



ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

นัจจุชิตา มุสิกชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2



นัฐธิดา มุสิกชาติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต

สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์

คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

2565

ลิขสิทธิ์เป็นของมหาวิทยาลัยบูรพา

THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON 5Es INSTRUCTIONAL
MODEL AND THINK - PAIR - SHARE TECHNIQUE ON REASONING ABILITY AND
MATHEMATICAL CONCEPT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS



NUTTIDA MUSIKACHAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF
THE REQUIREMENTS FOR THE MASTER DEGREE OF EDUCATION
IN MATHEMATICS TEACHING
FACULTY OF EDUCATION
BURAPHA UNIVERSITY

2022


COPYRIGHT OF BURAPHA UNIVERSITY

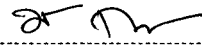
คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์และคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ได้พิจารณา
วิทยานิพนธ์ของ นัฐธิดา มุสิกชาติ ฉบับนี้แล้ว เห็นสมควรรับเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาดม
หลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัยบูรพาได้

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์

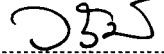
คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

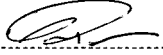
อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก

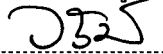

.....
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)

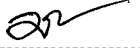

..... ประธาน
(รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล)


อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม


.....
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร)


..... กรรมการ
(ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์)



..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร)


..... กรรมการ
(ดร.พรรณทิพา ตันตินัย)


..... คณบดีคณะศึกษาศาสตร์
(รองศาสตราจารย์ ดร. สฎายุ ธีระวิชิตระกุล)

วันที่ 6 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของ
การศึกษาดมหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ของมหาวิทยาลัย
บูรพา


..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)

วันที่ 16 เดือน มิถุนายน พ.ศ. 2565



284813971

62920072: สาขาวิชา: การสอนคณิตศาสตร์; กศ.ม. (การสอนคณิตศาสตร์)

คำสำคัญ: การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน, เทคนิค Think-Pair-Share, ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์, มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นวัตริกา มุสิกชาติ : ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. (THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON 5Es INSTRUCTIONAL MODEL AND THINK - PAIR - SHARE TECHNIQUE ON REASONING ABILITY AND MATHEMATICAL CONCEPT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS) คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: คมสัน ตรีไพบูลย์, กศ.ด., เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, กศ.ด. ปี พ.ศ. 2565.

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผล และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดโนนสภารามฯ จ.สระบุรี จำนวน 26 คน ซึ่งได้มาจากการสุ่มตัวอย่างแบบกลุ่ม เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ แผนการจัดการเรียนรู้ จำนวน 9 แผน แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่มีค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 วิเคราะห์ผลด้วยสถิติ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และการทดสอบที แบบกลุ่มตัวอย่างเดียว

ผลการวิจัยพบว่า 1) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้ มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 2) นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้ มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

62920072: MAJOR: MATHEMATICS TEACHING; M.Ed. (MATHEMATICS TEACHING)

KEYWORDS: learning management based on 5es instructional model, think - pair - share technique, mathematical concept, mathematical reasoning ability

NUTTIDA MUSIKACHAT : THE EFFECTS OF LEARNING MANAGEMENT BASED ON 5ES INSTRUCTIONAL MODEL AND THINK - PAIR -SHARE TECHNIQUE ON REASONING ABILITY AND MATHEMATICAL CONCEPT OF MATHAYOMSUKSA 2 STUDENTS. ADVISORY COMMITTEE: KOMSAN TREEPIBOON, Ed.D., VETCHARIT ANGGANAPATTARAKAJORN, Ed.D. 2022.

The purposes of this research were to compare the student's reasoning ability and mathematical concept of Mathayomsuksa II students after using the learning management based on 5es instructional model and the think - pair - share technique with 70 percent criterion. The subjects of this study were 26 Mathayomsuksa II students in the second semester of the 2021 academic year at Watnonsaparam School in Saraburi. They were randomly selected by using cluster random sampling. The instruments used in the study were; 9 lesson plans, mathematical reasoning ability test (with reliability of 0.82) and mathematical concept test (with reliability of 0.78). The data were analyzed by mean, standard deviation, and *t*-test for one sample group.

Research results were 1) After using the learning ,the average score of Mathayomsuksa II students' mathematical reasoning ability were higher than the criteria of 70 percent with statistical significance at the level of 0.05, and 2) After using the learning ,the average score of Mathayomsuksa II students' mathematical concepts were higher than the criteria of 70 percent with statistical significance at the level of 0.05.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดีด้วยความอนุเคราะห์จาก ดร.คมสัน ศรีไพพลย์ อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก และ รองศาสตราจารย์ ดร.เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร อาจารย์ที่ปรึกษาร่วมที่ได้เสียสละเวลาอันมีค่าเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ ด้วยความเอาใจใส่อย่างยิ่งตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่ง จึงกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.มารุต พัฒนาผล ประธานกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ดร.พรรณทิพา ตันตินัย กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ ให้กรุณาให้คำแนะนำในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตินิ เลิศประไพ อาจารย์พัฒนา ฉายลี้ม อาจารย์นฤมล น้อยจ่ายสิน และอาจารย์หนึ่งฤทัย เข้มทิศ ที่กรุณาอุทิศเวลาในการเป็นผู้เชี่ยวชาญตรวจสอบคุณภาพเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ โดยได้ให้คำแนะนำ และแก้ไขข้อบกพร่องต่าง ๆ เป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณผู้บริหารและคณะครู โรงเรียนวัด โนนสภาราม(นารด วาจาวุฑธ อุปถัมภ์) ที่ให้ความอนุเคราะห์และอำนวยความสะดวกในการเก็บรวบรวมข้อมูลในการทำวิจัยครั้งนี้ และขอบคุณนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้ให้ความร่วมมือในการทดลองและเก็บรวบรวมข้อมูลเป็นอย่างดี

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ คุณตา รวมถึงญาติมิตรทุกท่าน ที่คอยส่งเสริม และสนับสนุน เป็นกำลังใจที่ดียิ่งของผู้วิจัย และขอขอบคุณเพื่อน ๆ พี่น้อง นิสิตปริญญาโท สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ ที่คอยให้กำลังใจ ให้ความช่วยเหลือและยังร่วมทุกข์ร่วมสุขกับผู้วิจัยเสมอมา

คุณความดีทั้งหลายอันเกิดจากการทำวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยขอบพระคุณเป็นเครื่องบูชาพระคุณของ บิดา มารดา และครูอาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทความรู้แก่ผู้วิจัยทั้งในอดีตและปัจจุบัน ทำให้ผู้วิจัยเป็นผู้มีการศึกษาและประสบความสำเร็จมาจนตราบนานเท่านานนี้

นัฐธิดา มุสิกชาติ

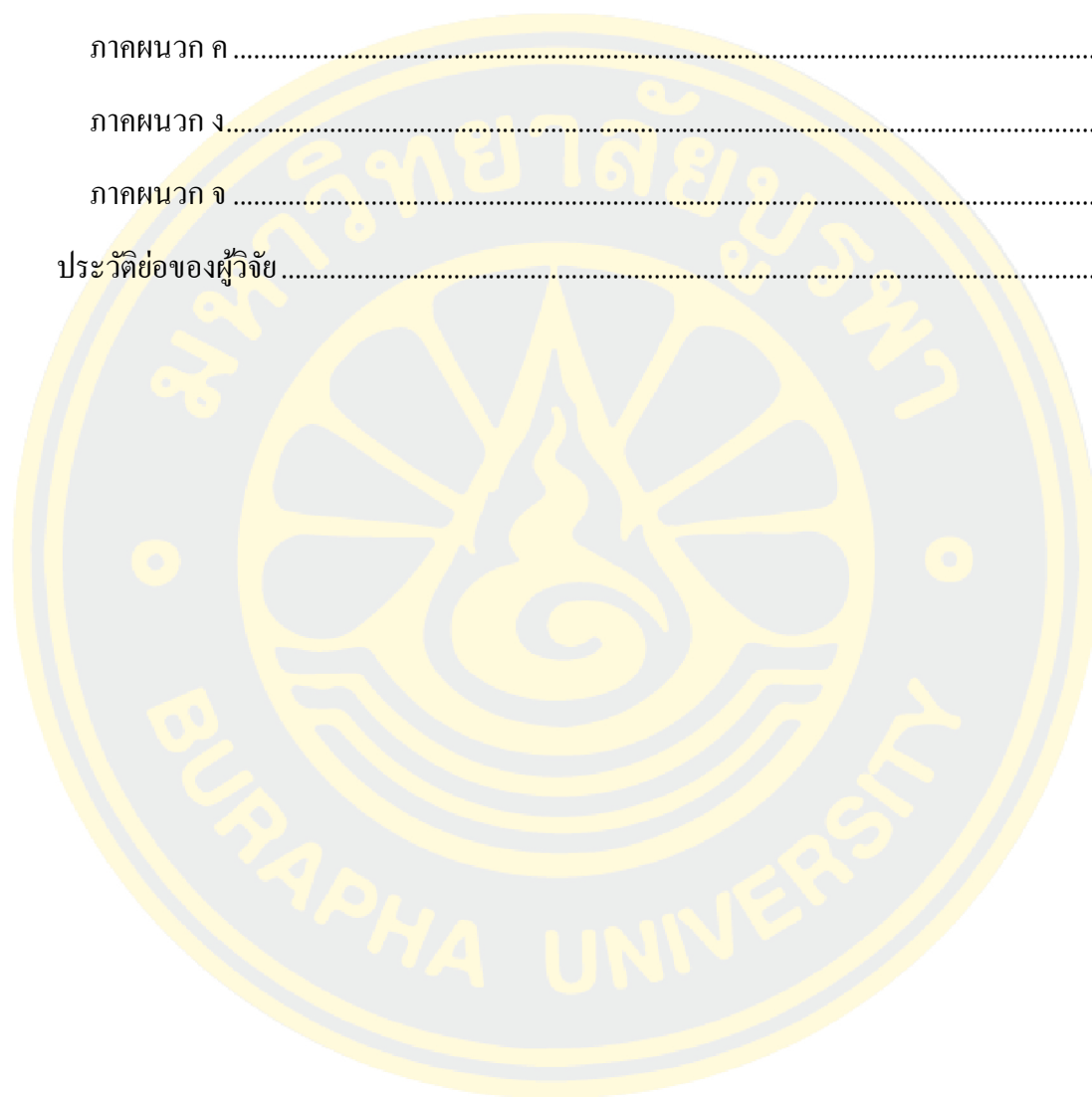
สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ	ช
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญภาพ	๗
บทที่ 1 บทนำ.....	1
ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
วัตถุประสงค์ของการวิจัย	9
สมมติฐานของการวิจัย	9
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย	9
ขอบเขตของการวิจัย.....	10
นิยามศัพท์เฉพาะ	11
กรอบแนวคิดของการวิจัย.....	13
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	15
1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. 2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551	17
1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์	17
1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3.....	17
1.3 สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์	19
1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์.....	20

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)	21
2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้	21
2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	22
2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	23
2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	35
2.5 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน	41
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share	43
3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	43
3.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ	45
3.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share	50
3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share	51
3.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share	54
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share	55
4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)	55
4.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share	56
4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share	56
5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	59
5.1 ความหมายของการให้เหตุผล	59
5.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	61
5.3 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	62
5.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	63

5.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	64
6. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	70
6.1 ความหมายของมโนทัศน์.....	70
6.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	71
6.3 ความสำคัญของมโนทัศน์.....	72
6.4 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	73
6.5 แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	74
6.6 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	76
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	78
7.1 งานวิจัยในประเทศ.....	78
7.2 งานวิจัยต่างประเทศ.....	80
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	82
ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง.....	82
เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย.....	82
การเก็บรวบรวมข้อมูล.....	103
การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย.....	104
บทที่ 4 ผลการวิจัย.....	108
สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล.....	108
บทที่ 5 สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ.....	120
สรุปผลการวิจัย.....	121
อภิปรายผล.....	121
ข้อเสนอแนะ.....	128
บรรณานุกรม.....	129

ภาคผนวก	134
ภาคผนวก ก	135
ภาคผนวก ข	142
ภาคผนวก ค	168
ภาคผนวก ง	188
ภาคผนวก จ	190
ประวัติย่อของผู้วิจัย	196



