวกับ ทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม หลักการ หรือแนวคิดต่างๆ

2. ข้อเสนอแนะสำหรับการทำวิจัยครั้งต่อไป

2.1 เนื่องจากในการวิจัยพบว่า นักเรียนมีมโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อน ได้แก่มโนทัศน์ เรื่องวงรี คือ “เซตของคู่อันดับที่ ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียก จุดคงที่สองจุดนั้นว่า จุดโฟกัส นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอกพอดี และมโนทัศน์เรื่อง ไฮเพอร์โบลา คือ กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน การวิจัยครั้งต่อไปควรศึกษาแนวทางในการสอนมโนทัศน์วงรีและไฮเพอร์โบลา โดยเฉพาะ

2.2 เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ควรทำให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ดังนั้นการวิจัยครั้งต่อไปควรใช้สื่อการเรียนรู้ที่เหมาะสมกับกิจกรรมการเรียนรู้

2.3 เนื่องจากในการวิจัยพบว่า นักเรียนใช้เทคนิคการวาดภาพเพื่อสื่อสารมโนทัศน์ที่แตกต่างกัน การวิจัยในอนาคตควรศึกษาเทคนิคการวาดภาพ เพื่อสื่อสารมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในเนื้อหาเฉพาะเรื่อง เช่น วงรีและไฮเพอร์โบลา เป็นต้น

บรรณานุกรม

บรรณานุกรม

กรมวิชาการ. (2546). *คู่มือวัดผลประเมินผลคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: กระทรวงศึกษาธิการ.

กฤตย์พัช สารนอก, ศศิธร อิ่มวุฒิ, กัญญารัตน์ คำวิชัย และกนกรัตน์ จิรสัจจานุกูล. (2564).

จันทวรรณ ปิยะวัฒน์. (2556). *โมเดลต้นแบบทดลองทำห้องเรียนกลับทาง.* สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2563, จาก http://www.gotoknow.org/posts/531520

จันทิมา ปัทมธรรมกุล. (2555). *ทำความรู้จัก Flipped Classroom.* สืบค้นเมื่อ 10 เมษายน 2563, จาก http://www2.li.kmutt.ac.th/thai/article/gettingtoknow.html.

จิราภรณ์ บุญประเสริฐ. (2550). *การพัฒนาแผนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง ไฟฟ้า กลุ่มสาระการเรียนรู้วิทยาศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.

ฉัตรทิพย์ ลีลิตธรรม และมนต์ชัย เทียนทอง. (2557). *การสังเคราะห์กรอบแนวคิดการเรียนรู้ในห้องเรียนกลับทางร่วมกับเทคโนโลยีการเรียนรู้แบบภควันตภาพโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.* ปริญญานิพนธ์ ปร.ด. (คอมพิวเตอร์ศึกษา). กรุงเทพฯ:บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ. แบบภควันตภาพโดยใช้รูปแบบการเรียนรู้แบบร่วมมือผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

ชัยยงค์ พรหมวงศ์ และคณะ. (2521). ระบบสื่อการสอน. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

ชนสิทธิ์ สิทธิ์สูงเนิน. (2560). *ห้องเรียนกลับด้าน : ทักษะการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21.* วารสาร มจร สังคมศาสตร์ปริทรรศน์.

ชนาธิป พรกุล. (2543). *รูปแบบการจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง.* กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ชัยยงค์ พรหมวงศ์. (2545). *เอกสารประกอบการสอนชุดวิชาเทคโนโลยีการศึกษา.* กรุงเทพฯ: สำนักเทคโนโลยีทางการศึกษามหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมมาธิราช

นิธินาถ แซ่ตั้ง, เอกวิภู กาลกรณ์สุรปราณี และณัฐพงศ์ ทองเทพ. (2564). *การวิเคราะห์และออกแบบกิจกรรมการเรียนรู้แบบผสมผสานภายใต้สถานการณ์การแพร่ระบาดของเชื้อไวรัส COVID-19 วิชาเทคโนโลยีน้ำยาง.* The Seventeenth National Conference on Computer and Information Technology

บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *การวิจัยเบื้องต้น.* พิมพ์ครั้งที่ 7. กรุงเทพฯ : สุวีริยาสาส์น

ปราณี พรภวิษย์กุล. (2549) *ผลของการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการสร้างมโนทัศน์ ที่มีต่อมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ และความคงทนในการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 5*. กรุงเทพมหานคร . จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย/กรุงเทพฯ.

ปรีชา เนาว์เย็นผล. 2544. *กิจกรรมการเรียนการสอนคณิตศาสตร์โดยใช้การแก้ปัญหาปลายเปิด สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 1.* วิทยานิพนธ์ปริญญาดุษฎีบัณฑิต. สาขาวิชาคณิตศาสตร์
ศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.

ไพฑูรย์ สินลารัตน์ (2557). *ครูในศตวรรษที่ 21. เอกสารประชุมวิชาการ“อภิวัฒน์การเรียนรู้สู่จุดเปลี่ยน ประเทศไทย”*. กรุงเทพมหานคร: สำนักงานส่งเสริมสังคมแห่งการเรียนรู้และพัฒนาคุณภาพ เยาวชน (สสค.).

มัญฑนา ลาภยิ่งยง. (2562). *การพัฒนารูปแบบการเรียนการสอนคณิตศาสตร์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์.* NRRU Community Research Journal Vol.13 No.3, หน้า 1.

เมธี ลิมอักษร. (2524). *แนวคิดในการสอนคณิตศาสตร์.* สงขลา: มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ สงขลา.

ยุภาภร ด้วงโต้ด. (2561). *การจัดการเรียนรู้โดยใช้ห้องเรียนกลับด้าน เพื่อพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.* วิทยานิพนธ์ศึกษาศาสตร์มหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.

ราชบัณฑิตยสภา. (2558). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์ร่วมสมัย.* กรุงเทพฯ: สำนักงานราชบัณฑิตยสภา.

รัตนะ บัวสนธ์. (2552). *การวิจัยและพัฒนานวัตกรรมการศึกษา.* กรุงเทพฯ: คำสมัย.

วิจารณ์ พานิช. (2556). *ครูเพื่อศิษย์สร้างห้องเรียนกลับทาง.* กรุงเทพฯ: มูลนิธิสยามกัมมาจล.

วิมลรัตน์ สุนทรโรจน์. (2551). *นวัตกรรมตามแนวคิดแบบ Back ward Desing.* ภาควิชาหลักสูตรและการสอน คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

ศุภวิชช์ สงวนคัมธรณ์. (2560). *Visual Thinking รู้ด้วยภาพ.* สืบค้นเมื่อ 13 เมษายน 2563, จาก https://www.okmd.or.th/knowledgebox/157/1336

ศรายุทธ รัตนภูมิ. (2561). *ตาโบว์วิวังต์กับการคิดเป็นภาพ.* หลักสูตรศิลปศาสตรมหาบัณฑิต คณะศิลปกรรมศาสตร์ สาขาศิลปะการแสดง มหาวิทยาลัยราชภัฏสวนสุนันทา.

สถาบันทดสอบทางการศึกษาแห่งชาติ (องค์การมหาชน). (2563). *รายงานผล O-NET.* สืบค้นเมื่อ 20 พฤศจิกายน 2564, จาก https://www.niets.or.th/th/catalog/view/3121

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.*
กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

สมถวิล ขันเขตต์, บุญเย็น ทองคำ, ศุภมิตร พิมพ์ศรี, ศศิวิมล พรประไพ, สุจินดา เลิศนาวีพร มารศรี แนวจำปา. (2561). *แนวทางการพัฒนาการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 ของนักศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี.* วารสารศรีวนาลัยวิจัย ปีที่ 8 ฉบับที่2, 109.

สมนึก ภัททิยธนี. (2551). *การวัดผลการศึกษา.* พิมพ์ครั้งที่ 6. กาฬสินธุ์: ประสานการพิมพ์.

สราญจิต อ้นพา. (2561). *การพัฒนาแบบฝึกทักษะการแก้โจทย์ปัญหาคณิตศาสตร์ ด้วยการจัดการเรียนรู้โดยใช้เทคนิค KWDL ร่วมกับแนวคิด Flipped Classroom เพื่อเสริมสร้างความสามารถในการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 4.* วารสารศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.

สิริวรรณ สุวรรณอาภา. (2544). *เอกสารและการสอนคณิตศาสตร์.* กรุงเทพฯ: มหาวิทยาลัยสุโขทัยธรรมาธิราช.

สำนักงานคณะกรรมการการศึกษาขั้นพื้นฐาน. (2560). *ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง 2560) ตามหลักแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สำนักวิชาการและงานทะเบียน มหาวิทยาลัยราชภัฏวไลยอลงกรณ์ ในพระบรมราชูปถัมภ์. (2553). *คู่มือการจัดระบบการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางการเรียนรู้.* พระนครศรีอยุธยา: โรงพิมพ์เทียน วัฒนา พริ้นท์ติ้ง

สำนักวิชาการและมาตรฐานการศึกษา. (2553). *แนวทางการจัดการเรียนรู้ ตามหลักแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551.* กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.

สุธัญญา ด้วงอินทร. (2560). *บทวิจารณ์หนังสือ.* นวัตกรรมการเรียนรู้ ปีที่ 3 ฉบับที่ 2.

สุพินดา ณ มหาไชย. (2556). *'Flipped Classroom' ห้องเรียนกลับด้าน.* สืบค้นเมื่อ ค้นเมื่อ 14 ธันวาคม 2564, จาก http://www.komchadluek.net/detail/20130503/157502/FlippedClassroomห้องเรียนกลับด้าน.html

สุรศักดิ์ ปาเฮ. (2556). *ห้องเรียนกลับทาง : ห้องเรียนมิติใหม่ในศตวรรษที่ 21.* สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2564 จาก http://www.mbuisc.ac.th/phd/academic/flipped%20classroom2.pdf

หทัยนัทธ์ มณฑา. (2563). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้ภาษาอังกฤษโดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพเพื่อส่งเสริมความสามารถในการสื่อสารภาษาอังกฤษ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2.* การศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง กศ.ม., มหาวิทยาลัยนเรศวร.

อรชา อิศรางกูร ณ อยุธยา. (2556). *การพัฒนากิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้เอกสารสรุปมโนทัศน์เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเจตคติต่อการเรียนวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น*

มัธยมศึกษาปีที่ 1 โรงเรียนเทพศิรินทร์. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

อัครชัย รัตนศิลป์. (2563). *ผลของการใช้โปรแกรม Google Classroom ช่วยสอนต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 เรื่อง การศึกษาชีววิทยา*. หน้า 1.

อัมพร ม้าคนอง. (2546). *คณิตศาสตร์: การสอนและการเรียนรู้* . กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2557). *คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อัมพร ม้าคนอง. (2559). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ : การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ*. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

อากร พุทธรักษา. (2561). *การศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน และความเครียด เรื่อง จำนวนจริง ด้วยวิธีห้องเรียนกลับด้านของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4*. มหาวิทยาลัยราชภัฏสกลนคร.

aksorn. (ม.ป.ป.). *สร้างนักคิด ในห้องเรียนกลับด้าน Flipped Classroom*. สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2564 จาก https://www.aksorn.com/flipped-classroom-1

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). *Flip your classroom: Reach every student in every class every day*. Eugene, OR: International Society for Technology in Education.

Chiu – Lin Lai and Gwo-JenHwang. (2016). *A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course*. National Taiwan University of Science and Technology.

Edy Surya, Jozua Sabandar, Yaya S. Kusumah, Darhim. (2013). *Improving of Junior High School Visual Thinking representation Ability in Mathematical Problem Solving by CTL*. Indonesia University of Education.

Frayer, D., Frederick, W. C. & Klausmeier, H. J. (1969). *A Schema for Testing the Level of Cognitive Mastery*. Madison, WI: Wisconsin Center for Education Research.

Graham Brent Johnson (2013). *STUDENT PERCEPTIONS OF THE FLIPPED CLASSROOM*. University of British Columbia Library.

Hiebert, J., & Carpenter, T.P. (1992). *Learning and teaching with understanding*. In D.W. Grouws. (Ed.), Handbook of research in teaching and learning of mathematics. New york: MacMillan.

Lasley, T. J., & Matczynski, T. J. (2002). *Introduction Model: Strategies for Teaching in*

a Diverse Society. Belmont : Wadsworth.

Michael Elkan. (2560). *ตัวอย่างกิจกรรมและกลยุทธ์แบบ Active Learning ที่ใช้ในการจัดการเรียนการสอน.* ตัวอย่างแผนการสอนแบบ Flipped classroom สืบค้นเมื่อ 5 ธันวาคม 2564 จาก http://flippedclassroomex.blogspot.com/2017/10/flipped-classroom.html

MillerB. (2014). *Flipped Classroom.* สืบค้นเมื่อ 11 เมษายน 2563, จาก https://sites.google.com/site/flipped4 science/.