สารบัญญัตินี้

หน้า

ตารางที่ 1	มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ใช้ในงานวิจัย.....	20
ตารางที่ 2	สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของผู้วิจัย 30	
ตารางที่ 3	บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของพิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ	36
ตารางที่ 4	บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของ สกฤต มุลแสดง.....	38
ตารางที่ 5	การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share	53
ตารางที่ 6	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกะ ภัทรขจร	68
ตารางที่ 7	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของสุวิทย์ มุลคำ ..	68
ตารางที่ 8	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้น สงวน	69
ตารางที่ 9	เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย	69
ตารางที่ 10	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกะภัทรขจร .	77
ตารางที่ 11	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย.....	78
ตารางที่ 12	การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	84
ตารางที่ 13	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	93
ตารางที่ 14	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	95
ตารางที่ 15	การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ จำนวนจริง.....	98
ตารางที่ 16	เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	101

ตารางที่ 17 แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัย	103
ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับ เกณฑ์ร้อยละ 70.....	109
ตารางที่ 19 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์.....	109
ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70.....	115
ตารางที่ 21 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์การ ให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	115
ตารางที่ 22 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 1 เรื่อง การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมซ้ำ	169
ตารางที่ 23 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 2 เรื่อง การเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน	170
ตารางที่ 24 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	171
ตารางที่ 25 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 4 เรื่อง การหารากที่สองโดยใช้บทนิยาม.....	172
ตารางที่ 26 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 5 เรื่อง การหารากที่สองโดยการแยกตัวประกอบและการประมาณค่า.....	173
ตารางที่ 27 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทาง คณิตศาสตร์ แผนที่ 6 เรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สอง	174

ตารางที่ 28 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 7 เรื่อง การหารากที่สามโดยใช้บทนิยาม.....	175
ตารางที่ 29 ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 8 เรื่อง การหารากที่สามโดยการแยกตัวประกอบ	176
ตารางที่ 30 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 9 เรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สาม	177
ตารางที่ 31 ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	178
ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง	179
ตารางที่ 33 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง.....	180
ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	182
ตารางที่ 35 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์.....	183
ตารางที่ 36 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1	184
ตารางที่ 37 คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1	186

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1 กรอบแนวคิดการวิจัย	14
ภาพที่ 2 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair -Share ของผู้วิจัย	58
ภาพที่ 3 ลำดับขั้นของการคิดตามแนวคิดของ Krulik and Rudnick	60
ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 4 คะแนน ..	111
ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน ..	111
ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน ..	112
ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน ..	113
ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน ..	113
ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน ..	114
ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน ..	114
ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน	116
ภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน	117
ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน	117
ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน	118
ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน	119
ภาพที่ 16 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน	119
ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample.....	189
ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample	189

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐานในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัยและสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 8) โดยกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์จัดเป็น 3 สาระ ได้แก่ สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต, สาระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต และสาระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 2) เนื่องจากคณิตศาสตร์มีความสำคัญทั้งในแง่ของการใช้งานในชีวิตจริง และการพัฒนาการศึกษาให้กับคนในสังคม จึงมีความจำเป็นสำหรับการดำรงชีวิตและการพัฒนาความเจริญก้าวหน้าในทุกยุคทุกสมัยอย่างต่อเนื่อง และในปัจจุบัน คณิตศาสตร์ยังมีความสำคัญมากขึ้นในมุมมองของการเป็นศาสตร์แห่งการพัฒนาความคิด ความเป็นเหตุเป็นผล และการมีส่วนร่วมในการพัฒนาทักษะชีวิต (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 4)

จากความสำคัญของคณิตศาสตร์จะเห็นได้ว่า การให้เหตุผลเป็นทักษะหนึ่งที่สำคัญ เนื่องจากการให้เหตุผลเป็นทักษะกระบวนการที่ส่งเสริมให้นักเรียนรู้จักคิดอย่างมีเหตุผล คิดอย่างเป็นระบบ สามารถวิเคราะห์ปัญหาและสถานการณ์ได้อย่างถี่ถ้วนรอบคอบ สามารถคาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ และแก้ปัญหาได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม การคิดอย่างมีเหตุผลเป็นเครื่องมือสำคัญที่นักเรียนสามารถนำติดตัวไปใช้ในการพัฒนาตนเอง ในการเรียนรู้สิ่งใหม่ ๆ ในการทำงาน และการดำรงชีวิต ดังนั้น การคิดอย่างมีเหตุผลจึงเป็นหัวใจสำคัญของการสอนคณิตศาสตร์ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555ก, หน้า 39) นอกจากทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์แล้ว ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่สำคัญ ซึ่งความรู้ทางคณิตศาสตร์ แบ่งเป็น 2 ประเภท คือ ความรู้เชิงมโนทัศน์ที่เป็นความรู้เกี่ยวกับโครงสร้างของคณิตศาสตร์ เป็นความรู้

เกี่ยวกับความสัมพันธ์หรือความเกี่ยวข้องกันของสิ่งที่ใช้อธิบายและให้ความหมายของกระบวนการทางคณิตศาสตร์ รวมทั้งเป็นความรู้เกี่ยวกับความคิดรวบยอด ทฤษฎีและที่มีหรือเหตุผลของขั้นตอนวิธีการทางคณิตศาสตร์ ส่วนอีกประเภทหนึ่งคือความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการเป็นความรู้เกี่ยวกับการคำนวณ การระบุปัญหา การใช้กฎ กลวิธี และขั้นตอนในการดำเนินการทางคณิตศาสตร์ โดยที่ความรู้และทักษะกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นของกลุ่มกัน เมื่อมีความรู้จำเป็นต้องมีทักษะจึงสามารถนำความรู้ไปใช้ให้เกิดประโยชน์ได้(อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 3-5 ,11) ซึ่งมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา และการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 15) ซึ่งมโนทัศน์จะทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้แล้วมโนทัศน์จะทำให้คนเราได้ค้นพบความรู้ใหม่อีกด้วย (Cooney, Davis, & Henderson, 1975, pp. 89-90)

จาก โปรแกรม ประเมิน โครงการ PISA (Programme for international student assessment) ที่มีการประเมินการรู้เรื่องคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นความสามารถของบุคคลในการคิดใช้และตีความคณิตศาสตร์ในสถานการณ์ต่าง ๆ ที่หลากหลาย รวมถึงให้เหตุผลอย่างเป็นคณิตศาสตร์ ใช้แนวคิดและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในการอธิบาย และทำนายปรากฏการณ์ต่าง ๆ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2560) จากการรายงานผลการประเมิน PISA 2012 (Programme for international student assessment 2012), PISA 2015 (Programme for international student assessment 2015) และ PISA 2018 (Programme for international student assessment 2018) พบว่า นักเรียนไทยได้คะแนนเฉลี่ย 427, 415 และ 419 คะแนนตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าค่าเฉลี่ย OECD (Organisation for economic co-operation and development) ที่มีค่าเฉลี่ยมาตรฐานที่ 494, 490 และ 489 คะแนน ตามลำดับ (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2562)และจากการศึกษาแนวโน้มการจัดการศึกษาคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ระดับนานาชาติ พ.ศ. 2558 (Trends in International mathematics and Science Study 2015; TIMSS 2015) ซึ่งมีการประเมิน ในวิชาคณิตศาสตร์ของชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ในด้านเนื้อหาวิชา (Content Domain) ประกอบด้วย เรื่องจำนวน พีชคณิต เรขาคณิต และข้อมูลและโอกาส และด้านพฤติกรรมการเรียนรู้ (Cognitive Domain) ประกอบด้วยด้านความรู้ และประยุกต์ใช้ความรู้ และการใช้เหตุผล ซึ่งผลการประเมิน

พบว่า นักเรียนไทยมีคะแนนเฉลี่ย 431 คะแนน ซึ่งต่ำกว่าค่ากลางของการประเมิน คือ 500 คะแนน และเมื่อจำแนกตามเนื้อหาวิชาและจำแนกตามพฤติกรรมการเรียนรู้ พบว่า คะแนนเฉลี่ยเรื่องจำนวนเท่ากับ 430 คะแนน และคะแนนเฉลี่ยด้านการใช้เหตุผลเท่ากับ 436 คะแนน (สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี, 2555, หน้า 1) ซึ่งจากข้อมูลข้างต้น แสดงให้เห็นว่านักเรียนจำนวนไม่น้อยยังคงมีความสามารถเกี่ยวกับการแสดงหรือการอ้างอิงเหตุผล ทำให้นักเรียนไม่สามารถนำความรู้คณิตศาสตร์ไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ

นอกจากนี้ จากผล O-NET (Ordinary National Educational Test) : การทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน ซึ่งเป็นแบบทดสอบเพื่อทดสอบความรู้และความคิดรวบยอดของนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 และชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 6 ตามมาตรฐานการเรียนรู้ในหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 (สถาบันทดสอบทางการศึกษา, 2563) โดยการทดสอบวัดผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560 - 2562 โดยมีคะแนนเฉลี่ย 26.30, 30.04 และ 26.73 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าเกณฑ์ร้อยละ 50 และจากการศึกษาคะแนนผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินิยมขั้นพื้นฐาน (O-NET) ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ในปีการศึกษา 2560-2562 ของโรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารถ วาจาอุท อุปลัมภ์) จังหวัดสระบุรี สังกัดสำนักงานเขตพื้นที่การศึกษาประถมศึกษา สระบุรี เขต 1 ปรากฏว่าผลการประเมินในกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 21.09, 24.82 และ 22.07 ตามลำดับ ซึ่งต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ และเมื่อนำมาจำแนกคะแนนเฉลี่ยตามสาระที่ 1 คือ จำนวนและการดำเนินการ ในมาตรฐานการเรียนรู้ ค.1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวนและการใช้จำนวนในชีวิตจริง ได้คะแนนเฉลี่ยร้อยละ 6.06, 20.51 และ 37.40 (โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาอุท อุปลัมภ์), 2562) ซึ่งคะแนนข้างต้นล้วนต่ำกว่าคะแนนเฉลี่ยระดับประเทศ คือ 17.39, 24.46 และ 37.65 และจากการสัมภาษณ์ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารถ วาจาอุท อุปลัมภ์) จังหวัดสระบุรี พบว่า นักเรียนส่วนใหญ่ยังมีพื้นฐานทางคณิตศาสตร์ไม่ดีพอ ในการที่จะนำความรู้ไปใช้และไม่เข้าใจเกี่ยวกับมโนทัศน์หรือความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหานั้น เช่น ในเนื้อหาเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ซึ่งนักเรียนไม่สามารถสรุปเป็นหลักการ บทนิยามหรือมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ได้ และนักเรียนไม่สามารถนำความรู้ที่ได้มาประยุกต์ใช้ในการทำโจทย์ที่มีความซับซ้อนขึ้นได้ รวมถึงการให้เหตุผลประกอบคำตอบ หรือแสดงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ หรือข้อสนับสนุนของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ ซึ่งเป็นผลมาจากที่

นักเรียนยังขาดความเข้าใจในเนื้อหาที่เรียน (จันทิมา วงษ์จิ, สัมภาษณ์, 3 มีนาคม 2563) สอดคล้องกับ สมพร พลจันทร์ (2556, หน้า 183) ที่ได้ศึกษาการวิเคราะห์ห่ม โนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 พบว่านักเรียนขาดความเข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับนิยาม และสมบัติของจำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ หลักการหารากที่สอง และหลักการหารากที่สาม ซึ่งเกิดจากการขาดความระมัดระวังในการคิดคำนวณ ขาดการไตร่ตรองในการให้เหตุผล และขาดความรอบคอบในการทำแบบทดสอบ แล้วจึงทำให้เกิดข้อผิดพลาดที่เกิดจากการ ละเลยการใช้ข้อมูลที่เป็นในขั้นตอนการแก้ปัญหา หรือว่าทำผิดพลาดโดยหาคำตอบในสิ่งที่ไม่ต้องการ และเกิดจากการคัดลอก โจทย์ผิด อีกทั้งยังเกิดจากการแปลความหมายสัญลักษณ์ สูตร กฎ ทฤษฎี ที่แตกต่างไปจากข้อตกลงที่เป็นที่ยอมรับ โดยทั่วไป หรือเกิดจากการตีความจากความเข้าใจที่ได้มาจากแนวความคิดหรือความรู้ที่ไม่ถูกต้อง ความรู้ที่ไม่สมบูรณ์ คลุมเครือ จนทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือเกิดจากการแสดงขั้นตอน ในการทำแบบทดสอบถูกต้อง แต่คำตอบที่ได้มาผิด หรือทำแบบทดสอบไม่เสร็จสิ้นสมบูรณ์ หรือขั้นตอนในการทำแบบทดสอบผิด แต่คำตอบที่ได้มานั้นถูกต้อง ทำให้เกิดข้อผิดพลาดขึ้น หรือเกิดจากการแสดงขั้นตอนในการทำแบบทดสอบถูกต้อง

เมื่อพิจารณาจากปัญหาดังกล่าว จะเห็นได้ว่าวิชาคณิตศาสตร์เป็นวิชาที่มีลักษณะเป็นนามธรรมทำให้การเรียนการสอนไม่บรรลุตามจุดมุ่งหมายตามที่หลักสูตรกำหนด(ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 339) ซึ่งการเรียนการสอนคณิตศาสตร์มักเริ่มที่ครูสอนทฤษฎีบท กฎ สูตร นิยาม แล้วให้ตัวอย่างที่ครูทำให้อู ตัวอย่างที่ครูสอนและนักเรียนช่วยกันทำ ตัวอย่างที่นักเรียนทำเอง ตามด้วยการสรุปบทเรียน การให้นักเรียนทำแบบฝึกหัด และจบลงที่การให้การบ้าน ซึ่งการทำขั้นตอนเหล่านี้ใช้เวลาไม่น้อย ทำให้จัดกิจกรรมเพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เพิ่มอีกคงเป็นไปได้ยาก (อัมพร ม้าคนอง, 2553, หน้า 197)ซึ่งสอดคล้องกับคำกล่าวของ บุญเลี้ยง ทุมทอง (2554, หน้า 49) ได้กล่าวว่า การสอนคณิตศาสตร์ที่ผู้สอนเริ่มต้นจากการสอนโดยขั้นตอนหรือวิธีการให้ผู้เรียน ก่อนที่จะได้สอนให้ผู้เรียนเข้าใจมโนทัศน์ของเนื้อหานั้น อาจมีผลต่อความรู้ทางคณิตศาสตร์ของผู้เรียนในระยะยาว เนื่องจากผู้เรียนจะไม่ได้พัฒนาความเข้าใจอย่างถ่องแท้ในเนื้อหาคณิตศาสตร์ อีกทั้งการสอนของครูที่ส่วนใหญ่ยังเป็นผู้บรรยายให้ความรู้มากกว่าส่งเสริมการเรียนรู้ โดยไม่ได้เน้นให้นักเรียนมีปฏิสัมพันธ์ในขณะที่ดำเนินการเรียนการสอน และนักเรียนไม่ได้เรียนรู้โดยการมีส่วนร่วมในการทำกิจกรรมกับผู้อื่น(สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา, 2556, หน้า 13-14)

จากเอกสารการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้แนวทางไว้ว่า การที่จะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ (เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, 2554, หน้า 35) นอกจากนี้ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิด การคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิด และแก้ปัญหาด้วยกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 176-179) และจัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้ นอกจากนี้จึงควรพยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้ (อัมพร ม้าคนอง, 2557, หน้า 22) ด้วยเหตุนี้ผู้วิจัยจึงศึกษารูปแบบการสอนและเทคนิคการสอนต่างๆ เพื่อให้การจัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้นและเน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมมากขึ้น ซึ่งการจัดการเรียนการสอนที่น่าสนใจและสอดคล้องกับแนวคิดข้างต้น คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบค้น ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง (เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร, 2555, หน้า 95) ซึ่งมี 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้ 1) ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ 2) ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจรวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ 3)

ชั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น 4) ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น 5) ชั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้ (Bybee et al., 2006, p.8-10 ; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551, หน้า 39 ; พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2552, หน้า 19; เวชฎาทิ อังกนะภักทขจร, 2555, หน้า 95-96 ; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558, หน้า 47-49) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) จะช่วยส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดสติปัญญาของตนเองอย่างมีอิสระและช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยขาดการตรวจสอบ (พรพิมล พรพิรชนม์, 2551, หน้า 128) ซึ่งนักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบความคิดและวิธีแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้ กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย (ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์, 2552, หน้า 332) นอกจากนี้เห็นได้จากงานวิจัยของ ชญานิษฐ์ นवलนุช (2560) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่าความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ดิษพล เนตรนิมิตร (2558) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) จะเห็นได้ว่านักเรียนจะได้ค้นคว้า เก็บรวบรวมข้อมูล และลงมือปฏิบัติด้วยตนเอง จนได้ข้อสรุปและสร้างองค์ความรู้หรือมโนทัศน์ด้วยตนเอง พร้อมทั้งนำข้อสรุปหรือหลักการไปใช้ในสถานการณ์ในชีวิตประจำวันได้ แต่

อย่างไรก็ตาม การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) มีข้อจำกัดเช่นกัน โดยมีนักการศึกษากล่าวไว้ว่า ข้อจำกัดเรื่องสติปัญญาอาจทำให้นักเรียนไม่สามารถศึกษาด้วยวิธีการสอนแบบนี้ โดยนักเรียนไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ หรือได้รับการกระตุ้นมากพอจะไม่สามารถเรียนด้วยวิธีการสอนแบบนี้ได้ (พิมพันธ์ เดชะคุปต์, 2541, หน้า 61) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) เป็นการจัดการเรียนรู้ที่ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้ และถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เร้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียน (สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ 2553, หน้า 142) สอดคล้องกับ ภพ เลหาไพบุลย์ (2542, หน้า 157) กล่าวว่า นักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ และเนื้อหาค่อนข้างยาก นักเรียนอาจจะไม่สามารถศึกษาหาความรู้ด้วยตนเองได้ การเรียนแบบร่วมมือจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาเป็นส่วนเสริม โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เป็นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นกลุ่ม โดยกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้แต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกันจึงต้องอาศัยซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าในด้านวิชาการ แต่คนที่เรียนอ่อนในด้านวิชาการอาจเก่งด้านการพูด หรือด้านการช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเห็นใจกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมีความผูกพันกัน โดยยึดหลักว่าความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม (ลักขณา ศรีวัฒน์, 2557, หน้า 195) ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีหลากหลายเทคนิค ซึ่งแต่ละเทคนิคจะมีกระบวนการที่แตกต่างกันไป จึงจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาและวิชานั้น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ในงานวิจัยนี้จะใช้การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Think - Pair - Share มีขั้นตอนดังนี้ 1) การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง 2) จับคู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ 3) แลกเปลี่ยน (Share) ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง และครูทวนคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง (Lyman, 1981 ; Byerley, 2002 ; สสวท., 2556 ; สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีรเกียรติสุนทร, 2556) โดยจะนำการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไปแทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ในขั้นสร้างความสนใจ, ขั้นสำรวจและค้นหา และขั้นอธิบาย ซึ่งเทคนิค Think - Pair - Share เป็นเทคนิคที่จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจเช่นกัน และฝึกให้กล้าแสดงความคิดเห็น จะทำให้

นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป (สมบัติ การจนารักพงศ์, 2547, หน้า 12) และนักเรียนจะได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง อีกทั้งยังฝึกทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี ฝึกการเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น และยังสามารถนำไปใช้ ทั้งในเนื้อหาสาระความรู้เดียวกันและต่างกัน ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ (วัฒนาพร กระจับทุกข์, 2541, หน้า 32) นอกจากนี้เห็นได้จากงานวิจัยของ ชัญญา แนวคง (2561) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อเมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนได้คะแนนเฉลี่ยเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 79.32 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และนักเรียนมีคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ร้อยละ 78.70 ซึ่งสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ ชัญญากรณ ชัดทา (2558, หน้า 89) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

จากเหตุผลที่กล่าวมาผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะนำการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) มาร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share โดยผู้เรียนจะมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดคนเดียวก่อน แล้วจึงสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ แล้วจับคู่กันเพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ จากนั้นนำไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นจนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเอง โดยมีครูตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด ให้คำปรึกษาชี้แนะดังนั้นผู้วิจัยจึงทำการศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) มาร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้น

มัธยมศึกษาปีที่ 2 เพื่อเป็นแนวทางในการจัดการเรียนการสอนในวิชาคณิตศาสตร์ให้มีประสิทธิภาพ
สูงที่สุด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70
2. เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70

สมมติฐานของการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย

1. ได้แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่สามารถนำไปพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

3. เป็นแนวทางสำหรับครูและผู้ที่สนใจในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่ส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ขอบเขตของการวิจัย

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

1.1 ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารด วาจาอุท อุปถัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 48 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดแบบละความสามารถ

1.2 กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารด วาจาอุท อุปถัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 26 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบละความสามารถ ผู้วิจัยจึงทำการจับฉลาก 1 ห้อง จากทั้งหมด 2 ห้อง ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

2. ขอบเขตเนื้อหา

เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตามตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ซึ่งเนื้อหาประกอบด้วย

2.1 เศษส่วนและทศนิยมซ้ำ	2 ชั่วโมง
2.2 จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	2 ชั่วโมง
2.3 รากที่สอง	5 ชั่วโมง
2.4 รากที่สาม	3 ชั่วโมง
รวม	12 ชั่วโมง

3. ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัย

ระยะเวลาที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองด้วยตนเองในภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 ใช้เวลาในการดำเนินการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จำนวน 12 ชั่วโมง และทดสอบหลังเรียนจำนวน 2 ชั่วโมง รวมทั้งสิ้นใช้เวลา 14 ชั่วโมง

4. ตัวแปรที่ใช้ในการวิจัย

4.1 ตัวแปรอิสระ คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

4.2 ตัวแปรตาม ได้แก่

4.2.1 ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

4.2.2 มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

นิยามศัพท์เฉพาะ

1. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนจะต้องสำรวจและค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูกระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเอง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นตอนที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบวัดความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้

2. เทคนิค Think - Pair – Share หมายถึง วิธีการส่งเสริมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากให้นักเรียนได้คิดคนเดียวก่อน แล้วจับคู่กันคิด จากนั้นนำความคิดของทั้งคู่ที่มั่นใจว่าคำตอบถูกต้องหรือดีที่สุดไปอภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง
2. จับคู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
3. แลกเปลี่ยน (Share) ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง และครูทวนคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง

3. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดคนเดียวก่อน โดยการสำรวจ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ แล้วจับคู่กันคิดอภิปรายถึงคำตอบของแต่ละคนและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ จากนั้นนำไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นจนทำให้เกิดความเข้าใจ และโดยครูกระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ สรุปลงเป็นหลักการจนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเองได้ ซึ่งผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share โดยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share แทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต คิด(Think) ซึ่งครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติเพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนจับคู่ (Pair) กับเพื่อนพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคู่ นำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ แลกเปลี่ยน(Share) อธิบายและให้เหตุผลประกอบ ให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและให้เหตุผลประกอบ ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น

5. **ขั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้

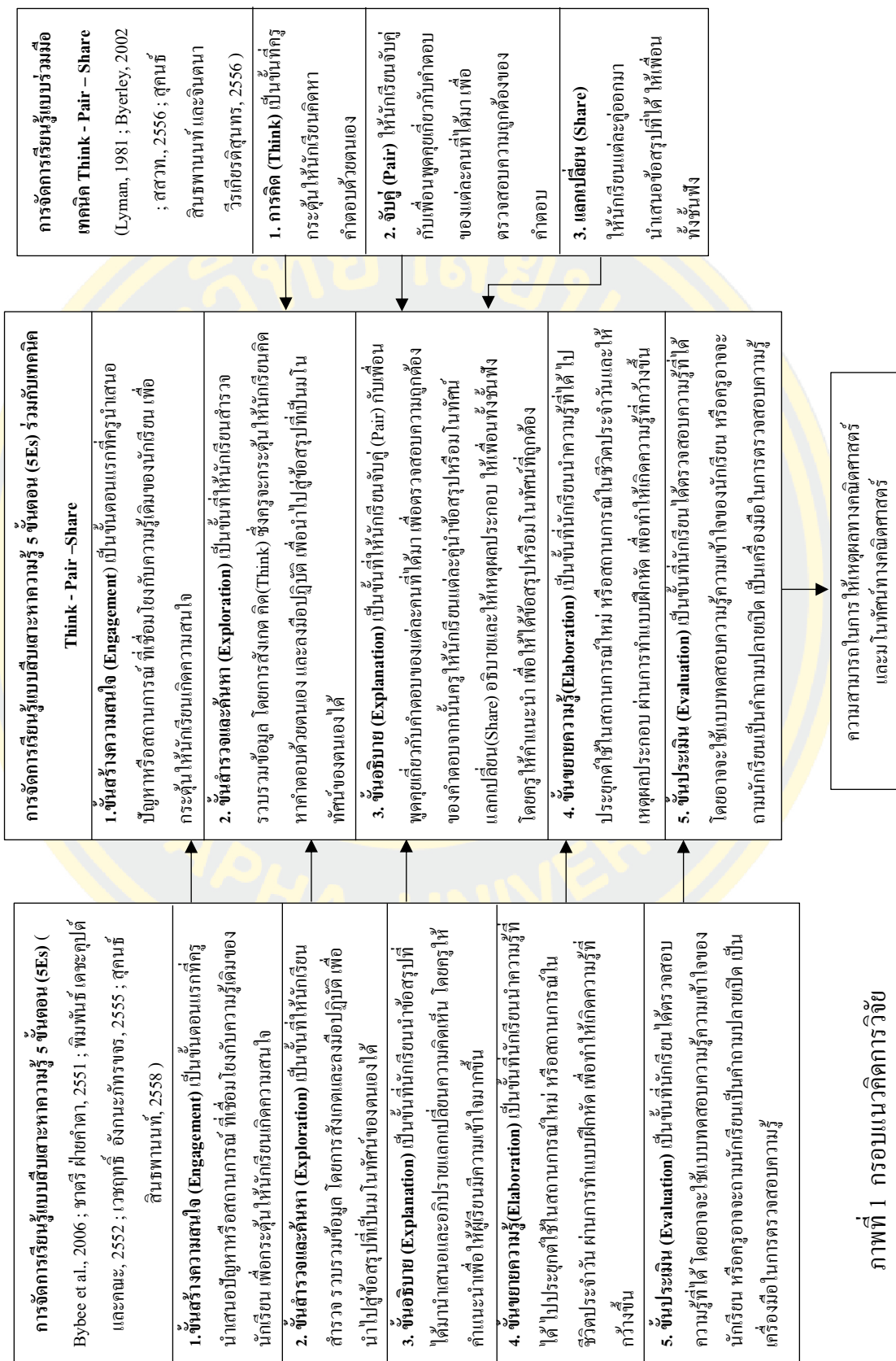
4. **ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์** หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายแนวคิดของตนเอง ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