StartDee inskru. (8 กรกฎาคม 2563). *แผนการสอนสไตล์ห้องเรียนกลับด้าน.* สืบค้นเมื่อ 6 ธันวาคม 2564 จาก inskru: https://inskru.com/idea/-MBh5VioBJblH3UYKB9B

Tenneson and McGlasson. (2006). *The Classroom Flip, PowerPoint Presentation.: Fontbonne University.* สืบค้นเมื่อ 7 ธันวาคม 2564 จาก

https://www.slideshare.net /ParichartAmpon/the-classroomflip-32338038

Teri Campos. (2018). *Using Visual Thinking Strategies to Improve Mathematics Instruction.* University of /Missouri-Kansas City.

Tracey Muir และ Vince Geiger. (2015). *The affordances of using a flipped classroom approach in the teaching of mathematics: a case study of a grade 10 mathematics class.* Australia

Wilson, Jame W.(1971). *Evaluation of Learning in Secondary School Mathematics*. Handbook on Formative and Summative Evaluation of Student Learning. ed. by Benjamin S. Bloom, pp. 685-689. U.S.A.: McGraw-Hill.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก รายนามผู้เชี่ยวชาญในการตรวจสอบความเหมาะสมของเครื่องมือวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญในการประเมินนวัตกรรมและตรวจสอบเครื่องมือวิจัย

1. รองศาสตราจารย์ ดร. จักรกฤษ กลิ่นเอี่ยม ภาควิชาคณิตศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วนินทร พูนไพบูลย์พิพัฒน์ ภาควิชาการศึกษา คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
3. นางสาวธัญลักษณ์ อิงควระ อาจารย์ผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนมัธยมสาธิต มหาวิทยาลัยนเรศวร

ภาคผนวก ข เครื่องมือที่ใช้ในงานวิจัย

1. แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
5. แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
6. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

แบบประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด

4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก

3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง

2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย

1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน						
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้						
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์						
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมี เอกลักษณ์						
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน						
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้						
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทาง คณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์						
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมี เอกลักษณ์						
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน						
2. สอดคล้องกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ						
3. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้						
4. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
5. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์						
6. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์						

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้
ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ
เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้ ประกอบกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

5 หมายถึง มีความเหมาะสมมากที่สุด
4 หมายถึง มีความเหมาะสมมาก
3 หมายถึง มีความเหมาะสมปานกลาง
2 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อย
1 หมายถึง มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์
แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลม

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สาระสำคัญ						
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน						
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะความคิดรวบยอดหรือแก่นความรู้สำคัญ						
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์						
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้						
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้						
สาระการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ						
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของการขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ						
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน						
3. มีความน่าสนใจ						
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง						
5. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
6. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						

รายการประเมิน	ระดับความเหมาะสม					ข้อเสนอแนะ
	5	4	3	2	1	
สื่อ						
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้						
2. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
3. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้						
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน						

ความคิดเห็น หรือข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

แผนการจัดการเรียนรู้โรงเรียนมัธยมสาธิตมหาวิทยาลัยนเรศวร

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ปีการศึกษา 2563 ภาคเรียนที่ 2 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายวิชา คณิตศาสตร์ 4 รหัสวิชา ค31104

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 1 เรื่อง วงกลม

หน่วยการเรียนรู้ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้/ตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

สาระสำคัญ

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x,y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ

นิยามวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) จะมีสมการมาตราฐาน $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ จุดศูนย์กลาง (h, k) และรัศมียาว r หน่วย

จุดประสงค์การเรียนรู้

1. ด้านความรู้ (K) : เพื่อให้ผู้เรียน

1.1 นักเรียนสามารถหาจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมได้

1.2 นักเรียนสามารถหาสมการของวงกลมได้

1.3 นักเรียนสามารถเขียนกราฟวงกลมได้

2. ด้านทักษะและกระบวนการ (P): เพื่อให้ผู้เรียน

2.1 มีความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายสรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

2.2 มีความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือโต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

3. ด้านคุณลักษณะอันพึงประสงค์ (A): เพื่อให้ผู้เรียน

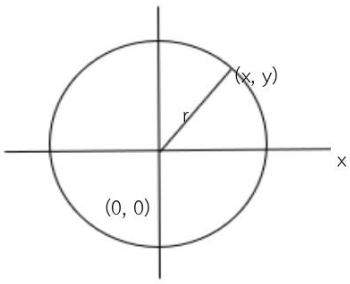
3.1 มีวินัย

3.2 ใฝ่เรียนรู้

สาระการเรียนรู้

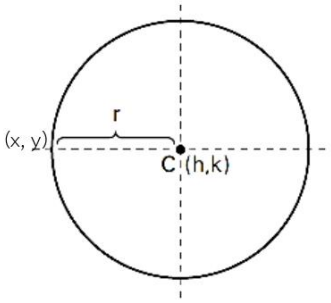
นิยามวงกลม “เซตของคู่อันดับที่อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่ง เป็นระยะทางเท่ากัน” เรียกจุดคงที่ นั้นว่า จุดศูนย์กลาง (Center: C) และเรียก ระยะทาง นั้นว่า รัศมี (Radius: r)

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ y



$$\sqrt{(x-0)^2+(y-0)^2}=r$$
$$\sqrt{x^2+y^2}=r$$
$$x^2+y^2=r^2$$

นิยามวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (0, 0) จะมีสมการมาตราฐาน $x^2+y^2=r^2$ จุดศูนย์กลาง (0, 0) และรัศมียาว r หน่วย



$$\sqrt{(x-h)^2+(y-k)^2}=r$$
$$(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$$

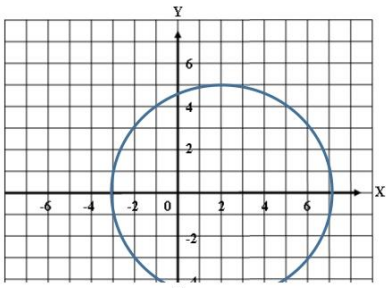
นิยามวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) จะมีสมการมาตราฐาน $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ จุดศูนย์กลาง (h, k) และรัศมียาว r หน่วย

หาจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีของวงกลม พร้อมทั้งเขียนกราฟ

$(x-2)^2+y^2=25$

สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (2, 0)

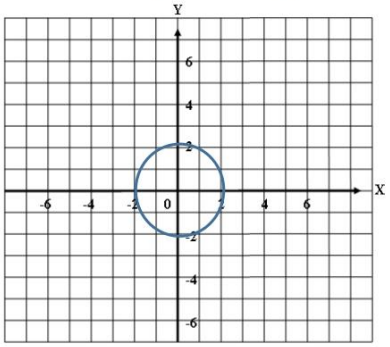
รัศมียาว 5 หน่วย



$x^2+(y+1)^2=4$

สมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (0, -1)

รัศมียาว 2 หน่วย



สมการวงกลมรูปทั่วไป $Ax^2+By^2+Dx+Ey+F=0$

<u>การจัดรูปทั่วไปให้เป็นรูปมาตรฐาน</u> $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$

ความรู้ที่ต้องใช้กำลังสองสมบูรณ์

<u>วิธีที่ 1</u> ใช้ **"กำลังสองสมบูรณ์"**

$น^2 \pm 2นล + ล^2 = (น \pm ล)^2$

มีขั้นตอนดังนี้

1) กำจัด A กับ B ที่คูณอยู่กับ x^2 และ y^2 ด้วยการหารตลอด ถ้าทำไม่ได้แปลว่าสมการนี้ไม่ใช่กราฟวงกลม (จะทำไม่ได้เมื่อ $A \neq B$)

2) จับกลุ่ม x ไว้ด้วยกัน จับกลุ่ม y ไว้ด้วยกัน กลุ่มที่เป็นตัวเลขแบบไม่มี x หรือ y ให้ย้ายไปอีกฝั่ง

3) เอากลุ่ม x และกลุ่ม y เข้าสูตร น^2 ± 2นล + ล^2 = (น ± ล)^2 โดยเติม ล^2 ที่ขาดไปให้กับแต่ละกลุ่ม ทั้งสองข้างของสมการ

<u>วิธีที่ 2</u> ใช้ **"กำลังสองสมบูรณ์ที่ได้จากการจัดรูปแล้ว"**

$$a^2 \pm na = \left(a \pm \frac{n}{2}\right)^2 - \left(\frac{n}{2}\right)^2$$

มีขั้นตอนดังนี้

1) กำจัด A กับ B ที่คูณอยู่กับ x^2 และ y^2 ด้วยการหารตลอด ถ้าทำไม่ได้แปลว่าสมการนี้ไม่ใช่กราฟวงกลม (จะทำไม่ได้เมื่อ $A \neq B$)

2) จับกลุ่ม x ไว้ด้วยกัน จับกลุ่ม y ไว้ด้วยกัน กลุ่มที่เป็นตัวเลขแบบไม่มี x หรือ y ให้ย้ายไปอีกฝั่ง

3) เอากลุ่ม x และกลุ่ม y เข้าสูตร $a^2 \pm na = \left(a \pm \frac{n}{2}\right) - \left(\frac{n}{2}\right)^2$ แล้วจัดรูปสมการ

จุดศูนย์กลางและรัศมีของวงกลมจากสมการดังต่อไปนี้

1. $x^2 + y^2 + 6x - 8y + 10 = 0$

$$\begin{aligned}
x^2 + y^2 + 6x - 8y + 10 &= 0 \\
x^2 + 6x + y^2 - 8y &= -10 \\
x^2 + 6x + 9 + y^2 - 8y + 16 &= -10 + 9 + 16 \\
(x+3)^2 + (y-4)^2 &= 15
\end{aligned}$$

2. $2x^2 + 2y^2 + 5x = -5x$

$$\begin{aligned}
2x^2 + 2y^2 + 5x &= -5x \\
2x^2 + 2y^2 + 10x &= 0 \\
x^2 + y^2 + 5x &= 0 \\
x^2 + 5x + y^2 &= 0 \\
x^2 + 5x + \left(\frac{5}{2}\right)^2 + y^2 &= \left(\frac{5}{2}\right)^2 \\
\left(x + \frac{5}{2}\right)^2 + y^2 &= \left(\frac{5}{2}\right)^2
\end{aligned}$$

<u>สูตรสำเร็จสมการวงกลม</u>

สมการวงกลมรูปทั่วไป $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$

จากรูปทั่วไปของสมการวงกลม เมื่อจัดรูปจะได้ดังต่อไปนี้

$$x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$$
$$x^2+Dx+y^2+Ey+F=0$$
$$x^2+Dx+\left(\frac{D}{2}\right)^2+y^2+Ey+\left(\frac{E}{2}\right)^2=\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F$$
$$\left(x+\frac{D}{2}\right)^2+\left(y+\frac{E}{2}\right)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F}\right)^2$$

เมื่อเทียบกับรูปมาตรฐานจะได้ว่า

$$\left(x-\left(-\frac{D}{2}\right)\right)^2+\left(y-\left(-\frac{E}{2}\right)\right)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F}\right)^2$$

ดังนั้นจุดศูนย์กลางคือ $(h,k)=\left(-\frac{D}{2},-\frac{E}{2}\right)$ และรัศมีคือ $r=\sqrt{h^2+k^2-F}$ หน่วย

<u>ข้อสังเกต</u>

1. ถ้า $h^2+k^2-F>0$ จะได้เป็น วงกลม
2. ถ้า $h^2+k^2-F<0$ จะได้เป็น ไม่ใช่วงกลม
3. ถ้า $h^2+k^2-F=0$ จะได้เป็น จุดที่มีพิกัด คือ (h, k)

กิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ

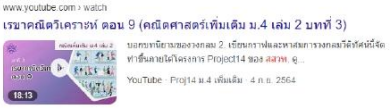
ชั่วโมงที่ 1

กิจกรรมก่อนเข้าชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน (5 นาที)

1. ครูมอบหมายให้นักเรียนศึกษาจากสื่อที่เตรียมไว้ และอธิบายว่าเนื้อหาในวิดีโอจะนำมาพูดคุยกันในห้องเรียน โดยมอบหมายสื่อที่ให้นักเรียนศึกษา ดังนี้

   1.1 ให้นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องวงกลม จากวิดีโอเรขาคณิตวิเคราะห์ ตอนที่ 9 ของ สสวท.



ที่มา : https://youtu.be/3jqsm9Z9Ytw

1.2 ให้ศึกษาจากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

1.3 ให้ศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง วงกลม

2. ครูมอบหมายให้นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของนักเรียนดังนี้

2.1 ส่วนประกอบของวงกลมมีอะไร

(ส่วนประกอบของวงกลม ได้แก่ จุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นคอร์ด เป็นต้น)

1.2 สมการวงกลม สร้างขึ้นมาจากอะไร

(สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่าระยะทางจากจุด (x,y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ)

1.3 รูปแบบของสมการวงกลมมีกี่แบบ อะไรบ้าง

(สมการวงกลมมี 2 แบบ ดังนี้

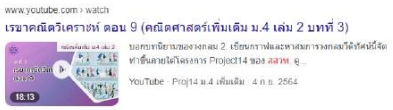
1. สมการรูปแบบมาตรฐานของวงกลม คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$

2. สมการรูปแบบทั่วไปของวงกลม คือ $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$ *)*

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกผลการเรียนรู้ (45 นาที)

1. นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับมโนทัศน์ในเรื่องที่ศึกษาจากสื่อ ดังนี้

   1.1 นักเรียนศึกษาเกี่ยวกับเรื่องวงกลม จากวิดีโอเรขาคณิตวิเคราะห์ ตอนที่ 9 ของ สสวท.