5. **มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์** หมายถึง ความสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปบทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ ซึ่งวัดโดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

6. **เกณฑ์** หมายถึง คะแนนเฉลี่ยขั้นต่ำที่จะยอมรับว่านักเรียนมีความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ซึ่งผู้วิจัยใช้เกณฑ์ร้อยละ 70 ของคะแนนรวมซึ่งอยู่ในระดับดี ตามกระทรวงศึกษาธิการ (2552, หน้า 14)

กรอบแนวคิดของการวิจัย

กรอบแนวคิดของการวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 แสดงได้ดังภาพที่ 1



บทที่ 2

เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้ศึกษาค้นคว้าตำรา เอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551
 - 1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์
 - 1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3
 - 1.3 สาระการเรียนรู้ และมาตรฐานการเรียนรู้
 - 1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์
2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
 - 2.1 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้
 - 2.2 ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
 - 2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
 - 2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
 - 2.5 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน(5Es)
3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share
 - 3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ
 - 3.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share
 - 3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share
 - 3.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share
4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

- 4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
- 4.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share
- 4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค

Think - Pair – Share

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 5.1 ความหมายของการให้เหตุผล
 - 5.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 5.3 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 5.4 ประเภทของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 5.5 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
 - 5.6 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
6. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.1 ความหมายของมโนทัศน์
 - 6.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.3 ความสำคัญของมโนทัศน์
 - 6.4 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.5 แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
 - 6.6 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
 - 7.1 งานวิจัยในประเทศ
 - 7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

1. ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551

กระทรวงศึกษาธิการ โดยสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ได้ดำเนินการจัดทำตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ดังนี้

1.1 ความสำคัญของคณิตศาสตร์

คณิตศาสตร์มีบทบาทสำคัญยิ่งต่อความสำเร็จในการเรียนรู้ในศตวรรษที่ 21 เนื่องจากคณิตศาสตร์ช่วยให้มนุษย์มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ คิดอย่างมีเหตุผล เป็นระบบ มีแบบแผน สามารถวิเคราะห์ปัญหาหรือสถานการณ์ได้อย่างรอบคอบและถี่ถ้วน ช่วยให้คาดการณ์ วางแผน ตัดสินใจ แก้ปัญหา ได้อย่างถูกต้องเหมาะสมและสามารถนำไปใช้ในชีวิตจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้คณิตศาสตร์ยังเป็นเครื่องมือในการศึกษาด้านวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี และศาสตร์อื่น ๆ อันเป็นรากฐาน ในการพัฒนาทรัพยากรบุคคลของชาติให้มีคุณภาพและพัฒนาเศรษฐกิจของประเทศให้ทัดเทียมกับนานาชาติ การศึกษาคณิตศาสตร์จึงจำเป็นต้องมีการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้ทันสมัย และสอดคล้องกับสภาพเศรษฐกิจ สังคม และความรู้ทางวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีที่เจริญก้าวหน้าอย่างรวดเร็วในยุคโลกาภิวัตน์

1.2 คุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3

ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้ระบุคุณภาพผู้เรียนเมื่อจบชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3 (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 10) ดังนี้

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับอัตราส่วน สัดส่วน และร้อยละ และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
3. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเลขยกกำลังที่มีเลขชี้กำลังเป็นจำนวนเต็ม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
4. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว ระบบสมการเชิงเส้นสองตัวแปรและอสมการเชิงเส้นตัวแปรเดียว และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง
5. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับพหุนาม การแยกตัวประกอบของพหุนาม สมการกำลังสองและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

6. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคู่อันดับ กราฟของความสัมพันธ์ และฟังก์ชันกำลังสอง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

7. มีความรู้ความเข้าใจทางเรขาคณิตและใช้เครื่องมือ เช่น วงเวียนและสันตรง รวมทั้งโปรแกรม The Geometer's Sketchpad หรือโปรแกรมเรขาคณิตพลวัตอื่น ๆ เพื่อสร้างรูปเรขาคณิต ตลอดจนนำความรู้เกี่ยวกับการสร้างนี้ไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

8. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการหาความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตสองมิติ และรูปเรขาคณิตสามมิติ

9. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องพื้นที่ผิวและปริมาตรของปริซึม ทรงกระบอก พีระมิด กรวย และทรงกลม และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

10. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติของเส้นขนาน รูปสามเหลี่ยมที่เท่ากันทุกประการ รูปสามเหลี่ยมคล้าย ทฤษฎีบทพีทาโกรัสและบทกลับ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

11. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องการแปลงทางเรขาคณิต และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

12. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องอัตราส่วนตรีโกณมิติ และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

13. มีความรู้ความเข้าใจในเรื่องทฤษฎีบทเกี่ยวกับวงกลม และนำความรู้ความเข้าใจนี้ไปใช้ในการแก้ปัญหาคณิตศาสตร์

14. มีความรู้ความเข้าใจทางสถิติในการนำเสนอข้อมูล วิเคราะห์ข้อมูล และแปลความหมายข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับแผนภาพจุด แผนภาพต้น-ใบ ฮิสโทแกรม ค่ากลางของข้อมูล และแผนภาพกล่อง และใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ รวมทั้งนำสถิติไปใช้ในชีวิตจริงโดยใช้เทคโนโลยีที่เหมาะสม

15. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความน่าจะเป็นและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

จากคุณภาพผู้เรียนที่กล่าวมาข้างต้น เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ซึ่งสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับจำนวนจริง ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง สมบัติของจำนวนจริงและใช้ความรู้ความเข้าใจนี้ในการแก้ปัญหาในชีวิตจริง

1.3 สารระการเรีนรู้ และมาตรฐานการเรีนรู้ กลุ่มสารระการเรีนรู้คณิตศาสตร์

ตัวชี้วัดและสารระการเรีนรู้แกนกลาง กลุ่มสารระการเรีนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 ได้กำหนดสารระ และ มาตรฐานการเรีนรู้ (กระทรวงศึกษาธิการ, 2560, หน้า 2) ไว้ดังนี้

สารระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.2 เข้าใจและวิเคราะห์แบบรูป ความสัมพันธ์ ฟังก์ชัน ลำดับและอนุกรม และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 1.3 ใช้นิพจน์ สมการ และอสมการ อธิบายความสัมพันธ์หรือช่วยแก้ปัญหาที่กำหนดให้

สารระที่ 2 การวัดและเรขาคณิต

มาตรฐาน ค 2.1 เข้าใจพื้นฐานเกี่ยวกับการวัด วัดและคาดคะเนขนาดของสิ่งที่ต้องการวัด และนำไปใช้

มาตรฐาน ค 2.2 เข้าใจและวิเคราะห์รูปเรขาคณิต สมบัติของรูปเรขาคณิต ความสัมพันธ์ระหว่างรูปเรขาคณิตและทฤษฎีบททางเรขาคณิต และนำไปใช้

สารระที่ 3 สถิติและความน่าจะเป็น

มาตรฐาน ค 3.1 เข้าใจกระบวนการทางสถิติ และใช้ความรู้ทางสถิติในการแก้ปัญหา

มาตรฐาน ค 3.2 เข้าใจหลักการนับเบื้องต้น ความน่าจะเป็น และนำไปใช้

จากสารระการเรีนรู้ และมาตรฐานการเรีนรู้กลุ่มสารระการเรีนรู้คณิตศาสตร์ ที่กล่าวมาข้างต้น เนื้อหาที่ผู้วิจัยเลือกใช้ในงานวิจัยครั้งนี้ คือ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ซึ่งสอดคล้องกับ สารระการเรีนรู้และมาตรฐานการเรีนรู้ คือ สารระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้ ซึ่งมีตัวชี้วัดที่เกี่ยวข้องดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 มาตรฐานและตัวชี้วัดที่ใช้ในงานวิจัย

มาตรฐาน	ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้
มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวน ผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ สมบัติของการดำเนินการ และนำไปใช้	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและความสัมพันธ์ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	สาระที่ 1 จำนวนและพีชคณิต

1.4 ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์

ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์เป็นความสามารถที่จะนำความรู้ไปประยุกต์ใช้ในการเรียนรู้สิ่งต่าง ๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งความรู้ และประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ในที่นี้ เน้นที่ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ได้แก่ความสามารถต่อไปนี้

1. การแก้ปัญหา เป็นความสามารถในการทำความเข้าใจปัญหา คิดวิเคราะห์ วางแผนแก้ปัญหา และเลือกใช้วิธีการที่เหมาะสม โดยคำนึงถึงความสมเหตุสมผลของคำตอบ พร้อมทั้งตรวจสอบความถูกต้อง

2. การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ เป็นความสามารถในการใช้รูปภาษาและสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ในการสื่อสาร สื่อความหมาย สรุปผล และนำเสนอได้อย่างถูกต้อง ชัดเจน

3. การเชื่อมโยง เป็นความสามารถในการใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์เป็นเครื่องมือในการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เนื้อหาต่าง ๆ หรือศาสตร์อื่น ๆ และนำไปใช้ในชีวิตจริง

4. การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

5. การคิดสร้างสรรค์ เป็นความสามารถในการขยายแนวคิดที่มีอยู่เดิม หรือสร้างแนวคิดใหม่เพื่อปรับปรุง พัฒนาองค์ความรู้

จากที่กล่าวมาข้างต้น ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียนนั้นมีหลากหลายทักษะ ได้แก่ การแก้ปัญหา การสื่อสารและการสื่อความหมายทางคณิตศาสตร์ การเชื่อมโยง การให้เหตุผล และการคิดสร้างสรรค์ ซึ่งในงานวิจัยนี้ ผู้วิจัยต้องการจะพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล

2. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

2.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้

มีนักการศึกษาได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ไว้ดังนี้

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 331) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ คือการสอนที่ส่งเสริมให้ผู้เรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเองโดยใช้วิธีการและกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ เป็นเครื่องมือในการค้นหาความรู้ที่ผู้เรียนยังไม่เคยมีความรู้นั้นมาก่อน จนสามารถออกแบบทดลองและทดสอบสมมติฐานได้

วัชรมา เล่าเรียนดี (2554, หน้า 101) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า เป็นกระบวนการหรือวิธีคิด หรือวิธีแก้ปัญหาที่ผู้เรียนจะต้องมีการสังเกต รวบรวม ข้อมูล วิเคราะห์ และสังเคราะห์ข้อมูล และลงข้อสรุป รวมทั้งการใช้ทักษะการถามคำถาม ตั้งคำถามเพื่อการสืบเสาะและทักษะในการแก้ปัญหา

ทิตินา แคมมณี (2555, หน้า 141) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ หมายถึง การดำเนินการเรียนการสอน โดยผู้สอนกระตุ้นให้ผู้เรียนเกิดคำถาม เกิดความคิด และลงมือเสาะแสวงหาความรู้ เพื่อนำมาประมวลหาคำตอบหรือข้อสรุปด้วยตนเอง โดยที่ผู้สอนช่วยอำนวยความสะดวกในการเรียนรู้ในด้านต่าง ๆ ให้แก่ผู้เรียน เช่น ในด้านการสืบค้นหาแหล่งความรู้ การศึกษาข้อมูล การวิเคราะห์ การสรุปข้อมูล การอภิปรายโต้แย้งทางวิชาการ และการทำงานร่วมกับผู้อื่น เป็นต้น