   ที่มา : https://youtu.be/3jqsm9Z9Ytw

   1.2 ศึกษาจากหนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

   1.3 ศึกษาจากเอกสารประกอบการเรียน เรื่อง วงกลม

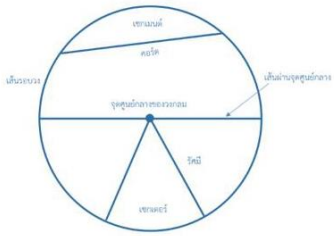
2. นักเรียนบันทึกผลการเรียนรู้เกี่ยวกับเนื้อหาจากสื่อที่ครูมอบหมาย โดยการวาดภาพสื่อความหมายอย่างง่าย

3. นักเรียนตอบคำถามตามประเด็นต่างๆที่ครูตั้งไว้ ตามความเข้าใจของผู้เรียน โดยการวาด เพื่อสะท้อนความเข้าใจของนักเรียน

   3.1 ส่วนประกอบของวงกลมมีอะไร

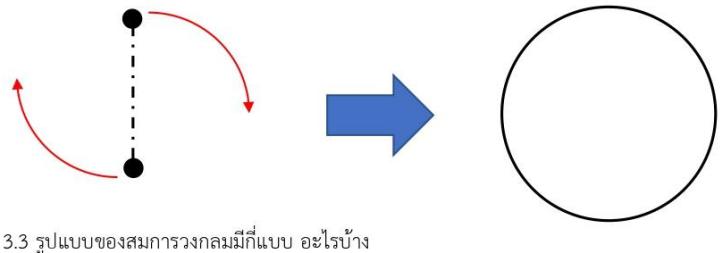
   (คำตอบที่คาดหวัง : จุดศูนย์กลาง รัศมี เส้นผ่านศูนย์กลาง เส้นคอร์ด เป็นต้น)

   โดยนักเรียนสามารถวาดรูประบุตำแหน่งของส่วนประกอบต่างๆ ของวงกลม ได้ดังนี้



   3.2 สมการวงกลม สร้างขึ้นมาจากอะไร

   (สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่าระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ)



3.3 รูปแบบของสมการวงกลมมีกี่แบบ อะไรบ้าง

(สมการวงกลมมี 2 แบบ ดังนี้

1. สมการรูปแบบมาตรฐานของวงกลม คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$

2. สมการรูปแบบทั่วไปของวงกลม คือ $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$ *)*

4. นักเรียนเขียนประเด็นที่สนใจต้องการศึกษาเพิ่มเติมหรือข้อสงสัยที่ต้องการถามครูในเนื้อหาที่ศึกษา

(ประเด็นที่คาดหวัง: วิธีการจัดรูปทั่วไปให้เป็นรูปมาตรฐานสามารถทำได้อย่างไรบ้าง)

ชั่วโมงที่ 2

กิจกรรมในชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ (10 นาที)

1. นักเรียนและครูร่วมกันสนทนา แลกเปลี่ยนเรียนรู้ และซักถาม ถึงมโนทัศน์ที่ได้ศึกษามา โดยวาดภาพเพิ่มเติมจากประเด็นที่ได้แลกเปลี่ยนเรียนรู้

(วิธีการจัดรูปทั่วไปให้เป็นรูปมาตรฐานสามารถทำได้โดย

<u>วิธีที่ 1</u> *ใช้ “**กำลังสองสมบูรณ์**”*

$น^2 \pm 2น ล + ล^2 = (น \pm ล)^2$

มีขั้นตอนดังนี้

1) กำจัด A กับ B ที่คูณอยู่กับ x^2 *และ* y^2 *ด้วยการหารตลอด ถ้าทำไม่ได้แปลว่าสมการนี้ไม่ใช่กราฟวงกลม (จะทำไม่ได้เมื่อ* $A \neq B$ *)*

2) จับกลุ่ม X ไว้ด้วยกัน จับกลุ่ม Y ไว้ด้วยกัน กลุ่มที่เป็นตัวเลขแบบไม่มี X หรือ Y ให้ย้ายไปอีกฝั่ง

3) เอากลุ่ม X และกลุ่ม Y เข้าสูตร $น^2 \pm 2นล + ล^2 = (น \pm ล)^2$ โดยเติม $ล^2$ ที่ขาดไปให้กับแต่ละกลุ่ม ทั้งสองข้างของสมการ

<u>วิธีที่ 2</u> *ใช้* ***"กำลังสองสมบูรณ์ที่ได้จากการจัดรูปแล้ว"***

$$a^2 \pm na = (a \pm \frac{n}{2})^2 - (\frac{n}{2})^2$$

มีขั้นตอนดังนี้

1) กำจัด A กับ B ที่คูณอยู่กับ x^2 และ y^2 ด้วยการหารตลอด ถ้าทำไม่ได้แปลว่าสมการนี้ไม่ใช่กราฟวงกลม (จะทำไม่ได้เมื่อ $A \neq B$)

2) จับกลุ่ม X ไว้ด้วยกัน จับกลุ่ม Y ไว้ด้วยกัน กลุ่มที่เป็นตัวเลขแบบไม่มี X หรือ Y ให้ย้ายไปอีกฝั่ง

3) เอากลุ่ม X และกลุ่ม Y เข้าสูตร $a^2 \pm na = (a \pm \frac{n}{2})^2 - (\frac{n}{2})^2$ แล้วจัดรูปสมการ

2. นักเรียนอธิบายเกี่ยวกับมโนทัศน์ที่ได้เรียนรู้ โดยใช้การเล่าเรื่องจากภาพที่นักเรียนวาด

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกฝนการใช้ความรู้ (30นาที)

1. นักเรียนทำแบบฝึกทักษะในใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม
2. สุ่มนักเรียนออกมาเฉลยแบบฝึกทักษะ พร้อมทั้งอธิบายวิธีการหาคำตอบ
3. ครูและเพื่อนร่วมชั้นเรียนเสนอแนะเกี่ยวกับวิธีการและคำตอบว่าถูกต้องหรือผิดพลาดอย่างไร รวมถึงเสนอวิธีการหาคำตอบที่แตกต่างกัน

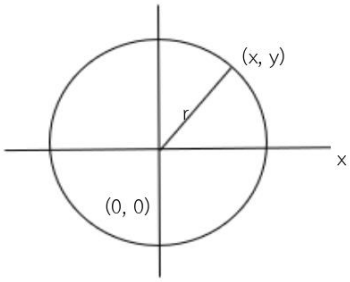
กิจกรรมหลังเข้าชั้นเรียน

ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 มโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ (10 นาที)

1. นักเรียนสรุปสะท้อนมโนทัศน์จากกิจกรรมในชั้นเรียน ดังนี้

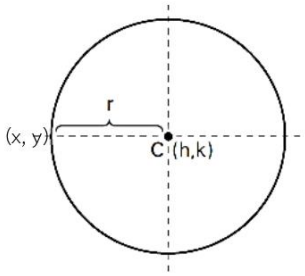
นิยามวงกลม "เซตของคู่อันดับที่อยู่ห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่ง เป็นระยะทางเท่ากัน" เรียกจุดคงที่ นั้นว่า จุดศูนย์กลาง (Center: C) และเรียก ระยะทาง นั้นว่า รัศมี (Radius: r)

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่าระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ y



$$\sqrt{(x-0)^2+(y-0)^2}=r$$
$$\sqrt{x^2+y^2}=r$$
$$x^2+y^2=r^2$$

นิยามวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (0, 0) จะมีสมการมาตราฐาน $x^2+y^2=r^2$ จุดศูนย์กลาง (0, 0) และรัศมียาว r หน่วย



$$\sqrt{(x-h)^2+(y-k)^2}=r$$
$$(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$$

นิยามวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางที่จุด (h, k) จะมีสมการมาตราฐาน

$(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ จุดศูนย์กลาง (h, k) และรัศมียาว r หน่วย

สมการวงกลมรูปทั่วไป $Ax^2+By^2+Dx+Ey+F=0$

<u>สูตรสำเร็จสมการวงกลม</u>

สมการวงกลมรูปทั่วไป $x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$

จากรูปทั่วไปของสมการวงกลม เมื่อจัดรูปจะได้ดังต่อไปนี้

$$x^2+y^2+Dx+Ey+F=0$$
$$x^2+Dx+y^2+Ey+F=0$$
$$x^2+Dx+\left(\frac{D}{2}\right)^2+y^2+Ey+\left(\frac{E}{2}\right)^2=\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F$$
$$\left(x+\frac{D}{2}\right)^2+\left(y+\frac{E}{2}\right)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F}\right)^2$$

เมื่อเทียบกับรูปมาตรฐานจะได้ว่า

$$\left(x-\left(-\frac{D}{2}\right)\right)^2+\left(y-\left(-\frac{E}{2}\right)\right)^2=\left(\sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2+\left(\frac{E}{2}\right)^2-F}\right)^2$$

ดังนั้นจุดศูนย์กลางคือ $(h,k)=\left(-\frac{D}{2},-\frac{E}{2}\right)$ และรัศมีคือ $r=\sqrt{h^2+k^2-F}$ หน่วย

ข้อสังเกต

1. ถ้า $h^2+k^2-F>0$ จะได้เป็น วงกลม
2. ถ้า $h^2+k^2-F<0$ จะได้เป็น ไม่ใช่วงกลม
3. ถ้า $h^2+k^2-F=0$ จะได้เป็น จุดที่มีพิกัด คือ (h, k)

2. นักเรียนนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหา โดยทำแบบฝึกทักษะเพิ่มเติมในใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

สื่อการเรียนรู้/แหล่งการเรียนรู้

1. วิดีโอการสอน เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ตอนที่ 9 ของ สสวท.
2. หนังสือเรียนรายวิชาคณิตศาสตร์เพิ่มเติม เล่ม 2 สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. เอกสารประกอบการเรียน เรื่อง วงกลม
4. แบบฝึกทักษะ ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

ชิ้นงาน/ภาระงาน

แบบฝึกทักษะ ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

เพื่อให้สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้ การวัดและประเมินผลการเรียนรู้ มีดังนี้

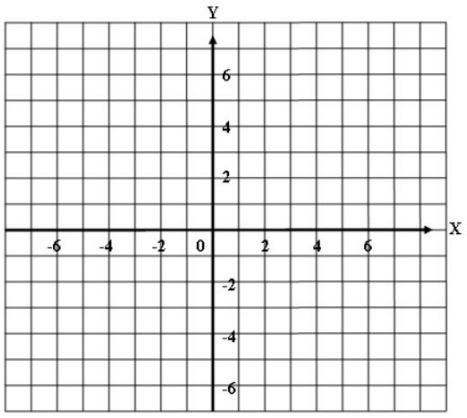
จุดประสงค์การเรียนรู้	วิธีการวัด	เครื่องมือ	เกณฑ์การประเมิน
1. นักเรียนสามารถหาจุดศูนย์กลาง และความยาวรัศมีของวงกลมได้	ตรวจสอบจากการทำแบบฝึกทักษะ ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	คะแนนระดับ 4 = ดีมาก คะแนนระดับ 3 = ดี คะแนนระดับ 2 = พอใช้ คะแนนระดับ 1 = ควรปรับปรุง
2. นักเรียนสามารถหาสมการของวงกลมได้	ตรวจสอบจากการทำแบบฝึกทักษะ ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	คะแนนระดับ 4 = ดีมาก คะแนนระดับ 3 = ดี คะแนนระดับ 2 = พอใช้ คะแนนระดับ 1 = ควรปรับปรุง
3 นักเรียนสามารถเขียนกราฟวงกลมได้	ตรวจสอบจากการทำแบบฝึกทักษะ ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม	คะแนนระดับ 4 = ดีมาก คะแนนระดับ 3 = ดี คะแนนระดับ 2 = พอใช้ คะแนนระดับ 1 = ควรปรับปรุง
4. นักเรียนมีความสามารถในการสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ สื่อความหมายสรุปผลและนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน	ตรวจสอบจากการอภิปรายซักถามในชั้นเรียน	แบบบันทึกการอภิปราย	คะแนนระดับ 4 = ดีมาก คะแนนระดับ 3 = ดี คะแนนระดับ 2 = พอใช้ คะแนนระดับ 1 = ควรปรับปรุง
5. นักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุนหรือ	ตรวจสอบจากการอภิปรายซักถามในชั้นเรียน	แบบบันทึกการอภิปราย	คะแนนระดับ 4 = ดีมาก คะแนนระดับ 3 = ดี คะแนนระดับ 2 = พอใช้ คะแนนระดับ 1 = ควร