เวชฤทธิ์ อังณะภัทรขจร (2555, หน้า 95) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ซึ่งเป็นกระบวนการที่นักเรียนจะต้องสืบค้น เสาะหา สืบหา ตรวจสอบ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ จนทำให้นักเรียนเกิดความเข้าใจและเกิดการรับรู้ความรู้นั้นอย่างมีความหมาย และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของนักเรียนเอง

พิมพ์นธ์ เดชะคุปต์ (2555, หน้า 55) ได้ให้การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ว่า คือ การจัดการเรียนการสอนโดยวิธีให้นักเรียนเป็นผู้ค้นคว้าหาความรู้ด้วยตนเองหรือสร้างความรู้ด้วยตนเอง โดยใช้กระบวนการทางวิทยาศาสตร์ ครูเป็นผู้อำนวยความสะดวกเพื่อให้นักเรียนบรรลุเป้าหมาย

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เป็นกระบวนการจัดการเรียนการสอนที่อยู่บนพื้นฐานของทฤษฎีการสร้างความรู้(Constructivism) ซึ่งส่งเสริมให้นักเรียนแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง โดยครูกระตุ้นให้นักเรียนเกิดคำถาม หรือค้นหาคำตอบประเด็นปัญหาที่กำหนด โดยนักเรียนจะต้องมีการสังเกต สืบค้น รวบรวมข้อมูล วิเคราะห์ สังเคราะห์ และลงข้อสรุป จนสามารถสร้างองค์ความรู้ได้ด้วยตนเอง

2.2 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

มีนักการศึกษาและหน่วยงาน ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

Lawson (1995, p. 424) กล่าวถึงการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ว่าเป็นกระบวนการเรียนรู้ที่นักวิทยาศาสตร์ได้คิดค้นขึ้นเพื่อให้นักเรียนใช้วิธีการสืบเสาะหาความรู้ทางวิทยาศาสตร์ที่ต้องอาศัยทักษะกระบวนการทางวิทยาศาสตร์ในการค้นหาความรู้หรือประสบการณ์เรียนรู้ที่มีความหมายด้วยตนเอง โดยมีพื้นฐานมาจากทฤษฎีการสร้างความรู้ (Constructivism) ซึ่งไม่เน้นการสอนแบบการบรรยายหรือให้ผู้เรียนเป็นผู้รับเนื้อหาความรู้จากครูอย่างเดียว แต่ครูจะต้องมีการกระตุ้นให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเองภายใต้สภาพแวดล้อมที่เหมาะสม โดยเชื่อว่านักเรียนมีระบบการเรียนรู้ที่ได้อยู่แล้ว

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2550, หน้า 56) ได้นำเสนอการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ว่าเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่ให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ให้โอกาสแก่ผู้เรียนได้ฝึกคิด ฝึกสังเกต ฝึกถาม-ตอบ ฝึกการสื่อสาร ฝึกเชื่อมโยงบูรณาการ ฝึกบันทึก ฝึกนำเสนอ ฝึกวิเคราะห์วิจารณ์ ฝึกสร้างองค์ความรู้ โดยมีครูเป็นผู้กำกับควบคุมและดำเนินการให้คำปรึกษาชี้แนะ ช่วยเหลือ ให้กำลังใจ เป็นผู้กระตุ้นส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดและเรียนรู้ด้วยตนเอง รวมทั้งร่วมแลกเปลี่ยนการเรียนรู้

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553, หน้า 136) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) คือ กระบวนการเรียนรู้ที่เน้นการพัฒนาความสามารถในการแก้ปัญหาด้วยวิธีการฝึกให้ผู้เรียนรู้จักศึกษาค้นคว้าหาความรู้ โดยผู้สอนตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้หรือแนวทางในการแก้ไขปัญหาที่ถูกต้องด้วยตนเอง สรุปเป็นหลักการ กฎเกณฑ์หรือวิธีการในการแก้ปัญหาและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์ในการควบคุม ปรับปรุง เปลี่ยนแปลงหรือสร้างสรรค์สิ่งแวดลอมในสภาพการณ์ต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

สกุค มูลแสดง (2554, หน้า 117-118) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) คือการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยใช้กระบวนการสืบเสาะหาความรู้ (Inquiry Cycle) ที่ประกอบด้วย 5 ขั้นตอน ได้แก่ Engagement Exploration Explanation Elaboration และ Evaluation โดยใช้คำย่อว่า 5E มาจาก E ที่เป็นอักษรตัวแรกของแต่ละขั้นกิจกรรมการเรียนรู้ในแต่ละขั้นจะใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบเพื่อการเรียนรู้ด้วยตัวเอง คำถามหลักที่ใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบเพื่อการเรียนรู้ด้วยตัวเอง คำถามหลักที่ใช้ในระหว่างกระบวนการเรียนการสอนแบบสืบเสาะหาความรู้ เช่น นักเรียนสังเกตอะไรได้บ้าง นักเรียนเห็นรูปแบบความสัมพันธ์ของสิ่งที่สังเกตได้อย่างไรบ้าง นักเรียนมีคำถามอะไรบ้างเกี่ยวกับสิ่งที่สังเกตได้ เป็นต้น

สุคนธ์ ลินชพานนท์ (2558, หน้า 47) กล่าวว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) เป็นรูปแบบการสอนที่นักการศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Study) ได้นำเสนอเพื่อให้ผู้เรียนได้สร้างองค์ความรู้ใหม่ โดยเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้เข้ากับประสบการณ์หรือความรู้เดิมให้เป็นองค์ความรู้หรือแนวคิดของผู้เรียนเอง ดังนั้นการจัดกิจกรรมการเรียนรู้จึงสามารถพัฒนาผู้เรียนให้มีความสามารถในการแก้ปัญหาโดยเน้นการปฏิบัติจริง มีการแลกเปลี่ยนความรู้ระหว่างกัน เสริมสร้างความรู้ด้วยตนเองผ่านกระบวนการขั้นตอนอย่างเป็นวัฏจักร

สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนจะต้องสำรวจ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูกระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเอง

2.3 ขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

มีนักการศึกษาหลายท่านได้นำเสนอขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

Bybee et al (2006, p.8-10) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะนำปัญหา สถานการณ์ หรือเหตุการณ์ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเข้าสู่กิจกรรมในชั้นเรียน ซึ่งจะต้องเชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน

2. ขั้นการสำรวจและค้นคว้า (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะต้องสำรวจ รวบรวม ข้อมูล และลงมือปฏิบัติ เพื่อให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์และทักษะ

3. ขั้นการอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายแนวคิดความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้อื่นรู้เรื่องหรือสามารถเข้าใจได้ง่าย โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น

4. ขั้นการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำอธิบายหรือความรู้ ที่ได้ ในขั้นอธิบาย ไปใช้ในประสบการณ์เพิ่มเติม สถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน

5. ขั้นการประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูจะต้องประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องได้รับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของ รูปแบบ 5E

ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจใน กิจกรรมการเรียนรู้ นักเรียนอาจสนใจวัตถุสิ่งของ ปัญหา เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ต่าง ๆ กิจกรรม ของขั้นนี้ควรเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้วกับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไปการกระตุ้นให้ นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรมการเรียนรู้ อาจทำได้โดยการถามคำถามการกำหนดปัญหา การ แสดงเหตุการณ์ที่ขัดแย้ง และแสดงสถานการณ์ที่ทำให้เห็นปัญหาครุมีบทบาทในการแสดง สถานการณ์และออกแบบกิจกรรมการเรียนการสอน นอกจากนี้ครูยังเป็นผู้ที่เตรียมลำดับขั้นตอน ต่าง ๆ ของกิจกรรม กิจกรรมในขั้นนี้ไม่ควรเวลานานและยากเกินไปควรจะเป็นกิจกรรมที่ง่ายและ ใช้เวลาสั้น ๆ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เมื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจแล้ว นักเรียนจะใช้เวลาในการสำรวจและค้นหาแนวคิดของตน กิจกรรมการสำรวจและค้นหานี้มี จุดประสงค์เพื่อสร้างประสบการณ์ในนักเรียนได้เรียนรู้แนวคิด และทักษะกระบวนการ นักเรียนจะ สำรวจและค้นหาคำตอบของ เหตุการณ์ หรือสถานการณ์ โดยการสังเกต การลงมือปฏิบัติ ตั้งและ ทดสอบสมมติฐาน แก้ปัญหา การหาตัวแปร และการตั้งคำถาม

3. ขั้นอธิบาย (Explanation) การอธิบายหมายถึงการกระทำหรือกระบวนการที่ทำให้ เกิดความเข้าใจและความกระจ่างเกี่ยวกับแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะ กระบวนการอธิบายจะ ทำให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้ ในขั้น

นี่ครูอาจให้นักเรียนอธิบายสิ่งนักเรียนได้เรียนรู้ด้วยตนเอง จากนั้นครูอาจแนะนำเสนอการอธิบายที่เป็นการอธิบายเชิงวิทยาศาสตร์ กิจกรรมการอธิบายนี้ควรเน้นการอธิบายที่เกิดจากนักเรียนเองและควรเชื่อมโยงกับขั้นสร้างความสนใจและขั้นสำรวจและค้นหาด้วย จุดประสงค์หลักของขั้นอธิบายนี้ก็คือการนำเสนอแนวคิด กระบวนการหรือทักษะ ที่ทำให้เข้าใจง่าย ชัดเจนและตรงไปตรงมา และเพื่อเชื่อมโยงกับกิจกรรมการเรียนรู้ขั้นต่อไป

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เมื่อนักเรียนได้อธิบายสิ่งที่ตนเองเรียนรู้แล้ว นักเรียนควรได้มีโอกาสในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการ หรือทักษะของตน นักเรียนบางคนอาจจะยังไม่มีแนวคิดที่คาดเคลื่อนหรือเข้าใจแนวคิดที่ตนเองเรียนรู้ได้อย่างเดียว ขั้นขยายความรู้จึงเป็นขั้นอภิปรายเป็นกลุ่มด้วย เพราะจะทำให้ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและแลกเปลี่ยนแนวคิดที่ตนเข้าใจกับผู้อื่นและได้รับข้อมูลป้อนกลับจากเพื่อนร่วมชั้น นอกจากนี้ขั้นการขยายความรู้ยังช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่

5. ขั้นประเมิน (Evaluation) การประเมินอย่างไม่เป็นทางการจะเกิดขึ้นตลอดเวลาในทุกขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้ สำหรับการประเมินอย่างเป็นทางการ ครูสามารถทำได้หลังจากขั้นขยายความรู้ ครูควรที่จะวัดและประเมินผลการเรียนรู้ตามผลการเรียนรู้ที่คาดหวัง โดยอาจจะให้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน และที่สำคัญคือทำให้นักเรียนได้มีโอกาสประเมินความเข้าใจของตนเองด้วย

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 19) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน โดยการใช้คำถามของครูและนักเรียนเป็นผู้ระบุนปัญหาที่สนใจศึกษา
2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตั้งสมมุติฐานโดยจินตนาการวิธีการแก้ปัญหาแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อวางแผนแนวทางแก้ไข
3. ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจมาวิเคราะห์ แปลผล สรุปผล และนำเสนอผลที่ได้ โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนระหว่างครูกับนักเรียนและนักเรียนกับนักเรียนด้วยกัน

4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้เชื่อมโยงกับความรู้เดิม หรือนำแนวคิดที่ได้ค้นคว้าเพิ่มเติมไปอธิบายเหตุการณ์ที่ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขวางขึ้น โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้

5. ขั้นการประเมินผล (Evaluation) เป็นขั้นสุดท้าย โดยนักเรียนจะประเมินการเรียนรู้ของตนเองในด้านกระบวนการปฏิบัติและผลงาน ซึ่งนักเรียนต้องปรับปรุงกระบวนการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติจนถึงผลงานของกลุ่ม แล้วอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ซึ่งอาจเกิดปัญหาใหม่หรือสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ได้

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2555, หน้า 95-96) ได้กล่าวถึงขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

ในขั้นนี้ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวกับคณิตศาสตร์ที่อยู่ในความสนใจของนักเรียนหรือเป็นเรื่องที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน จากนั้นกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration)

ในขั้นนี้ครูกระตุ้นให้นักเรียนตรวจสอบปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหา โดยเปิดโอกาสให้นักเรียนดำเนินการสำรวจ ตรวจสอบ สืบค้น ทดลอง ค้นหา และรวบรวมข้อมูล และใช้วิธีการต่าง ๆ ในการหาคำตอบด้วยตนเอง

ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation)

เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้จากการสำรวจและค้นหามาตรวจสอบ วิเคราะห์ แปรผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นพร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภาพ กราฟ

ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration)

ในขั้นนี้ครูจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ลึกซึ้งขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ โดยใช้ความรู้ในขั้นที่ 3 มาใช้ในการอภิปรายเพื่อหาคำตอบ เพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป

สุคนธ์ สิ้นพานนท์ (2558, หน้า 47-49) กล่าวว่าขั้นตอนการจัดการเรียนรู้ให้นักศึกษากลุ่ม BSCS (Biological Science Curriculum Society) ได้เสนอกระบวนการสืบเสาะหาความรู้เรียกว่า Inquiry Cycle หรือ 5Es มีขั้นตอนดังนี้

ขั้นที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage)

จุดประสงค์สำคัญในขั้นนี้ต้องการให้ผู้เรียนสนใจใคร่รู้ในเรื่องที่เรียน มีลักษณะเป็นการนำเข้าสู่บทเรียน เพื่อให้ผู้เรียนอยากรู้อยากเห็นในหัวข้อที่จะศึกษา ผู้สอนควรเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน โดยจัดกิจกรรมหรือสร้างสถานการณ์กระตุ้น ชั่วๆ หรือท้าทาย ทำให้ผู้เรียนสนใจ สงสัย ใคร่รู้ อยากรู้ ชัดแย้ง หรือเกิดปัญหา และทำให้ผู้เรียนต้องการศึกษาค้นคว้า ทดลองหรือแก้ปัญหาด้วยตนเอง บทบาทสำคัญของผู้สอนคือต้องรู้จักการตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด

ขั้นที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore)

ขั้นตอนนี้เป็นการเปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้รับประสบการณ์ตรง ร่วมกันสร้างและพัฒนาความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะ กิจกรรมในขั้นนี้ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ ค้นหาในสิ่งที่ผู้เรียนต้องการเรียนรู้ รวบรวมข้อมูล ทดสอบแนวความคิด บันทึกความคิด ทำการทดลองด้วยตนเอง หลังจากที่ผู้เรียนแต่ละคนได้อภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นเกี่ยวกับความคิดรวบยอด กระบวนการ และทักษะในระหว่างที่ผู้เรียนทำกิจกรรมสำรวจและค้นหานั้น ผู้เรียนจะมีโอกาสได้ตรวจสอบหรือเก็บรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียน ที่ยังไม่ถูกต้องไม่สมบูรณ์ โดยให้ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน ผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญในการส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบสังเกตและฟังการโต้ตอบระหว่างผู้เรียน ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบ ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะต้องรู้จักคิดอย่างอิสระแต่ให้อยู่ในขอบเขตของกิจกรรม มีการตรวจสอบคาดคะเนและตั้งสมมติฐานใหม่ พยายามหาทางเลือกในการแก้ปัญหาด และอภิปรายทางเลือกเหล่านั้นกับคนอื่น มีการบันทึกการสังเกตและให้ข้อคิดเห็น แล้วลงมือสรุป

ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain)

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะนำความรู้ที่รวบรวมจากขั้นที่ 2 มาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ผู้เรียนพัฒนาความสามารถในการอธิบายด้วยตนเอง โดยผู้เรียนจะต้องรู้จักฟังคำอธิบายของคนอื่น อย่างคิดวิเคราะห์ มีการซักถามกันจนในที่สุดผู้เรียนได้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้

ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการคิดรวบยอดให้ชัดเจน เชื่อมโยงประสบการณ์ ความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน

บทบาทของผู้สอนจะชี้แนะเกี่ยวกับการสรุปและอธิบายรายละเอียดในช่วงเวลาที่เหมาะสม ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด

ขั้นที่ 4 การขยายความรู้ (Elaborate)

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่ผู้เรียนได้ขยายความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวาง และลึกซึ้งยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องการหรือนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้หรือทักษะในสถานการณ์ใหม่ ในกรณีที่ผู้เรียนยังสับสนหรือไม่เข้าใจ หรืออาจเข้าใจเฉพาะข้อสรุปที่ได้จากการสำรวจและค้นหาเท่านั้น ผู้สอนจะมีบทบาทในการให้ประสบการณ์ใหม่ให้ผู้เรียนได้พัฒนาความเข้าใจรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น

บทบาทสำคัญของผู้สอนอีกประการหนึ่งคือชี้แนะให้ผู้เรียนได้นำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน จะทำให้ผู้เรียนเกิดความคิดรวบยอด กระบวนการและทักษะเพิ่มขึ้น

ขั้นที่ 5 การประเมินผล (Evaluate)

ในขั้นตอนนี้ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบแนวความคิดที่ได้เรียนรู้มาแล้วว่าถูกต้องและได้รับการยอมรับเพียงใด ให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ผู้สอนจะมีบทบาทสำคัญ คือ คอยกระตุ้นหรือส่งเสริมให้ผู้เรียนประเมินความรู้ความเข้าใจและความสามารถของตนเอง ผู้สอนยังมีส่วนสำคัญในการประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียนรู้ ผู้สอนอาจจะถามผู้เรียนเป็นคำถามปลายเปิด เช่น “ทำไมนักเรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร นักเรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร”

ในขั้นนี้ผู้เรียนจะตอบคำถามปลายเปิดโดยใช้การสังเกต หลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้วแสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือทักษะ ประเมินความก้าวหน้าด้วยตนเอง

การประเมินผลอาจอยู่ในรูปแบบการเขียนรายงาน การตอบคำถาม การแสดงสาธิตทักษะ และขั้นตอนการทดลอง หรืออาจนำเสนอโครงการที่ทำเสร็จสมบูรณ์แล้วก็ได้

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ได้ดังตาราง 2



ตารางที่ 2 ถึงตารางที่ ๕ ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของผู้วิจัย

Bybee et al. (2006, p.8-10)	ชาติรี ฝ้ายคำตา (2551, หน้า 39)	พิมพ์พันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 19)	เวชฤทธิ์ อังคนะภักทรจอร์ (2555, หน้า 95-96)	สุคนธ์ สิ้นชีพานนท์. (2558, หน้า 47-49)	ผู้วิจัย
<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูจะนำปัญหา สถานการณ์หรือเหตุการณ์ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจเข้าสู่เหตุการณ์หรือปัญหา สถานการณ์หรือเหตุการณ์ ทำให้นักเรียนเกิดความสนใจระหว่างกิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ</p> <p>กิจกรรมที่นักเรียนได้ทำ จะต้องเชื่อมโยงกับความสนใจของนักเรียน</p>	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจในกิจกรรม การเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้ว กับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจเกิดจากความสนใจในกิจกรรม การเรียนรู้ มีการเชื่อมโยงระหว่างกิจกรรมที่ได้เรียนแล้ว กับกิจกรรมที่จะเรียนต่อไป การกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ</p> <p>นักเรียนเกิดความสนใจ อาจทำได้โดยการถามคำถามที่กำหนดปัญหา</p>	<p>1. ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นที่กระตุ้นให้นักเรียนมีแรงจูงใจในการเรียนบทเรียน โดยการใช้คำถามของครูและนักเรียนเป็นผู้ระบุปัญหาที่สนใจศึกษา</p>	<p>ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engage) ในขั้นนี้ ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับคณิตศาสตร์ที่อยู่ในใจของนักเรียนหรือเป็นเรื่องราวที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน</p> <p>นักเรียนมีความสนใจในหัวข้อที่จะศึกษา ผู้สอนควรเชื่อมโยงประสบการณ์การเรียนรู้เดิมกับปัจจุบัน โดยสร้างสถานการณ์กระตุ้น ช่วย หรือท้าทาย</p>	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับความสนใจของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ</p>	<p>1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำปัญหาหรือสถานการณ์ที่เชื่อมโยงกับความสนใจของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ</p>

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Bybee et al. (2006, p.8-10)	ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39)	พิมพ์พันธ์ เดชะอุปต์ และคณะ (2552, หน้า 19)	เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร (2555, หน้า 95-96)	สุคนธ์ สิ้นขพานนท์. (2558, หน้า 47-49)	ผู้วิจัย
<p>2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนจะสำรวจและค้นหาว่าสิ่งที่สนใจหรือสิ่งที่นักเรียนสนใจคืออะไร โดยนักเรียนจะสำรวจและค้นหาว่าสิ่งที่สนใจคืออะไร โดยนักเรียนจะสำรวจและค้นหาว่าสิ่งที่สนใจคืออะไร</p>	<p>2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตั้งสมมุติฐานแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อวางแผนแนวทางการแก้ไข</p>	<p>2. ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องกำหนดแนวทางในการเก็บรวบรวมข้อมูล เพื่อตั้งสมมุติฐานแล้วเลือกวิธีแก้ปัญหาที่ดีที่สุดเพื่อวางแผนแนวทางการแก้ไข</p>	<p>ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Explore) ผู้เรียนต้องสืบเสาะหาความรู้ รวบรวมข้อมูล เกี่ยวกับความคิดรวบยอดของผู้เรียน ที่ยังไม่ถูกต้องไม่สมบูรณ์โดยให้ ผู้เรียนอธิบายและยกตัวอย่างเกี่ยวกับความคิดเห็นของผู้เรียน</p>	<p>2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตัวเองได้</p>	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Bybee et al. (2006, p.8-10)	ชาตรี ฝ้ายคำตา (2551, หน้า 39)	พิมพ์นัช เตชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 19)	เวชฤทธิ์ อังษะภักพรจอร์ (2555, หน้า 95-96)	สุคนธ์ สินธพพานนท์. (2558, หน้า 47-49)	ผู้วิจัย
3. ขั้นตอนการอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนต้องอธิบายแนวคิดความเข้าใจของตนเอง ให้ผู้อื่นรู้เรื่อง หรือสามารถเข้าใจได้	3. ขั้นตอนอธิบาย (Explanation) กระทำหรือกระบวนการที่ทำให้เกิดความเข้าใจและแนวคิดที่เกี่ยวข้องกับแนวคิด กระบวนการหรือทักษะ	3. ขั้นตอนอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อมูลจากการสำรวจวิเคราะห์ แปลผลสรุปผล และนำเสนอผลที่ได้โดยนักเรียนจะสร้างสรรค์	ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ครูส่งเสริมให้นักเรียนนำข้อมูลที่ได้อากการสำรวจและค้นหา ตรวจสอบ วิเคราะห์ แปลผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น พร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภาพ กราฟ	ขั้นที่ 3 การอธิบาย (Explain) ผู้เรียนจะนำความรู้ที่รวบรวมมาอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น มีการซักถามกันจนได้ข้อสรุปร่วมกันในการเชื่อมโยงสิ่งที่เรียนรู้ได้พัฒนาความรู้ความเข้าใจในการคิดรวบยอดให้ชัดเจน เชื่อมโยงประสบการณ์และความรู้เดิม และสิ่งที่เรียนรู้เข้าด้วยกัน	3. ขั้นตอนอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำเสนอสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำใจ
ง่าย โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ นักเรียนมีความเข้าใจมากยิ่งขึ้น	กระบวนการอธิบายจะทำให้ให้นักเรียนและครูได้ใช้คำศัพท์ที่มีความสัมพันธ์กับประสบการณ์หรือกิจกรรมการเรียนรู้	ผลผลิตตามขั้นตอนที่ได้วางแผนไว้ ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนกัน	ผล หาข้อสรุป และอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น พร้อมทั้งนำเสนอในรูปแบบตาราง แผนภาพ กราฟ	อีกปราชญ์แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำใจ	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Bybee et al. (2006, p.8-10)	ชาตรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39)	พิมพ์ษ์ เดชะอุบล และคณะ (2552, หน้า 19)	เวทย์ทิ อังคนะภักทรจจร (2555, หน้า 95-96)	สุคันธ์ ดินธพานนท์. (2558, หน้า 47-49)	ผู้วิจัย
<p>4. ขบวนการขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำคำอธิบายหรือความรู้ที่ได้ในชั้นอธิบาย ไปใช้ในประสบการณ์เพิ่มเติม สถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ ประสบการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ใหม่ โดยการอภิปรายเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่</p>	<p>4. ขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนควรได้ออกสาในการประยุกต์หรือขยายแนวคิด กระบวนการหรือทักษะของตนเอง โดยการอภิปรายเป็นกลุ่ม นอกจากนี้ยังช่วยให้นักเรียนได้เผชิญกับสถานการณ์หรือปัญหาใหม่</p>	<p>4. ขยายความรู้ (Elaboration) ขั้นตอนนี้เป็นขั้นที่นักเรียนได้อธิบายความรู้ความเข้าใจในความคิดรวบยอดให้กว้างขวางและลึกซึ้งยิ่งขึ้น เปิดโอกาสให้ผู้เรียนได้ฝึกทักษะและปฏิบัติตามที่ผู้เรียนต้องกรหรือนำสิ่งที่ผู้เรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น</p>	<p>ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration) ในขั้นนี้คือจัดกิจกรรมหรือสถานการณ์เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้สึกดีขึ้น หรือขยายกรอบความคิดกว้างขึ้นหรือเชื่อมโยงความรู้สู่สถานการณ์ใหม่ โดยการอภิปรายเพื่อหาคำตอบเพื่อนำไปสู่ความรู้ใหม่หรือความรู้ที่ลึกซึ้งยิ่งขึ้น</p>	<p>4. ขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์หรือขยายแนวคิดในสถานการณ์ใหม่หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น</p>	