โต้แย้ง เพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ			ปรับปรุง

ใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

(สำหรับหาประสิทธิภาพกระบวนการ E_1 คะแนนเต็ม 20 คะแนน)

คำชี้แจง : จงหาจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีของวงกลม พร้อมทั้งเขียนกราฟ

ข้อที่ 1 สมการที่กำหนดให้ คือ $(x-1)^2+(y-3)^2=9$
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
สูตรที่ใช้ในการหาคำตอบ
ค่าจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีของวงกลม
กราฟของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้ 

ข้อที่ 2 สมการที่กำหนดให้ คือ $4x^2+4y^2-36x-24y+8=0$
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้ (เขียนสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน)
สูตรที่ใช้ในการหาคำตอบ
ค่าจุดศูนย์กลางและความยาวของรัศมีของวงกลม
กราฟของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

คำชี้แจง : จงหาสมการวงกลมที่มีจุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่จุดต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนกราฟ

ข้อที่ 1 จุดปลายของเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ที่จุด (-1, 2) และ (4, 5)
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
สูตรที่ใช้ในการหาคำตอบ
หาคำตอบที่โจทย์ต้องการ (เขียนสมการให้อยู่ในรูปของสมการทั่วไป และสมการมาตรฐาน)
กราฟของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

คำชี้แจง : จงหาสมการวงกลมต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนกราฟ

ข้อที่ 1 วงกลมสัมผัสแกน X ที่จุด (0, 0) รัศมียาว 4 หน่วย
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
สูตรที่ใช้ในการหาคำตอบ
หาคำตอบที่โจทย์ต้องการ(เขียนสมการให้อยู่ในรูปของสมการทั่วไป และสมการมาตรฐาน)
กราฟของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

ข้อที่ 2 จุดศูนย์กลางที่จุด (- 3, 2) และมีเส้นรอบรูปเท่ากับ 22π
สิ่งที่โจทย์กำหนดให้
สูตรที่ใช้ในการหาคำตอบ
หาคำตอบที่โจทย์ต้องการ (เขียนสมการให้อยู่ในรูปของสมการทั่วไป และสมการมาตรฐาน)
กราฟของวงกลมจากสมการที่กำหนดให้

เกณฑ์การให้คะแนนใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

รายการประเมิน	ระดับคะแนน			
	4	3	2	1
1. การจัดรูปสมการ	จัดสมการในรูปแบบทั่วไปให้อยู่ในรูปสมการมาตรฐานได้อย่างถูกต้อง และ จัดสมการมาตรฐานให้อยู่ในรูปสมการในรูปแบบทั่วไปได้อย่างถูกต้อง	จัดสมการในรูปแบบทั่วไปให้อยู่ในรูปสมการมาตรฐาน หรือ และ จัดสมการมาตรฐานให้อยู่ในรูปสมการในรูปแบบทั่วไปได้อย่างถูกต้องอย่างใดอย่างหนึ่ง	จัดสมการในรูปแบบทั่วไปให้อยู่ในรูปสมการมาตรฐาน หรือ และ จัดสมการมาตรฐานให้อยู่ในรูปสมการในรูปแบบทั่วไปไม่ถูกต้อง	ไม่มีการจัดรูปของสมการได้
2. การหาคำตอบที่โจทย์ต้องการ	หาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม	หาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อย่างน้อย 3 ข้อ	หาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม อย่างน้อย 1 ข้อ	หาคำตอบที่โจทย์ต้องการได้ไม่ถูกต้อง
3. การเขียนกราฟ	เขียนกราฟได้ถูกต้อง ครบถ้วนทั้ง 5 ข้อ	เขียนกราฟได้ถูกต้อง อย่างน้อย 3 ข้อ	เขียนกราฟได้ถูกต้อง อย่างน้อย 1 ข้อ	เขียนกราฟได้ไม่ถูกต้อง หรือไม่มีการเขียนกราฟทั้ง 5 ข้อ

ระดับคะแนนใบงานที่ 1 เรื่อง วงกลม

คะแนน	10 – 12	ระดับ ดีมาก	4	คะแนน
คะแนน	7 – 9	ระดับ ดี	3	คะแนน
คะแนน	4 – 6	ระดับ พอใช้	2	คะแนน
คะแนน	1 - 3	ระดับ ปรับปรุง	1	คะแนน

เกณฑ์การให้คะแนนการอภิปรายซักถาม
เรื่อง วงกลม

ระดับ	คำอธิบาย
4 (ดีมาก)	อธิบายและบอกขั้นตอนในการหาคำตอบเกี่ยวกับสมการวงกลมได้ครบถ้วน ชัดเจน สมเหตุสมผล
3 (ดี)	อธิบายและบอกขั้นตอนในการหาคำตอบเกี่ยวกับสมการวงกลมได้อย่างชัดเจน แต่ไม่ครบถ้วน
2 (พอใช้)	อธิบายและบอกขั้นตอนในการหาคำตอบเกี่ยวกับสมการวงกลมได้บางส่วน
1 (ควรปรับปรุง)	ไม่สามารถอธิบายและบอกขั้นตอนในการหาคำตอบเกี่ยวกับสมการวงกลมได้

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

วิชา ค 31104 คณิตศาสตร์ 4 **ชั้นมัธยมศึกษาปีที่** 4

ทำการสอนเรื่อง วงกลม

ทำการสอนเมื่อ

1. **ผลการจัดการเรียนรู้**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. **ปัญหาและอุปสรรค**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. **แนวทางการแก้ไข**

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(นางสาวอรณิชา แสงแก้ว)

วันที่ .....

รูปตัวอย่างมโนทัศน์ที่นักเรียนวาด

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ ประกอบด้วย

1. สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ
2. เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ
3. พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (Focus : F) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (Directrix : เส้นบังคับ)

4. วงรี คือ “เซตของคู่อันดับที่ ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียกจุดคงที่สองจุดนั้นว่า จุดโฟกัส นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอกพอดี
5. กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

วัดโดยแบบวัดมโนทัศน์เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบปรนัย จำนวน 15 ข้อ

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของวงกลม
สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. เมื่อนำระนาบตัดกับกรวยในลักษณะที่ตั้งฉากกับแกนกรวยแล้ว ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง ก. เกิดจุดตัดหนึ่งจุด ข. เกิดกราฟรูปวงกลมขนาดต่างๆ ค. กราฟที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปจะมีขนาดเท่ากันทุกประการ ง. ระยะห่างระหว่างจุดยอดของกรวยกับระนาบที่นำมาตัดกรวย จะมีผลต่อขนาดของกราฟที่เกิดขึ้นในแต่ละรูป **เฉลย** ค. กราฟที่เกิดขึ้นในแต่ละรูปจะมีขนาดเท่ากันทุกประการ				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของวงกลม

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยาวรัศมีเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
2. ถ้าต้องการเส้นตรงหนึ่งเส้น จะต้องนำระนาบตัดกรวยในลักษณะใด ก. ตัดขนานแกนกรวย ข. ตัดขนานผิวกรวย ค. ตัดที่แกนกรวย ง. ตัดผ่านเส้นประกอบรูปกรวย **เฉลย** ง. ตัดผ่านเส้นประกอบรูปกรวย				
3. กำหนดสมการ $x^2 + y^2 - 5x - 3y + \frac{34}{4} = 0$ ถ้าเขียนใหม่ในรูป $(x-h)^2 + (y-k)^2 = r^2$ แล้วข้อใดกล่าวถูกต้อง ก. เป็นสมการวงกลม รัศมียาว 4 หน่วย ข. (5, 3) เป็นจุดศูนย์กลางของกราฟ ค. เกิดเพียงหนึ่งจุด ง. สมการนี้ไม่มีกราฟ				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของวงกลม

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยารัศมีเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
เฉลย ค. เกิดเพียงหนึ่งจุด				
4. กำหนดสมการวงกลมเป็น $x^2 + y^2 - 4x + 6y + 4 = 0$ ข้อใดสรุปเกี่ยวกับวงกลมดังกล่าว**ไม่ถูกต้อง** ก. รัศมียาว 3 หน่วย ข. วงกลมผ่านจุด (-1, -3) ค. วงกลมสัมผัสกับแกน Y ง. จุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่บนเส้นตรง 3x + 2y = 0 **เฉลย** ค. วงกลมสัมผัสกับแกน Y				
5. สมการวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ c หน่วย และมีจุดศูนย์กลางเป็น $(-a, b)$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $(x + a)^2 + (y - b)^2 = c^2$ ข. $(x - a)^2 + (y + b)^2 = c^2$ ค. $(x + a)^2 + (y + b)^2 = c^2$ ง. $(x - a)^2 + (y - b)^2 = c^2$ **เฉลย** ก. $(x + a)^2 + (y - b)^2 = c^2$				
6. สมการเส้นสัมผัสที่สัมผัสวงกลม $(x - 3)^2 + (y + 4)^2 = 8$ ที่จุด (1, -2) คือสมการในข้อใด				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของวงกลม

สมการวงกลม ถูกสร้างขึ้นจากสมการระยะระหว่างจุดสองจุด โดยอาศัยหลักการว่า ระยะทางจากจุด (x, y) ใด ๆ ที่อยู่บนวงกลม ไปยังจุดศูนย์กลาง จะต้องมีค่าคงที่ เท่ากับความยารัศมีเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ก. x + y + 1 = 0 ข. 2x + y = 0 ค. 2x - y - 4 = 0 ง. x - y - 3 = 0 **เฉลย** ง. x - y - 3 = 0				
7. กำหนดสมการวงกลมเป็น $x^2 + y^2 - 4x + 2y + k = 0$ ข้อใดกล่าว**ไม่ถูกต้อง** ก. เป็นจุดเมื่อ k = 5 ข. ไม่เป็นวงกลมเมื่อ k > 5 ค. เป็นวงกลมที่มีรัศมี 5 หน่วย เมื่อ k = 20 ง. เป็นสมการวงกลมที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (2, -1) **เฉลย** ค. เป็นวงกลมที่มีรัศมี 5 หน่วย เมื่อ k = 20				
8. กราฟของสมการ $x^2 + y^2 - 6x + 2y - 15 = 0$ เป็นวงกลมหรือไม่ ถ้าเป็นมีจุดศูนย์กลางและรัศมีเท่ากับเท่าใด ก. ไม่เป็นวงกลม ข. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (3, –1) รัศมี 5 หน่วย ค. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (–3, 1) รัศมี 3 หน่วย ง. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (3, –1) รัศมี 15 หน่วย **เฉลย** ข. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (3, –1) รัศมี 5 หน่วย				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลม

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
9. ข้อใด**ไม่**ถูกต้อง ก. วงกลม $x^2+y^2-10x+6=0$ มีจุดศูนย์กลางบนแกน x ข. วงกลม $x^2+y^2-10x+14y+63=0$ มีจุดศูนย์กลางที่จุดตัดของเส้นตรง $x-y=12$ กับ $x-2y-19=12$ ค. วงกลม $x^2+y^2-6x-10y=15$ สัมผัสกับเส้นตรง $x=-4$ ง. เส้นตรง $x+y+13=0$ เป็นเส้นตรงที่ผ่านจุดตัดของวงกลม $x^2+y^2=25$ และ $x^2+y^2-2x+2y+1=0$ **เฉลย** ข. วงกลม $x^2+y^2-10x+14y+63=0$ มีจุดศูนย์กลางที่จุดตัดของเส้นตรง $x-y=12$ กับ $x-2y-19=12$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

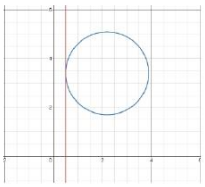
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลม

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
10. จากสมการวงกลม $(x-h)^2+(y-k)^2=(h-a)^2$ จะได้กราฟของสมการวงกลมตามข้อใดต่อไปนี้ ก. 				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

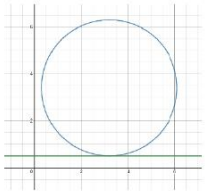
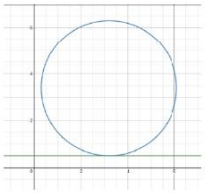
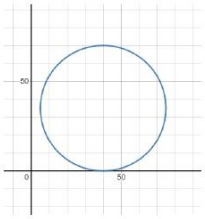
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลม

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ข. 				
ค. 				
ง. 				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

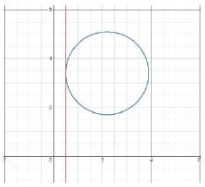
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลม

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
เฉลย ก. 				
11. ถ้าพาราโบลาที่กำหนดให้ สามารถเขียนในรูปของสมการ $(y-1)^2 = a(x-4)$ แล้วจำนวนจริง a มีค่าเท่ากับข้อใด				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

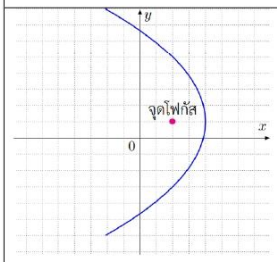
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของระยะทางจากจุดภายนอกมาสัมผัสวงกลม