ตารางที่ 2 (ต่อ)

Bybee et al. (2006, p.8-10)	ชาติรี ฝ่ายคำตา (2551, หน้า 39)	พิมพ์พันธ์ เศษะคุปต์ และ คณะ (2552, หน้า 19)	เวชฤทธิ อังคะนะภัทรชจร (2555, หน้า 95-96)	สุคนธ์ สินรพานนท์. (2558, หน้า 47-49)	ผู้วิจัย
<p>5.ขั้นตอนการประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่ครูจะต้องประเมินความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะต้องได้รับความเข้าใจของนักเรียน โดยนักเรียนจะได้รับข้อมูลย้อนกลับ ซึ่งการประเมินผลสามารถเกิดขึ้นได้ทุกขั้นตอนของรูปแบบ SE</p>	<p>5.ขั้นตอนการประเมินผล (Evaluation) นักเรียนจะประเมินการเรียนรู้ของตนเองในด้านกระบวนการปฏิบัติและผลงาน ซึ่งนักเรียนต้องปรับปรุงกระบวนการออกแบบขั้นตอนการปฏิบัติจนถึงผลงานของกลุ่มแล้ว</p>	<p>5.ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องของความรู้ที่ได้ โดยให้นักเรียนได้วิเคราะห์วิจารณ์แลกเปลี่ยนความรู้ซึ่งกันและกัน อภิปราย ประเมินปรับปรุง เพิ่มเติมและสรุป</p>	<p>ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluate) ผู้สอนเปิดโอกาสให้ผู้เรียนตรวจสอบแนวความคิดที่ได้เรียนรู้อย่างไรว่าถูกต้องและได้รับการยอมรับเพียงใด ให้ผู้เรียนได้แสดงออกเกี่ยวกับสิ่งที่ได้เรียนรู้ ให้เสริมสร้างองค์ความรู้ด้วยตนเองและกลุ่มเพื่อน ผู้สอนยังมีส่วนสำคัญในการประเมินความรู้ความเข้าใจและพัฒนาทักษะของผู้เรียน ผู้สอนอาจจะถามผู้เรียนเป็นคำถามปลายเปิด</p>	<p>5. ขั้นตอนประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะให้แบบทดสอบความรู้ ครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้</p>	

จากตารางที่ 2 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไว้ 5 ขั้นตอนดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ผู้วิจัยได้นำไปสังเคราะห์ร่วมกับการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

2.4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) นั้น ครูมีบทบาทสำคัญอย่างยิ่งต่อการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้กับนักเรียน เพื่อให้กระบวนการเรียนรู้ของนักเรียนเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ ซึ่งมีนักการศึกษากล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในแต่ละขั้นของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนดังนี้

พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ (2552, หน้า 20-21) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังตารางที่ 3

ตารางที่ 3 บทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของพิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ

ขั้นตอนของการเรียนการสอน	บทบาทของผู้สอน	
	สอดคล้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน	ไม่สอดคล้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน
ขั้นการสร้างความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> 1. สร้างความสนใจ 2. สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3. ตั้งคำถามกระตุ้นให้ผู้เรียนคิด 4. ดึงเอาคำตอบที่ยังไม่ครอบคลุมสิ่งที่ผู้เรียนรู้ หรือ ความคิดเกี่ยวกับความคิดรวบยอดหรือเนื้อหาสาระ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายความคิดรวบยอด 2. ให้คำจำกัดความและคำตอบ 3. สรุปประเด็นให้ 4. จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 5. บรรยาย
ขั้นการสำรวจและค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนทำงานร่วมกัน โดยไม่มีผู้สอน 2. สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างผู้เรียนกับผู้เรียน 3. ชักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของผู้เรียน 4. ให้ความเวลาผู้เรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ 5. ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่ผู้เรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมคำตอบไว้ให้ 2. บอกหรืออธิบายวิธีการแก้ปัญหา 3. จัดคำตอบให้เป็นหมวดหมู่ 4. บอกผู้เรียนเมื่อผู้เรียนทำไม่ถูก 5. ให้ข้อมูลหรือข้อเท็จจริงที่ใช้ในการแก้ปัญหา 6. นำผู้เรียนแก้ปัญหาทีละขั้นตอน
ขั้นอธิบายและลงข้อสรุป (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> 1. ส่งเสริมให้ผู้เรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือ มโนทัศน์ด้วยคำพูดของผู้เรียน 2. ให้ผู้เรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผลและอธิบายให้กระจ่าง 3. ให้ผู้เรียนอธิบาย ให้คำจำกัดความและชี้บอก ส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ 4. ให้ผู้เรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐาน ในการอธิบายความคิดรวบยอดหรือแนวคิด 	<ol style="list-style-type: none"> 1. ยอมรับคำอธิบายโดยไม่มีหลักฐานหรือให้เหตุผลประกอบ 2. ไม่สนใจคำอธิบายของผู้เรียน 3. แนะนำผู้เรียน โดยปราศจากการเชื่อมโยงแนวคิด ความคิดรวบยอดหรือทักษะ

ขั้นตอน	บทบาทของผู้สอน	
ของการเรียนการสอน	สอดคล้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้น	ไม่สอดคล้องกับรูปแบบวงจรการเรียนรู้ 5 ขั้น
ขั้นขยายความรู้ (Elaboration)	<p>1. คาดหวังให้ผู้เรียนได้ใช้ประโยชน์จากการชี้ออกส่วนประกอบต่าง ๆ ในแผนภาพ คำจำกัดความ และการอธิบายสิ่งที่ได้เรียนรู้อย่างมาแล้ว</p> <p>2. ส่งเสริมให้ผู้เรียนนำสิ่งที่ได้เรียนรู้ออกไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่</p> <p>3. ให้ผู้เรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐาน และถามคำถามผู้เรียนว่าเรียนรู้อะไรบ้าง หรือได้แนวคิดอะไร</p>	<p>1. ให้คำตอบที่ชัดเจน</p> <p>2. บอกผู้เรียนเมื่อผู้เรียนทำไม่ถูกต้อง</p> <p>3. ใช้เวลามากในการบรรยาย</p> <p>4. นำผู้เรียนแก้ปัญหาที่ละขั้นตอน</p> <p>5. อธิบายวิธีการแก้ปัญหา</p>
ขั้นการประเมินผล (Evaluation)	<p>1. สังเกตผู้เรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้</p> <p>2. ประเมินความรู้และทักษะของผู้เรียน</p> <p>3. หาหลักฐานที่แสดงว่าผู้เรียนได้เปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม</p> <p>4. ให้ผู้เรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม ถามคำถามปลายเปิด เช่น ทำไมผู้เรียนจึงคิดเช่นนั้น มีหลักฐานอะไร ผู้เรียนเรียนรู้อะไรเกี่ยวกับสิ่งนั้น และจะอธิบายสิ่งนั้นอย่างไร</p>	<p>1. ทดสอบคำนิยามศัพท์และข้อเท็จจริง</p> <p>2. ให้แนวคิดรวบยอดใหม่</p> <p>3. ทำให้คลุมเครือ</p> <p>4. ส่งเสริมการอภิปรายที่ไม่เชื่อมโยงความคิดรวบยอดหรือทักษะ</p>

สกุต มูลแสง (2554, หน้า 113-117) กล่าวถึงบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ขึ้นดังตารางที่ 4

ตารางที่ 4 บทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ของ สกฤต มูลแสดง

ขั้นตอนของการเรียนการสอน	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
ขั้นการสร้าง ความสนใจ (Engagement)	<ol style="list-style-type: none"> 1.สร้างความสนใจ 2.สร้างความอยากรู้อยากเห็น 3.ตั้งคำถามให้นักเรียนคิด 4.ดึงเอาคำตอบหรือแนวคิดที่ยังไม่ชัดเจนไม่สมบูรณ์ 5.เปิดโอกาสให้นักเรียนเลือกหรือกำหนดปัญหาที่จะสำรวจตรวจสอบ 	<ol style="list-style-type: none"> 1.ตั้งคำถาม 2.ตอบคำถาม 3.แสดงความคิดเห็น 4.กำหนดปัญหาหรือเรื่องที่จะสำรวจตรวจสอบให้ชัดเจน 5.แสดงความสนใจ
ขั้นการสำรวจ และค้นหา (Exploration)	<ol style="list-style-type: none"> 1.ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ 2.สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน 3.ซักถามเพื่อนำไปสู่การสำรวจตรวจสอบของนักเรียน 4.ให้เวลานักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่างๆ 5.ทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1.คิดอย่างมีอิสระภายในขอบเขตของกิจกรรม 2.ตั้งสมมติฐาน 3.พิจารณาสมมติฐานที่เป็นไปได้โดยการอภิปราย 4.ตรวจสอบสมมติฐานอย่างเป็นระบบขั้นตอนถูกต้อง 5.บันทึกการสังเกต และการให้ข้อคิดเห็น
ขั้นอธิบาย และลง ข้อสรุป (Explanation)	<ol style="list-style-type: none"> 1.ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ด้วยคำพูดของตนเอง 2.ให้นักเรียนแสดงหลักฐาน ให้เหตุผล และอธิบายให้กระจ่าง 3.ให้นักเรียนใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบาย 4.ให้ความสนใจกับคำอธิบายของนักเรียน 	<ol style="list-style-type: none"> 1.อธิบายการแก้ปัญหาหรือคำตอบที่เป็นไปได้ 2.อธิบายผลการสำรวจตรวจสอบสอดคล้องกับข้อมูล 3.อธิบายโดยมีเหตุผลหรือหลักฐานประกอบ 4.อภิปรายซักถามเกี่ยวกับสิ่งที่เพื่อนอธิบาย

ตารางที่ 4 (ต่อ)

ขั้นตอนของ การเรียนรู้	บทบาทของครู	บทบาทของนักเรียน
สอน		
ขั้นขยาย ความรู้ (Elaboration)	<ol style="list-style-type: none"> ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่ ให้นักเรียนอภิปรายอย่างหลากหลาย ให้นักเรียนอ้างอิงข้อมูลที่มีอยู่พร้อมทั้งแสดงหลักฐานและถาม ถามนักเรียนว่าได้เรียนรู้อะไรบ้างหรือได้แนวคิดอะไร 	<ol style="list-style-type: none"> ใช้ข้อมูลจากการสำรวจตรวจสอบไปอธิบายหรือทักษะจากการสำรวจตรวจสอบไปใช้ในสถานการณ์ใหม่ที่คล้ายกับสถานการณ์เดิม นำข้อมูลจากการสังเกตตรวจสอบไปสร้างความรู้ใหม่ นำความรู้ใหม่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมเพื่ออธิบายหรือนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน ตรวจสอบความเข้าใจกับเพื่อนๆ
ขั้นการ ประเมินผล (Evaluation)	<ol style="list-style-type: none"> สังเกตนักเรียนในการนำความคิดรวบยอดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ประเมินความรู้และทักษะของนักเรียน ให้นักเรียนประเมินตนเองเกี่ยวกับการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม ให้นักเรียนวิเคราะห์สิ่งที่ควรปรับปรุงแก้ไขในการสำรวจ 	<ol style="list-style-type: none"> ตอบคำถามปลายเปิด โดยใช้การสังเกตหลักฐาน และคำอธิบายที่ยอมรับมาแล้ว แสดงออกถึงความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับความคิดรวบยอด หรือทักษะ ประเมินความก้าวหน้าหรือความรู้ด้วยตนเอง ถามคำถามที่เกี่ยวข้องเพื่อส่งเสริมให้มีการสำรวจตรวจสอบต่อไป

เวชฤทธิ์ อังคะภัทรขจร (2555, หน้า 95-96) กล่าวถึงบทบาทของครูในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 การสร้างความสนใจ (Engagement)