เส้นสัมผัสวงกลม คือ เส้นตรงที่ลากผ่านจุดบนวงกลมเพียงจุดเดียวเท่านั้น โดยเรียก จุด ๆ นี้ว่า จุดสัมผัส มีสมบัติทางเรขาคณิตอย่างหนึ่งของรูปวงกลมที่กล่าวว่า เส้นสัมผัสวงกลมจะตั้งฉากกับรัศมี ณ จุดสัมผัสนั้นเสมอ

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
 ก. – 4 ข. – 8 ค. – 12 ง. – 16 **เฉลย** ข. – 8				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของพาราโบลา

พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (**Focus : F**) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (**Directrix :** เส้นบังคับ)

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
12. จุดยอดของพาราโบลา $(y+5)^2 = 12(x-2)^2$ ตรงกับข้อใด ก. (2, -5) ข. (2, 5) ค. (-5, 2) ง. (5, 2) **เฉลย** ก. (2, -5)				
13. ให้ h และ k เป็นจำนวนจริง จากสมการพาราโบลาที่กำหนดให้ $(y-k)^2 = -4(h-x)^2$ พาราโบลาดังกล่าวมีลักษณะใด ก. หงาย ข. คว่ำ ค. ตะแคงซ้าย ง. ตะแคงขวา **เฉลย** ง. ตะแคงขวา				
14. ข้อใดสรุปเกี่ยวกับสมการพาราโบลา $x^2 - 10x + 4y = 0$ ไม่ถูกต้อง ก. จุดยอดคือ (2, 1)				

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">มโนทัศน์ของพาราโบลา
พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (Focus : F) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (Directrix : เส้นบังคับ)</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>ข. จุดโฟกัสคือ (2, 0)
ค. สมการไดเรกตริกซ์ คือ $y-2=0$
ง. สมการแกนสมมาตรของพาราโบลาคือ $x+2=0$
เฉลย ง. สมการแกนสมมาตรของพาราโบลาคือ $x+2=0$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>15. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกราฟของสมการพาราโบลา $x^2-6x-y+9=0$
ก. กราฟพาราโบลาหงาย มีค่าต่ำสุดที่ $y=3$
ข. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีค่าต่ำสุดที่ $y=0$
ค. กราฟพาราโบลาหงาย มีแกนสมมาตรคือ $x=3$
ง. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีแกนสมมาตรคือ $x=0$
เฉลย ค. กราฟพาราโบลาหงาย มีแกนสมมาตรคือ $x=3$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>16. จากรูปที่กำหนดให้ แสดงถึงเส้นไดเรกตริกซ์และจุดยอดของพาราโบลารูปหนึ่ง</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

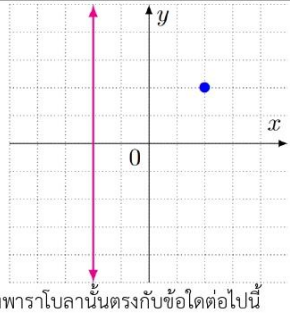
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของพาราโบลา

พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (**Focus : F**) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (**Directrix :** เส้นบังคับ)

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
 แล้วสมการของพาราโบลานั้นตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $(y-2)^2 = 16(x-2)$ ข. $(y-2)^2 = 8(x-2)$ ค. $(x-2)^2 = 16(y-2)$ ง. $(x-2)^2 = 8(y-2)$ **เฉลย** ก. $(y-2)^2 = 16(x-2)$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของวงรี

วงรี คือ “เซตของคู่อันดับที่ ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียก จุดคงที่สองจุดนั้นว่า จุดโฟกัส นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอกพอดี

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
17. กำหนดสมการวงรีคือ $\frac{(x+1)^2}{5^2}+\frac{(y-2)^2}{9}=1$ มีจุดยอดตรงกับข้อใด ก. (6, -2) , (-4, -2) ข. (5, 0) , (-5, 0) ค. (-6, 2) , (4, 2) ง. (-4, -2) , (-2, -2) **เฉลย** ค. (-6, 2) , (4, 2)				
18. สมการวงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่ (-1, -2) และ (3, -2) แกนเอกยาว 10 หน่วย ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y-2)^2}{9}=1$ ข. $\frac{(x-1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{21}=1$ ค. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{9}=1$ ง. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{21}=1$ **เฉลย** ข. $\frac{(x-1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{21}=1$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
มโนทัศน์ของวงรี วงรี คือ “เซตของคู่อันดับที่ ผลรวมของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุด มีค่าเท่ากัน” เรียก จุดคงที่สองจุดนั้นว่า จุดโฟกัส นอกจากนี้ ระยะทางรวมซึ่งเป็นค่าคงที่นั้น จะมีค่าเท่ากับความยาวของแกนเอกพอดี				
19. สมการวงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (3, 1) จุดยอดอยู่ที่ (3, -2) และมีความเยื่องศูนย์กลางเท่ากับ $\frac{1}{3}$ ก. $\frac{(x-3)^2}{8}+\frac{(y-1)^2}{9}=1$ ข. $\frac{(x-3)^2}{9}+\frac{(y-1)^2}{8}=1$ ค. $\frac{(x-3)^2}{25}+\frac{(y-1)^2}{9}=1$ ง. $\frac{(x-3)^2}{9}+\frac{(y-1)^2}{25}=1$ **เฉลย** ก. $\frac{(x-3)^2}{8}+\frac{(y-1)^2}{9}=1$				
20. กำหนดให้สมการวงรีเป็น$4x^2+y^2+40x-2y+85=0$ ผลบวกของระยะทางจากจุดใดๆ บนวงรีไปยังจุดโฟกัสทั้งสองมีค่ากี่หน่วย ก. 8 ข. 10 ค. 16 ง. 20 **เฉลย** ก. 8				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

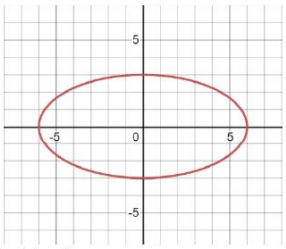
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของพาราโบลา

พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (**Focus : F**) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (**Directrix :** เส้นบังคับ)

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
21. จากรูปที่กำหนดให้  ข้อใดต่อไปนี้กล่าวไม่ถูกต้อง ก. แกนเอกของวงรีคือ แกน X ข. สมการวงรีคือ $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{36}=1$ ค. ความยาวแกนโท มีค่าเท่ากับ 6 ง. ความเยื้องศูนย์กลางมีค่าเท่ากับ $\frac{\sqrt{3}}{2}$ **เฉลย** ข. สมการวงรีคือ $\frac{x^2}{9}+\frac{y^2}{36}=1$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา
มโนทัศน์ของพาราโบลา พาราโบลา คือ “เซตของคู่อันดับที่มีระยะห่างจากจุดคงที่จุดหนึ่งเท่ากับระยะไปยังเส้นตรงคงที่เส้นหนึ่ง” เรียก จุดคงที่ นั้นว่า จุดโฟกัส (**Focus : F**) เรียก เส้นตรงคงที่ นั้นว่า ไดเรกตริดซ์ (**Directrix :** เส้นบังคับ)

ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
22. “เซตของคู่อันดับที่ผลต่างของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าเท่ากัน” คือนิยามของข้อใด ก. วงกลม ข. พาราโบลา ค. วงรี ง. ไฮเพอร์โบลา **เฉลย** ง. ไฮเพอร์โบลา				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา
มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
23. “ส่วนของเส้นตรงที่แบ่งครึ่งและตั้งฉากกับแกนตามขวาง” มีชื่อเรียกตามข้อใดต่อไปนี้ ก. เส้นกึ่ง ข. แกนเอก ค. แกนตามขวาง ง. แกนสังยุค **เฉลย** ง. แกนสังยุค				
24. กำหนดสมการไฮเพอร์โบลามีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 0) มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่ (5, 0) จุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ (-13, 0) ตรงกับข้อใดต่อไปนี้ ก. $\frac{x^2}{25}-\frac{y^2}{169}=1$ ข. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{144}=1$ ค. $\frac{x^2}{25}-\frac{y^2}{144}=1$ ง. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{169}=1$ **เฉลย** ค. $\frac{x^2}{25}-\frac{y^2}{144}=1$				
25. สมการไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางอยู่บนเส้นตรง $y-3=0$ และจุดยอดอยู่ห่างกัน 6 หน่วย มีจุดปลายแกนสังยุคจุดหนึ่งคือ (1, -1) ตรงกับข้อใด ก. $16x^2-9y^2+32x-54y-209=0$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา

กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ข. $16x^2 - 16y^2 + 18x - 96y - 279 = 0$ ค. $16x^2 - 9y^2 - 32x + 54y - 209 = 0$ ง. $16x^2 - 16y^2 - 18x + 96y - 279 = 0$ **เฉลย** ค. $16x^2 - 9y^2 - 32x + 54y - 209 = 0$				
26. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้อง ก. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้**ผลลบ**เท่ากับความยาว**แกนตามขวาง**เสมอ ข. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้**ผลบวก**เท่ากับความยาว**แกนตามขวาง**เสมอ ค. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้ผลบวกเท่ากับความยาว**แกนสังยุค**เสมอ ง. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้ผลลบเท่ากับความยาว**แกนสังยุค**เสมอ **เฉลย** ก. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้**ผลลบ**เท่ากับความยาว**แกนตามขวาง**เสมอ				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน				
ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	0	-1	
27. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง ก. x และ y มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะเข้าใกล้เส้นกำกับมาก ข. x และ y มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะไกลจากเส้นกำกับมาก ค. $\|x\|$ และ $\|y\|$ มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะไกลจากเส้นกำกับมาก ง. $\|x\|$ และ $\|y\|$ มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะเข้าใกล้เส้นกำกับมาก **เฉลย** ง.$\|x\|$ และ $\|y\|$ มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะเข้าใกล้เส้นกำกับมาก				
28. สมการ $\frac{x^2}{4}-\frac{y^2}{5}=1$ ข้อใดต่อไปนี้**ไม่ถูกต้อง** ก. จุดยอดของไฮเพอร์โบลาคือ (-2, 0) และ (2, 0) ข. จุดโฟกัสของไฮเพอร์โบลาคือ (-3, 0) และ (3, 0)				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

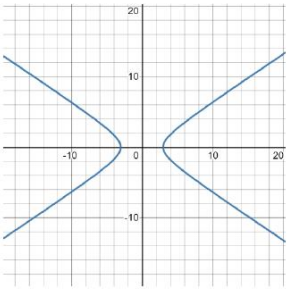
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา

กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ค. เส้นกำกับ มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{\sqrt{5}}$ ง. แกนตามขวางมีความยาวเท่ากับ 4 **เฉลย** ค. เส้นกำกับ มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{\sqrt{5}}$				
29. จากรูป  ข้อใดคือสมการไฮเพอร์โบลา ก. $\frac{x^2}{3}-\frac{y^2}{2}=1$ ข. $\frac{x^2}{3}+\frac{y^2}{2}=1$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา

กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
ค. $\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{3}=1$ ง. $\frac{x^2}{2}-\frac{y^2}{3}=1$ **เฉลย** ก. $\frac{x^2}{3}-\frac{y^2}{2}=1$				
30. พิจารณาข้อความต่อไปนี้ A. ไฮเพอร์โบลามุมฉาก มีระยะครึ่งแกนตามขวางเท่ากับครึ่งแกนสังยุค B. ไฮเพอร์โบลามุมฉาก จะมีเส้นกำกับตั้งฉากกันเสมอ ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง ก. A ถูก B ผิด ข. A ผิด B ถูก ค. A และ B ผิด ง. A และ B ถูก				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา
มโนทัศน์ของไฮเพอร์โบลา กราฟของไฮเพอร์โบลาจะแตกต่างจากกราฟของวงกลมและวงรี ซึ่งมีลักษณะปิด โดยเฉพาะกราฟของวงรี และไฮเพอร์โบลา แม้ว่าจะแตกต่างกัน แต่เมื่อพิจารณาสมการของภาคตัดกรวยทั้งสองชนิดนี้มีบางส่วนที่คล้ายกัน

ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
เฉลย ง. A และ B ถูก				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

แบบประเมินความสอดคล้องระหว่างข้อคำถามกับองค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่เข้าร่วมกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

(สำหรับผู้เชี่ยวชาญ)

คำชี้แจง โปรดพิจารณาความสอดคล้องของข้อคำถามกับองค์ประกอบของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยทำเครื่องหมาย √ ลงในช่องว่างที่ตรงกับความคิดเห็นของท่าน โดยใช้เกณฑ์พิจารณาดังต่อไปนี้

+1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ที่ต้องการวัด

0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นสอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องการวัด

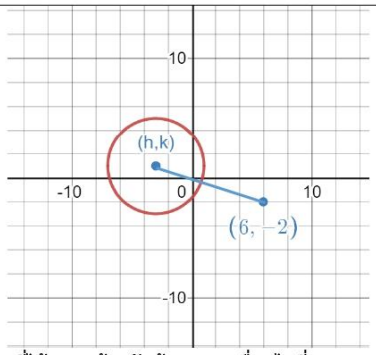
-1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อคำถามข้อนั้นไม่สอดคล้องกับองค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ ที่ต้องการวัด

นิยามศัพท์เฉพาะ

ความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการใช้ความรู้คณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์ ในการทำความเข้าใจปัญหา วิเคราะห์แนวทางการแก้ไขปัญหา วางแผนและแก้ปัญหาอย่างเป็นระบบและมีประสิทธิภาพ วัดโดยใช้แบบวัดความสามารถการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น ซึ่งเป็นแบบอัตนัย จำนวน 4 ข้อ

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล				
ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
วงกลม				
1. จงหาระยะทางระหว่างจุด $(6,-2)$ มาสัมผัสวงกลม $(x+3)^2+(y-1)^2=16$ พร้อมทั้งวาดกราฟวงกลม **เฉลย** **1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง** **สิ่งที่โจทย์กำหนด :** 1. จุดยอด คือ (-3, 1) 2. รัศมี คือ 4 3. จุดที่สัมผัสวงกลม คือ (6, -2) **สิ่งที่โจทย์ถาม :** 1. ระยะทางระหว่างจุด 2. กราฟของวงกลม **2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)** 1. จัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ 2. ใช้สูตรการหาระยะทางจากจุดภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลม คือ $d=\sqrt{(x-h)^2+(y-k)^2-r^2}$ 3. ตอบคำถาม 4. เขียนกราฟ				

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>3. ดำเนินการแก้ปัญหา
1. จัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ
$(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ จะได้
$(x-(-3))^2+(y-1)^2=4^2$
2. ใช้สูตรการหาระยะทางจากจุดภายนอกวงกลมมาสัมผัสวงกลม คือ $d=\sqrt{(x-h)^2+(y-k)^2-r^2}$
จะได้ $d=\sqrt{(x-(-3))^2+(y-1)^2-4^2}$
$d=\sqrt{(6+(3))^2+(-2-1)^2-4^2}$
$d=\sqrt{(9)^2+(-3)^2-4^2}$
$d=\sqrt{81+9-16}$
$d=\sqrt{74}$
3. ตอบคำถาม : ระยะทางระหว่างจุด$(6,-2)$ มาสัมผัสวงกลม $(x+3)^2+(y-1)^2=16$ มีค่าเท่ากับ $\sqrt{74}$ หน่วย
4. เขียนกราฟ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td> 

4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่
คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อลองแทนค่ากลับเข้าไปจะได้ค่าระยะห่างที่หาได้ เท่ากับค่าที่โจทย์กำหนดให้</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>2. จงหาสมการวงกลมซึ่งมีจุดศูนย์กลางที่ (- 1, 3) และสัมผัสแกน Y พร้อมทั้งวาดกราฟวงกลม (ตอบสมการวงกลมในรูปแบบสมการทั่วไป)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล				
ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
เฉลย **1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง** **สิ่งที่โจทย์กำหนด :** 1. จุดศูนย์กลางที่ (- 1, 3) 2. วงกลมสัมผัสแกน Y **สิ่งที่โจทย์ถาม :** 1. สมการวงกลม 2. กราฟวงกลม **2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)** 1. นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ มาหารัศมีของวงกลม 2. จัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ 3. จัดสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ $x^2+y^2+Ax+By+C=0$ 4. ตอบคำถาม 5. เขียนกราฟ **3. ดำเนินการแก้ปัญหา** 1. นำข้อมูลที่โจทย์กำหนดให้ มาหารัศมีของวงกลม จะได้ว่า จากวงกลมมีจุดศูนย์กลางที่ (- 1, 3) และสัมผัสแกน Y นั่นคือ รัศมีของวงกลมเท่ากับ $\|-1\|$ หน่วย ดังนั้น รัศมีของวงกลมเท่ากับ 1 หน่วย				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

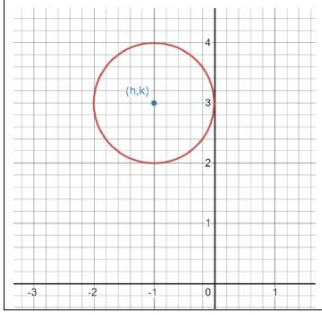
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
2. จัดรูปสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ จะได้ว่า $(x-(-1))^2+(y-3)^2=1^2$ นั่นคือ สมการวงกลม $(x+1)^2+(y-3)^2=1$ 3. จัดสมการให้อยู่ในรูปของสมการมาตรฐาน คือ $x^2+y^2+Ax+By+C=0$ จาก $(x+1)^2+(y-3)^2=1$ ใช้กำลังสองสมบูรณ์ จะได้ $(x^2+2x+1)+(y^2-6y+9)=1$ $(x^2+2x+1)+(y^2-6y+9)-1=0$ $x^2+2x+y^2-6y+9=0$ $x^2+y^2+2x-6y+9=0$ 4. ตอบคำถาม : สมการวงกลมคือ $x^2+y^2+2x-6y+9=0$ 5. เขียนกราฟ  				

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่
คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนวงกลมจุดหนึ่ง มาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">พาราโบลา</td></tr>
<tr><td>3. จงหาสมการพาราโบลาพร้อมทั้งวาดกราฟพาราโบลาที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่จุด (2 ,3) เส้นไดเรกตริกซ์ขนานแกน x และจุดยอดอยู่บนเส้นตรง 2x - y -3 = 0 (ตอบให้อยู่ในรูปของสมการทั่วไป)
เฉลย
1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง
สิ่งที่โจทย์กำหนด :
1. จุดโฟกัสอยู่ที่จุด (2 ,3)
2. เส้นไดเรกตริกซ์ขนานแกน x
3. จุดยอดอยู่บนเส้นตรง 2x - y -3 = 0

สิ่งที่โจทย์ถาม :
1. สมการพาราโบลา
2. กราฟพาราโบลา
2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)
1. พิจารณาลักษณะของกราฟจากเส้นไดเรกตริกซ์</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
2. หาจุดยอดของสมการ 3. หาค่า C 4. จัดสมการให้อยู่ในรูปสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2 = 4C(y-k)$ 5. จัดสมการให้อยู่ในรูปแบบทั่วไป คือ $x^2 + Ax + By + C = 0$ 6. วาดกราฟพาราโบลา **3. ดำเนินการแก้ปัญหา** 1. พิจารณาลักษณะของกราฟจากเส้นไดเรกตริกซ์จากเส้นไดเรกตริกซ์ขนานกับแกน x ทำให้ทราบว่า กราฟพาราโบลาสามารถเป็นได้ในลักษณะกราฟหงาย หรือ กราฟคว่ำ 2. หาจุดยอดของสมการหาจุดยอดของสมการ โดยการแทนค่า x = 2 ลงในสมการ 2x - y -3 = 0 จะได้ว่า 2(2) - y -3 = 0 y = 1 ดังนั้น จุดยอดของพาราโบลาคือ (2, 1) 3. หาค่า C จากจุดโฟกัสคือ(2, 3) และเส้นไดเรกตริกซ์ขนานกับแกน x จะได้ว่า จุดโฟกัสมีพิกัด (h, k+c) ดังนั้น (h, k+c) = (2, 3) นั่นคือ k+c = 3				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

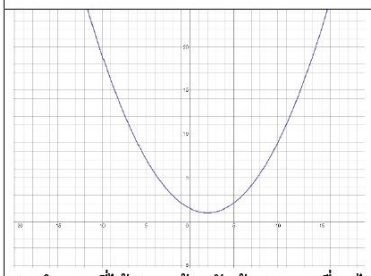
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
จากจุดยอดของพาราโบลา คือ (2, 1) จะได้ k = 2 ดังนั้น k+c = 3 1+c = 3 C = 2 4. สมการให้อยู่ในรูปสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2 = 4C(y-k)$ จะได้ว่า $(x-2)^2 = 4(2)(y-1)$ 5. จัดสมการให้อยู่ในรูปแบบทั่วไป คือ $x^2 + Ax + By + C = 0$ จะได้ $x^2 - 2x - 8y + 12 = 0$ 6. วาดกราฟพาราโบลา				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล				
ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
 **4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่** คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนพาราโบลา มาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ				
4. จงหาสมการพาราโบลาและสมการไดเรกตริกซ์ พร้อมทั้งวาดกราฟ เมื่อพาราโบลามีจุดยอดเป็นจุดตัดจุดหนึ่งของเส้นตรง x + y = 0 และวงกลม $y^2 + x^2 + 4y = 0$ และมีแกนสมมาตรอยู่บนแกน y **เฉลย** **1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง** **สิ่งที่โจทย์กำหนด :**				

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>1. จุดยอดเป็นจุดตัดจุดหนึ่งของเส้นตรง x + y = 0 และวงกลม $y^2 + x^2 + 4y = 0$
2. แกนสมมาตรอยู่บนแกน y
สิ่งที่โจทย์ถาม :
1. สมการพาราโบลา
2. สมการไดเรกตริกซ์
3. กราฟพาราโบลา
2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)
1. หาจุดตัดของของวงกลมและเส้นตรง
2. หาจุดยอดของพาราโบลา
3. หาค่า C
4.. จัดสมการพาราโบลาในรูปแบบมาตรฐาน คือ
$(x-h)^2 = 4C(y-k)$
5. วาดกราฟ
3. ดำเนินการแก้ปัญหา
1. หาจุดตัดของของวงกลมและเส้นตรง
จากสมการ เส้นตรง x + y = 0
จะได้ y = - x
จากสมการวงกลม $y^2 + x^2 + 4y = 0$
จะได้ $(-x)^2 + x^2 - 4x = 0$
$2x^2 - 4x = 0$
$2x(x-2) = 0$</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

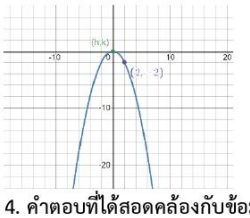
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
$2x = 0$ หรือ $(x - 2) = 0$ $x = 0$ หรือ $x = 2$ แทน $x = 0$ ในสมการ x+y = 0 จะได้ y = 0 แทน $x = 2$ ในสมการ x+y = 0 จะได้ y = -2 ดังนั้น จุดตัดคือ (0, 0) และ (2, -2) 2. หาจุดยอดของพาราโบลา จากแกนสมมาตรอยู่บนแกน y จะได้ว่า จุดยอดคือ (0, 0) 3. หาค่า C จากสมการมาตรฐาน คือ $(x-h)^2 = 4C(y-k)$ จะได้ $(2)^2 = 4C(-2)$ ดังนั้น C = $-\frac{1}{2}$ 4. จัดสมการพาราโบลาในรูปแบบมาตรฐาน คือ $(x-h)^2 = 4C(y-k)$ จะได้ $x^2 = 4(-\frac{1}{2})y$ นั่นคือ $x^2 = -y$ 5. วาดกราฟ  **4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่**				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด **สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต** **มาตรฐาน ค 2.1** เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้ **ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1** เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา				
องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ 1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล				
ข้อคำถาม	**ระดับความสอดคล้อง**			**ข้อเสนอแนะ**
	+1	**0**	**-1**	
กำหนดให้หรือไม่ คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนพาราโบลา มาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ				
วงรี				
5. จงหาระยะห่างระหว่างจุดยอดทั้งสองของวงรีที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -1) จุดโฟกัสอยู่ที่จุด (1, -1) และผ่านจุด (8, 0) **เฉลย** **1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง** **สิ่งที่โจทย์กำหนด :** 1. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -1) 2. จุดโฟกัสอยู่ที่จุด (1, -1) 3. ผ่านจุด (8, 0) **สิ่งที่โจทย์ถาม :** ผลบวกของระยะทางใดๆ บนวงรีไปยังจุดโฟกัส **2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)** 1. วาดกราฟ 2. หาค่า c				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	

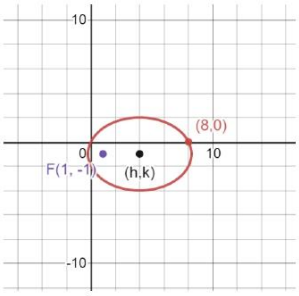
3. หาค่า a และค่า b

4. เขียนสมการวงรีในรูปมาตรฐาน คือ

$$\frac{(x-h)^2}{a^2}+\frac{(y-k)^2}{b^2}=1$$

3. ดำเนินการแก้ปัญหา

1. วาดกราฟ



2. หาค่า c

จาก จุดศูนย์กลางคือ (4, -1) และ จุดโฟกัสคือ (1, -1)

จะได้ C = 3, -3

3. หาค่า a และค่า b

จากวงรีผ่านจุด (8, 0) และจุดศูนย์กลางคือ (4, -1)

จะได้ว่า $\frac{(8-4)^2}{a^2}+\frac{(0+1)^2}{b^2}=1$

จากความสัมพันธ์ของ a, b, c จะได้

$a^2=b^2+c^2$

$a^2=b^2+9$

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
แทน $a^2 = b^2 + 9$ ลงใน $\frac{(8-4)^2}{a^2} + \frac{(0+1)^2}{b^2} = 1$ จะได้ $\frac{16}{b^2+9} + \frac{1^2}{b^2} = 1$ ดังนั้น $b^2 = 9$ แทน $b^2 = 9$ ใน $a^2 = b^2 + 9$ จะได้ $a^2 = 18$ 4. เขียนสมการวงรีในรูปมาตรฐาน คือ $\frac{(x-h)^2}{a^2} + \frac{(y-k)^2}{b^2} = 1$ จะได้ $\frac{(x-4)^2}{18} + \frac{(y+1)^2}{9} = 1$ **4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่** คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนวงรี มาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ				
6. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่ขนานที่ทำมุม 45 องศา กับแกน X และผ่านจุดโฟกัสทั้งสองของวงรี $x^2+3y^2-4x-2=0$ มีค่า				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
เท่าใด **เฉลย** **1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง** **สิ่งที่โจทย์กำหนด :** 1. เส้นตรงคู่ขนานที่ทำมุม 45 องศากับแกน X 2. ผ่านจุดโฟกัสทั้งสองของวงรี $x^2+3y^2-4x-2=0$ **สิ่งที่โจทย์ถาม :** ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่ **2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)** 1. เขียนสมการวงรีในรูปมาตรฐาน คือ $\frac{(x-h)^2}{a^2}+\frac{(y-k)^2}{b^2}=1$ 2. หาจุดโฟกัส 3. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงที่ผ่านจุดโฟกัส **3. ดำเนินการแก้ปัญหา** 1. เขียนสมการวงรีในรูปมาตรฐาน คือ $\frac{(x-h)^2}{a^2}+\frac{(y-k)^2}{b^2}=1$ จาก $x^2+3y^2-4x-2=0$ จะได้ว่า $(x^2-4x+4)+3y^2=2$ $(x-2)^2+3y^2=2+4$ $(x-2)^2+3y^2=6$ $\frac{(x-2)^2}{6}+\frac{y^2}{2}=1$ ดังนั้น $a=\sqrt{6}$ และ $b=\sqrt{2}$				

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>2. หาจุดโฟกัส
จาก $a = \sqrt{6}$ และ $b = \sqrt{2}$
จะได้ C = 2
ดังนั้น จุดโฟกัส คือ (0, 0) และ (4, 0)
3. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงที่ผ่านจุดโฟกัส
จาก จุดโฟกัส คือ (0, 0) จะได้ว่าสมการเส้นตรง คือ y = x
หา ระยะห่างระหว่างจุด (4, 0) กับ เส้นตรง คือ y = x
จะได้ว่า $d = \frac{\lvert 0-4 \rvert}{\sqrt{2}}$
$d = \frac{4}{\sqrt{2}}$
$d = 2\sqrt{2}$
4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่
คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนเส้นขนาน มาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="5">ไฮเพอร์โบลา</td></tr>
<tr><td>7. จงหาสมการของไฮเพอร์โบลาที่มีจุดศูนย์กลางที่ (6, 0) แกนสังยุคขนานกับแกน Y สมการเส้นกำกับคือ
5x – 6y – 30 = 0 และ 5x + 6y – 30 = 0
เฉลย</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง
สิ่งที่โจทย์กำหนด :
1. จุดศูนย์กลางที่ (6, 0)
2. แกนสังยุคขนานกับแกน Y
3. สมการเส้นกำกับคือ 5x – 6y – 30 = 0 และ 5x + 6y – 30 = 0
สิ่งที่โจทย์ถาม : สมการของไฮเพอร์โบลา
2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)
1. หาความชันของเส้นกำกับ
2. หาค่า a และ ค่า b
3. เขียนสมการไฮเพอร์โบลาในรูปมาตรฐาน
$\frac{(y-h)^2}{a^2} - \frac{(x-k)^2}{b^2} = 1$

3. ดำเนินการแก้ปัญหา
1. หาความชันของเส้นกำกับ
จาก 5x – 6y – 30 = 0 จะได้ความชันคือ $\frac{5}{6}$
และ 5x + 6y – 30 = 0 จะได้ความชันคือ $-\frac{5}{6}$
2. หาค่า a และ ค่า b
จากการเปรียบเทียบกับสมการเส้นกำกับ จะได้ว่า a = 5 และ b = 6
3. เขียนสมการไฮเพอร์โบลาในรูปมาตรฐาน</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="5">มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต
มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้
ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา</td></tr>
<tr><td colspan="5">องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์
1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล</td></tr>
<tr><td rowspan="2">ข้อคำถาม</td><td colspan="3">ระดับความสอดคล้อง</td><td rowspan="2">ข้อเสนอแนะ</td></tr>
<tr><td>+1</td><td>0</td><td>-1</td></tr>
<tr><td>$\frac{(y-h)^2}{a^2} - \frac{(x-k)^2}{b^2} = 1$
จะได้ $\frac{y^2}{25} - \frac{(x-6)^2}{36} = 1$
4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่
คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนไฮเพอร์โบลามาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>8. จงหาสมการไฮเพอร์โบลาในรูปทั่วไป ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -2) มีจุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ (4, -5) และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย พร้อมทั้งวาดกราฟ
เฉลย
1. จากโจทย์ข้างต้น นักเรียนทราบข้อมูลใดบ้าง
สิ่งที่โจทย์กำหนด :
1. จุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -2)
2. จุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ (4, -5)
3. แกนตามขวางยาว 4 หน่วย
สิ่งที่โจทย์ถาม :</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
1. สมการไฮเพอร์โบลาในรูปทั่วไป 2. วาดกราฟไฮเพอร์โบลา **2. ระบุขั้นตอนการแก้ปัญหาโดยสังเขป (ไม่ต้องคำนวณ)** 1. หาค่า b 2. จัดสมการไฮเพอร์โบลาในรูปมาตรฐาน คือ $\frac{(y-h)^2}{a^2} - \frac{(x-k)^2}{b^2} = 1$ 3. จัดสมการไฮเพอร์โบลาในรูปทั่วไป คือ $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 1$ 4. วาดกราฟไฮเพอร์โบลา **3. ดำเนินการแก้ปัญหา** 1. หาค่า b จากจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด (4, -2) และจุดโฟกัสอยู่ที่ (4, -5) จะได้ C = 3 จาก แกนตามขวางยาว 4 หน่วย จะได้ a = 2 จากความสัมพันธ์ของ a, b, c จะได้ $c^2 = a^2 + b^2$ $b^2 = c^2 - a^2$ $b^2 = 3^2 - 2^2$ $b^2 = 5$ 2. จัดสมการไฮเพอร์โบลาในรูปมาตรฐาน คือ $\frac{(y-h)^2}{a^2} - \frac{(x-k)^2}{b^2} = 1$ จะได้ว่า $\frac{(y+2)^2}{4} - \frac{(x-4)^2}{5} = 1$ 3. จัดสมการไฮเพอร์โบลาในรูปทั่วไป คือ $x^2 + y^2 + Ax + By + C = 1$				

มาตรฐานการเรียนรู้และตัวชี้วัด

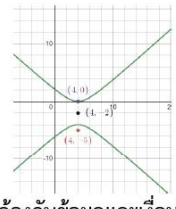
สาระที่ 2 สาระการวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจเรขาคณิตวิเคราะห์ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด ค 2.1 ม.4/1 เข้าใจและใช้ความรู้เกี่ยวกับเรขาคณิตวิเคราะห์ในการแก้ปัญหา

องค์ประกอบของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์

1. การทำความเข้าใจปัญหา 2. การวางแผนงาน 3. การดำเนินการตามแผน 4. ตรวจสอบผล

ข้อคำถาม	ระดับความสอดคล้อง			ข้อเสนอแนะ
	+1	0	-1	
จาก $\frac{(y+2)^2}{4} - \frac{(x-4)^2}{5} = 1$ จะได้ $\frac{y^2+4y+4}{4} - \frac{x^2-8x+16}{5} = 1$ $5(y^2+4y+4) - 4(x^2-8x+16) = 20$ $5y^2 - 4x^2 + 20y + 32x - 64 = 0$ 4. วาดกราฟไฮเพอร์โบลา  **4. คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลและเงื่อนไขที่กำหนดให้หรือไม่** คำตอบที่ได้สอดคล้องกับข้อมูลที่ให้ เพราะเมื่อเลือกจุดใด ๆ บนไฮเพอร์โบลามาแทนค่าในสมการนั้น จะทำให้ได้ว่าสมการนั้นเป็นจริงเสมอ				

ลงชื่อ.....ผู้เชี่ยวชาญ

(.....)

ตำแหน่ง.....

ชื่อ – นามสกุล.....	ชั้น.....	เลขที่.....

แบบทดสอบ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์

ตอนที่ 1 ให้นักเรียนเลือกคำตอบที่ถูกต้องมากที่สุดเพียง 1 คำตอบ (คะแนนเต็ม 15 คะแนน)

1. กำหนดสมการ $x^2+y^2-5x-3y+\frac{34}{4}=0$ ถ้าเขียนใหม่ในรูป $(x-h)^2+(y-k)^2=r^2$ แล้ว ข้อใดกล่าวถูกต้อง

ก. เป็นสมการวงกลม รัศมียาว 4 หน่วย

ข. (5, 3) เป็นจุดศูนย์กลางของกราฟ

ค. เกิดเพียงหนึ่งจุด

ง. สมการนี้ไม่มีกราฟ

2. กำหนดสมการวงกลมเป็น $x^2+y^2-4x+6y+4=0$ ข้อใดสรุปเกี่ยวกับวงกลมดังกล่าว**ไม่ถูกต้อง**

ก. รัศมียาว 3 หน่วย

ข. วงกลมผ่านจุด (-1, -3)

ค. วงกลมสัมผัสกับแกน Y

ง. จุดศูนย์กลางของวงกลมอยู่บนเส้นตรง 3x + 2y = 0

3. สมการวงกลมที่มีรัศมีเท่ากับ c หน่วย และมีจุดศูนย์กลางเป็น $(-a,b)$ ตรงกับข้อใดต่อไปนี้

ก. $(x+a)^2+(y-b)^2=c$

ข. $(x-a)^2+(y+b)^2=c$

ค. $(x+a)^2+(y+b)^2=c$

ง. $(x-a)^2+(y-b)^2=c$

4. สมการเส้นสัมผัสที่สัมผัสวงกลม $(x-3)^2+(y+4)^2=8$ ที่จุด (1, -2) คือสมการในข้อใด

ก. x + y + 1 = 0

ข. 2x + y = 0

ค. 2x - y - 4 = 0

ง. x - y - 3 = 0

5. กราฟของสมการ $x^2+y^2-6x+2y-15=0$ เป็นวงกลมหรือไม่ ถ้าเป็นมีจุดศูนย์กลางและรัศมีเท่ากับเท่าใด

ก. ไม่เป็นวงกลม

ข. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (3, –1) รัศมี 5 หน่วย

ค. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (–3, 1) รัศมี 3 หน่วย

ง. เป็นวงกลม จุดศูนย์กลาง (3, –1) รัศมี 15 หน่วย

6. จุดยอดของพาราโบลา $(y+5)^2=12(x-2)^2$ ตรงกับข้อใด

ก. (2, -5)

ข. (2, 5)

ค. (-5, 2)

ง. (5, 2)

7. ข้อใดกล่าวถูกต้องเกี่ยวกับกราฟของสมการพาราโบลา $x^2-6x-y+9=0$

ก. กราฟพาราโบลาหงาย มีค่าต่ำสุดที่ $y=3$

ข. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีค่าต่ำสุดที่ $y=0$

ค. กราฟพาราโบลาหงาย มีแกนสมมาตรคือ $x=3$

ง. กราฟพาราโบลาคว่ำ มีแกนสมมาตรคือ $x=0$

8. สมการวงรีที่มีจุดโฟกัสอยู่ที่ (-1, -2) และ (3, -2) แกนเอกยาว 10 หน่วย ตรงกับข้อใดต่อไปนี้

ก. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y-2)^2}{9}=1$

ข. $\frac{(x-1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{21}=1$

ค. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{9}=1$

ง. $\frac{(x+1)^2}{25}+\frac{(y+2)^2}{21}=1$

9. “เซตของคู่อันดับที่ผลต่างของระยะทางไปยังจุดคงที่สองจุดมีค่าเท่ากัน” คือนิยามของข้อใด

ก. วงกลม

ข. พาราโบลา

ค. วงรี

ง. ไฮเพอร์โบลา

10. กำหนดสมการไฮเพอร์โบลามีจุดศูนย์กลางอยู่ที่ (0, 0) มีจุดยอดจุดหนึ่งอยู่ที่ (5, 0) จุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ (-13, 0) ตรงกับข้อใดต่อไปนี้

ก. $\frac{x^2}{25}-\frac{y^2}{169}=1$

ข. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{144}=1$

ค. $\frac{x^2}{25}-\frac{y^2}{144}=1$

ง. $\frac{x^2}{25}+\frac{y^2}{169}=1$

11. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถึงไฮเพอร์โบลาได้ถูกต้อง

ก. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้**ผลลบ**เท่ากับความยาว**แกนตามขวาง**เสมอ

ข. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้**ผลบวก**เท่ากับความยาว**แกนตามขวาง**เสมอ

ค. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้ผลบวกเท่ากับความยาว**แกนสังยุค**เสมอ

ง. ระยะทางไปจุดโฟกัสทั้งสองมาลบกันจะได้ผลลบเท่ากับความยาว**แกนสังยุค**เสมอ

12. ข้อใดต่อไปนี้กล่าวถูกต้อง

ก. x และ y มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะเข้าใกล้เส้นกำกับมาก

ข. x และ y มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะไกลจากเส้นกำกับมาก

ค. $|x|$ และ $|y|$ มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะไกลจากเส้นกำกับมาก

ง. $|x|$ และ $|y|$ มีค่ามาก ไฮเพอร์โบลาจะเข้าใกล้เส้นกำกับมาก

13. สมการ $\frac{x^2}{4}-\frac{y^2}{5}=1$ ข้อใดต่อไปนี้**ไม่ถูกต้อง**

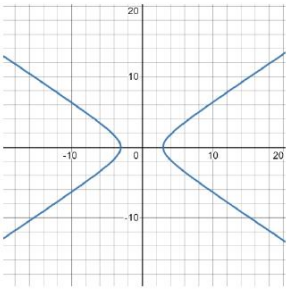
ก. จุดยอดของไฮเพอร์โบลาคือ (-2, 0) และ (2, 0)

ข. จุดโฟกัสของไฮเพอร์โบลาคือ (-3, 0) และ (3, 0)

ค. เส้นกำกับ มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{\sqrt{5}}$

ง. แกนตามขวางมีความยาวเท่ากับ 4

14. จากรูป



ข้อใดคือสมการไฮเพอร์โบลา

ก. $\frac{x^2}{3}-\frac{y^2}{2}=1$

ข. $\frac{x^2}{3}+\frac{y^2}{2}=1$

ค. $\frac{x^2}{2}+\frac{y^2}{3}=1$

ง. $\frac{x^2}{2}-\frac{y^2}{3}=1$

15. พิจารณาข้อความต่อไปนี้

A. ไฮเพอร์โบลามุมฉาก มีระยะครึ่งแกนตามขวางเท่ากับครึ่งแกนสังยุค

B. ไฮเพอร์โบลามุมฉาก จะมีเส้นกำกับตั้งฉากกันเสมอ

ข้อใดต่อไปนี้ถูกต้อง

ก. A ถูก B ผิด

ข. A ผิด B ถูก

ค. A และ B ผิด

ง. A และ B ถูก

ตอนที่ 2 ให้นักเรียนแสดงวิธีทำโดยละเอียด (คะแนนเต็ม 16 คะแนน)

1. จงหาระยะทางระหว่างจุด $(6,-2)$ มาสัมผัสวงกลม $(x+3)^2+(y-1)^2=16$ พร้อมทั้งวาดกราฟวงกลม

2. จงหาสมการพาราโบลาและสมการไดเรกตริกซ์ พร้อมทั้งวาดกราฟ เมื่อพาราโบลามีจุดยอดเป็นจุดตัดจุดหนึ่งของเส้นตรง $x+y=0$ และวงกลม $y^2+x^2+4y=0$ และมีแกนสมมาตรอยู่บนแกน y

3. ระยะห่างระหว่างเส้นตรงคู่ขนานที่ทำมุม 45 องศา กับแกน x และผ่านจุดโฟกัสทั้งสองของวงรี $x^2+3y^2-4x-2=0$ มีค่าเท่าใด

4. จงหาสมการไฮเพอร์โบลาในรูปทั่วไป ที่มีจุดศูนย์กลางอยู่ที่จุด $(4,-2)$ มีจุดโฟกัสจุดหนึ่งอยู่ที่ $(4,-5)$ และแกนตามขวางยาว 4 หน่วย พร้อมทั้งวาดกราฟ

ภาคผนวก ค ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

1. ผลประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
2. ผลประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
3. ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
4. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน ..30.... ข้อ)
5. ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน ...15.... ข้อ)
6. ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
7. ผลการประเมินประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4
8. ผลของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน
9. ผลของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนเรียนและหลังเรียน

ตาราง 18 แสดงผลประเมินความเหมาะสมของกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 1 เตรียมสอน เตรียมสื่อ และมอบหมายงาน						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4	1	4	3	1.73	ปานกลาง
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4	1	4	3	1.73	ปานกลาง
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	1	4	3	1.73	ปานกลาง
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	1	4	3	1.73	ปานกลาง
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4	1	4	3	1.73	ปานกลาง
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 2 ศึกษาเนื้อหาจากสื่อ และบันทึกการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4	4	4	4	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4	4	4	4	0.00	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4	4	4	4	0.00	มาก
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 3 สรุปสร้างมโนทัศน์ โดยใช้กลวิธีการคิดเป็นภาพ						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4	4	4	4	0.00	มาก
2. สอดคล้องกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ	4	4	4	4	0.00	มาก
3. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4	4	4	4	0.00	มาก

รายการประเมิน ขั้นตอนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
4. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
5. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
6. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4	4	4	4	0.00	มาก
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 4 ฝึกฝนความรู้						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4	4	4	4	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4	4	4	4	0.00	มาก
ขั้นตอนการเรียนรู้ที่ 5 ขั้นนำมโนทัศน์ไปใช้แก้ปัญหา						
1. สอดคล้องกับแนวคิดห้องเรียนกลับด้าน	4	4	4	4	0.00	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การเขียนแผนจัดการเรียนรู้ได้	4	4	4	4	0.00	มาก
3. เสริมสร้างมโนทัศทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
4. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่องเรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
5. มีความน่าสนใจ มีความโดดเด่น และมีเอกลักษณ์	4	4	4	4	0.00	มาก

ตาราง 19 แสดงผลประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

รายการประเมิน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
สาระสำคัญ						
1. สอดคล้องกับเรื่องที่สอน	4	4	4	4	0	มาก
2. เขียนสาระสำคัญในลักษณะความคิดรวบยอดหรือแก่นความรู้สำคัญ	4	4	4	4	0	มาก
จุดประสงค์การเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับตัวชี้วัดของกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	4	4	5	4.33	0.58	มาก
2. ชัดเจน นำไปสู่การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ได้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
3. ชัดเจน นำไปสู่การวัดผลและประเมินผลการเรียนรู้	4	4	5	4.33	0.58	มาก
สาระการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับสาระสำคัญ	4	4	4	4	0.00	มาก
2. เขียนสาระการเรียนรู้ในลักษณะของการขยายรายละเอียดของสาระสำคัญ	4	4	4	4	0.00	มาก
3. มีปริมาณและความลึกซึ้งเหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	4	4	0.00	มาก
กิจกรรมการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
2. เหมาะสมกับระดับชั้นของผู้เรียน	4	4	4	4	0.00	มาก
3. มีความน่าสนใจ	4	4	4	4	0.00	มาก
4. มีความเป็นไปได้ในการนำไปใช้สอนจริง	4	4	4	4	0.00	มาก
5. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
6. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทาง	4	4	4	4	0.00	มาก

รายการประเมิน แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	ความคิดเห็นผู้เชี่ยวชาญ			$\bar{x}$	S.D.	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3			
คณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์						
สื่อ						
1. สอดคล้องกับกิจกรรมการเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
2. เสริมสร้างมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
3. เสริมสร้างความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ เรื่อง เรขาคณิตวิเคราะห์	4	4	4	4	0.00	มาก
การวัดและประเมินผลการเรียนรู้						
1. สอดคล้องกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
2. วิธีการและเครื่องมือวัดผลเหมาะสมกับจุดประสงค์การเรียนรู้	4	4	4	4	0.00	มาก
3. เกณฑ์การประเมินผลการเรียนรู้มีความชัดเจน	4	4	4	4	0.00	มาก

ตาราง 20 แสดงผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้อง			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	-1	0.33	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
2	+1	+1	-1	0.33	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
3	+1	+1	0	0.67	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
9	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้อง			IOC	แปลผล
	1	2	3		
10	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
11	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
12	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
13	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
14	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
15	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
16	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
17	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
18	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
19	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
20	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
21	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
22	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
23	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
24	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
25	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
26	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
27	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
28	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
29	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
30	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

สรุปผลการประเมินความสอดคล้องของแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 มีค่า IOC เท่ากับ 1 จำนวน 27 ข้อ ค่า IOC เท่ากับ 0.67 จำนวน 1 ข้อ และค่า IOC เท่ากับ 0.33 จำนวน 2 ข้อ ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระดับ 0.94

ตาราง 21 ผลการวิเคราะห์ค่าอำนาจจำแนก (B) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 (จำนวน 30 ข้อ)

ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล	ข้อที่	ค่าอำนาจจำแนก (r)	แปลผล
1	0.7495	ใช้ได้	16	0.0953	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
2	0.3178	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	17	0.5983	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
3*	0.8088	ใช้ได้	18*	0.6906	ใช้ได้
4*	0.7127	ใช้ได้	19	0.2989	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
5*	0.7127	ใช้ได้	20	0.0755	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
6*	0.7127	ใช้ได้	21	0.2619	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
7	0.3584	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	22*	0.9400	ใช้ได้
8	0.0953	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	23	0.3741	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
9*	0.8088	ใช้ได้	24*	0.8088	ใช้ได้
10	0.3388	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	25	0.4773	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง
11	0.3580	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	26*	0.7822	ใช้ได้
12*	0.8088	ใช้ได้	27*	0.9400	ใช้ได้
13	0.2619	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	28*	0.9400	ใช้ได้
14	0.1530	ปรับปรุงหรือตัดทิ้ง	29*	0.7127	ใช้ได้
15*	0.8088	ใช้ได้	30*	0.7822	ใช้ได้

หมายเหตุ เครื่องหมาย * แสดงข้อสอบที่เลือก

ตาราง 22 ผลการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 จำนวน 8 ข้อ

ข้อที่	คะแนนความสอดคล้อง			IOC	แปลผล
	1	2	3		
1	+1	+1	+1	0.33	ใช้ได้
2	+1	+1	+1	0.33	ใช้ได้
3	+1	+1	+1	0.67	ใช้ได้
4	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
5	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
6	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
7	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้
8	+1	+1	+1	1.00	ใช้ได้

ตาราง 23 ผลการประเมินประสิทธิภาพการจัดกิจกรรมการเรียนรู้โดยใช้แนวคิดห้องเรียนกลับด้านร่วมกับกลวิธีการคิดเป็นภาพ เพื่อเสริมสร้างมโนทัศน์และความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

คนที่	คะแนนระหว่างเรียน (E_1)						E_2 (31)
	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 1 (20)	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 2 (20)	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 3 (20)	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 4 (20)	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 5 (20)	กิจกรรมการเรียนรู้ที่ 6 (20)	
1	20	20	20	20	20	16	31
2	20	20	20	20	16	16	30
3	20	20	20	16	16	16	28
4	20	16	16	16	12	12	27
5	16	16	16	12	12	12	25
6	20	16	12	12	12	8	22
7	16	12	12	12	12	12	18
8	16	12	12	12	12	8	15
9	16	16	12	12	8	8	14
รวม	164	148	140	132	120	108	210
เฉลี่ย	18.22	16.44	15.56	14.67	13.33	12.00	23.33
เฉลี่ยร้อยละ	91.11	82.22	77.78	73.33	66.67	60.00	75.27
E1/E2 = 75.19/75.27							

ตาราง 24 ผลของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ก่อนและหลังเรียน

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (15 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (15 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	12	14	2
2	14	14	0
3	15	15	0
4	9	11	2
5	8	9	1
6	6	8	2
7	7	8	1
8	12	14	2
9	3	7	4
10	4	8	4
11	12	13	1
12	11	11	0
13	10	14	4
14	15	15	0
15	14	14	0
16	12	12	0
17	13	14	1
18	12	14	2
19	10	13	3
20	9	12	3
21	8	10	2
22	8	11	3
23	6	9	3
24	10	12	2
25	7	11	4
26	12	12	0
27	11	13	2

28	9	10	1
29	5	9	4
30	13	15	2
$\bar{x}$	9.90	11.73	1.83
S.D.	3.22	2.41	1.39

ตาราง ผลของความสามารถการแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4

นักเรียนคนที่	คะแนนสอบก่อนเรียน (16 คะแนน)	คะแนนสอบหลังเรียน (16 คะแนน)	คะแนนผลต่าง
1	12	15	3
2	14	16	2
3	14	16	2
4	10	14	4
5	8	10	2
6	5	9	4
7	5	8	3
8	6	10	4
9	1	7	6
10	3	8	5
11	8	10	2
12	9	13	4
13	6	8	2
14	13	16	3
15	8	10	2
16	11	14	3
17	10	14	4
18	6	11	5
19	7	11	4
20	4	9	5
21	3	7	4
22	6	10	4

23	5	9	4
24	6	11	5
25	2	8	6
26	8	12	4
27	8	10	2
28	6	10	4
29	9	11	2
30	13	16	3
$\bar{x}$	7.53	11.10	3.57
S.D.	3.49	2.84	1.22