บทบาทของครู : สร้างความสนใจ สร้างความอยากรู้อยากเห็น ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนคิดและแก้ปัญหา

ขั้นตอนที่ 2 การสำรวจและค้นหา (Exploration)

บทบาทของครู : ส่งเสริมให้นักเรียนทำงานร่วมกันในการสำรวจตรวจสอบ สังเกตและฟังการโต้ตอบกันระหว่างนักเรียนกับนักเรียน ให้นเวล่านักเรียนในการคิดข้อสงสัยตลอดจนปัญหาต่าง ๆ และทำหน้าที่ให้คำปรึกษาแก่นักเรียน

ขั้นตอนที่ 3 การอธิบาย (Explanation)

บทบาทของครู : ส่งเสริมให้นักเรียนอธิบายแนวคิดประกอบเหตุผล แสดงหลักฐาน โดยใช้ประสบการณ์เดิมของตนเป็นพื้นฐานในการอธิบายแนวคิด

ขั้นตอนที่ 4 การขยายความรู้ (Elaboration)

บทบาทของครู : ส่งเสริมให้นักเรียนนำสิ่งที่นักเรียนได้เรียนรู้ไปประยุกต์ใช้หรือขยายความรู้และทักษะในสถานการณ์ใหม่

ขั้นตอนที่ 5 การประเมินผล (Evaluation)

บทบาทของครู : สังเกตนักเรียนในการนำแนวคิดและทักษะใหม่ไปประยุกต์ใช้ ประเมินความรู้และทักษะนักเรียน หาหลักฐานที่แสดงว่านักเรียนเปลี่ยนความคิดหรือพฤติกรรม ให้นักเรียนประเมินการเรียนรู้และทักษะกระบวนการกลุ่ม

จากบทบาทของครูและนักเรียนในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอนข้างต้นสรุปได้ว่า ครูมีบทบาทในการวางแผนการจัดการเรียนรู้ ตั้งคำถามกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากรู้อยากเห็นได้ทำกิจกรรมไปตามขั้นตอนต่าง ๆ สังเกต รับฟังความคิดเห็นของนักเรียน และเป็นผู้ให้ข้อเสนอแนะ คำปรึกษา แก่นักเรียน ส่งเสริมให้นักเรียนเกิดความคิดรวบยอดหรือมโนทัศน์ สามารถอธิบายและนำไปปรับประยุกต์ใช้ได้ ส่วนนักเรียนมีบทบาทในการถามคำถามตามประเด็น ตอบคำถามตามความเข้าใจของตนเอง แสดงความคิดเห็นอย่างอิสระ และแสดงความสนใจต่อเรื่องที่จะเรียน

2.5 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)
 ประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) มี
 นักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวไว้ ดังนี้

พรพิมล พรพิรชนม์ (2551, หน้า 128) กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการ
 เรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ ดังนี้

ประโยชน์

1. ส่งเสริมให้นักเรียนใช้ความคิดและสติปัญญาของตนเองอย่างมีอิสระ
2. ช่วยพัฒนานักเรียนให้เป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล ไม่เชื่ออะไรง่าย ๆ โดยขาดการ

ตรวจสอบ

3. ช่วยเสริมสร้างความเชื่อมั่น และกล้าแสดงความคิดเห็น

ข้อจำกัด

1. นักเรียนจะต้องมีทักษะในการค้นคว้าหาความรู้
2. อาจต้องใช้เวลามากพอสมควรในการพัฒนานักเรียนให้มีทักษะในการเรียนรู้ด้วย

วิธีการสอนแบบสืบเสาะ

ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์ (2552, หน้า 332) กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบ
 เสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ ดังนี้

1. นักเรียนมีโอกาสได้พัฒนาความคิดอย่างเต็มที่ที่ได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองจึงมีความ
 อยากเรียนรู้อยู่ตลอดเวลา

2. นักเรียนมีโอกาสได้ฝึกความคิดและฝึกการกระทำ ทำให้ได้เรียนรู้วิธีการจัดระบบ
 ความคิดและวิธีเสาะแสวงหาความรู้ด้วยตนเอง ทำให้ความรู้คงทนและถ่ายโยงการเรียนรู้ได้
 กล่าวคือ ทำให้สามารถจดจำได้นานและนำไปใช้ในสถานการณ์ใหม่อีกด้วย

3. นักเรียนเป็นศูนย์กลางของการเรียนการสอน

สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553, หน้า 142) กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการ
 จัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ ดังนี้

ประโยชน์

1. ผู้เรียนได้เรียนรู้วิธีค้นหาคำถามและแก้ปัญหาด้วยตนเอง
2. ความรู้ที่ได้มีคุณค่า มีความหมายสำหรับผู้เรียน เป็นประโยชน์และจดจำได้นาน
 สามารถเชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้

3. เป็นวิธีการที่ทำให้ผู้เรียนเกิดแรงจูงใจในการเรียนรู้ มีความอิสระ มีชีวิตชีวาและทำให้สนุกสนานกับการเรียนรู้

ข้อจำกัด

1. ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้สาระการเรียนรู้ไม่ครบถ้วนตามที่กำหนดไว้

2. ถ้าแก้ปัญหาหรือสถานการณ์ง่ายหรือยากเกินไป ไม่เข้าใจหรือไม่น่าสนใจ จะทำให้ผู้เรียนเบื่อหน่ายไม่ยอมเรียน

3. เป็นวิธีการที่มีการลงทุนสูง ซึ่งบางครั้งอาจได้ผลไม่คุ้มค่ากับการลงทุน

4. ผู้สอนต้องใช้เวลาในการวางแผนมาก

สุคนธ์ สนิชพานนท์ (2560, หน้า 55-57) กล่าวถึงประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ไว้ ดังนี้

ประโยชน์

1. ผู้เรียนได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ มีโอกาสได้ศึกษา สำรวจ ค้นหา รวบรวมข้อมูล บันทึก ทดสอบความคิด ทดลองปฏิบัติด้วยตนเอง และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง

2. ผู้เรียนสามารถทำงานร่วมกันกับผู้อื่น รู้จักอภิปรายแสดงความเห็นระหว่างกัน รับฟังความคิดเห็นของผู้อื่นอย่างมีเหตุผล

3. ผู้เรียนรู้จักคิดแก้ปัญหา คิดตัดสินใจ คิดอย่างมีวิจารณญาณ สร้างสรรค์ความรู้และทักษะ

4. ผู้เรียนรู้จักประเมินการทำงานด้วยตนเอง และนำผลการประเมินไปปรับปรุงและพัฒนาให้ดีขึ้น

ข้อจำกัด

1. ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ให้แก่ผู้เรียนนั้น ผู้สอนจะต้องรู้จักปรับเปลี่ยนบทบาทของตนไปตามขั้นตอนของกิจกรรมการเรียนรู้แต่ละขั้น ซึ่งผู้สอนจะต้องมีการเตรียมการสอนเป็นอย่างดี

2. ผู้สอนจะต้องมีวิธีการกระตุ้นความสนใจหรือเร้าความสนใจของผู้เรียนด้วยวิธีการที่เหมาะสม จึงจะสามารถทำให้ผู้เรียนสนใจใฝ่เรียนรู้ในเรื่องที่จะเรียน

3. ในกรณีที่ผู้เรียนยังสับสนไม่เข้าใจเรื่องที่ศึกษา หรือการพัฒนาความเข้าใจรวบยอด ผู้สอนจะต้องใช้เทคนิควิธีการที่เหมาะสมให้ผู้เรียนเกิดความกระตือรือร้น

จากประโยชน์และข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ข้างต้นสรุปได้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) คือ ผู้เรียนได้ฝึกคิดอย่างอิสระ ได้ประสบการณ์ตรงจากการเรียนรู้ ได้ศึกษา สำรวจ ค้นคว้า รวบรวม ข้อมูล ลงมือปฏิบัติวิธีค้นหาคำตอบ แก้ไขปัญหา และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ด้วยตนเอง ฝึกให้เป็นคนช่างสังเกต มีเหตุผล ช่วยให้นักเรียนจดจำความรู้ได้คงทนสามารถถ่ายโอนความรู้ได้ เชื่อมโยงความรู้และนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้ ส่วนข้อจำกัดของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) คือ เป็นกิจกรรมที่ใช้เวลามากในการเรียนรู้แต่ละครั้ง บางครั้งอาจได้เนื้อหาไม่ครบตามที่กำหนดไว้ ถ้าสถานการณ์ที่ครูสร้างไม่ชวนสงสัย ไม่ชวนติดตาม ปัญหาที่ง่ายหรือยากเกินไป อาจจะทำให้นักเรียนเบื่อหน่ายไม่อยากเรียนได้ ส่วนนักเรียนที่ไม่มีความถนัดทางด้านคณิตศาสตร์ หรือได้รับการกระตุ้นไม่มากพอจะไม่สามารถเรียนรู้ด้วยวิธีการสอนแบบนี้ และอาจจะไม่สามารถศึกษาคำตอบด้วยตนเองได้

3. การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share

3.1 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้

Slavin (1995, pp. 2-7) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่าเป็นวิธีการสอนที่นำไปประยุกต์ใช้ได้หลายวิชาและหลายระดับชั้น โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นกลุ่มย่อย ซึ่งโดยทั่วไปจะมีสมาชิก 4 คน ที่มีความสามารถแตกต่างกัน จะเป็นนักเรียนเก่ง 1 คน ปานกลาง 4 คน และอ่อน 1 คน นักเรียนในกลุ่มที่ต้องเรียนและรับผิดชอบงานกลุ่มร่วมกัน นักเรียนจะประสบความสำเร็จก็ต่อเมื่อเพื่อนสมาชิกในกลุ่มทุกคนประสบความสำเร็จบรรลุเป้าหมายร่วมกัน จึงทำให้นักเรียนช่วยเหลือพึ่งพากัน และสมาชิกในกลุ่มจะได้รับรางวัลร่วมกัน เมื่อในกลุ่มทำคะแนนได้ถึงเกณฑ์ที่กำหนดไว้

วิณา ประชากุล และประสาท เนืองเฉลิม (2553, หน้า 205) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า เป็นรูปแบบการเรียนการสอนที่เน้นให้ผู้เรียนได้มีส่วนร่วมด้วยกันในการเรียนรู้มากกว่าการแข่งขันกัน การแข่งขันก่อให้เกิดสภาพการณ์แพ้-ชนะ ต่างจากการ

ร่วมมือกันซึ่งก่อให้เกิดสภาพการณ์ชนะ-ชนะ อันเป็นสภาพการณ์ที่ดีกว่าทั้งทางด้านจิตใจและสติปัญญา

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 102) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า เป็นวิธีให้นักเรียนทำงานด้วยกันในกลุ่มย่อยได้เรียนรู้และรับผลตอบแทนร่วมกัน โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีจุดมุ่งหมายเพื่อเพิ่มผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของนักเรียนทุกระดับความสามารถ ส่งเสริมการช่วยเหลือร่วมมือระหว่างนักเรียนที่มีความสามารถต่างกัน และนักเรียนได้รับประสบการณ์เป็นผู้ชนะและมีความสำเร็จร่วมกัน ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมืออาศัยแนวคิดที่ว่า เด็กอ่อนได้เรียนรู้และปฏิสัมพันธ์กับเพื่อนที่เก่งกว่า ในขณะที่เด็กเก่งได้เรียนรู้ถึงความอดทนและเข้าใจแตกต่างระหว่างบุคคล โดยการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเป็นการจัดการเรียนรู้ที่สอดคล้องกับชีวิตจริงที่ต้องการความร่วมมือกันทางงานไปสู่ความหมายเดียวกันมากกว่าการแข่งขัน ซึ่งการแข่งขันจะให้นักเรียนอ่อนหมดกำลังใจ

ศศิธร เวียงวะลัย (2556, หน้า 99) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือเป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมของกลุ่มโดยร่วมมือ ช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ระหว่างผู้เรียนด้วยกันที่มีความสามารถแตกต่างกัน ดังนั้นจึงต้องใช้ความสามารถของแต่ละคนมารวมกันเพื่อปฏิบัติการให้ผลงานประสบความสำเร็จ โดยมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนเองและส่วนรวม ผลงานที่ได้รับแสดงถึงผลงานแห่งความสำเร็จของกลุ่ม

ลักขณา สิริวัฒน์ (2557, หน้า 195) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า การเรียนรู้แบบร่วมมือ หมายถึง การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่ส่งเสริมให้นักเรียนทำกิจกรรมต่าง ๆ เป็นกลุ่มโดยกลุ่มนั้นต้องประกอบด้วยสมาชิกที่มีความสามารถแตกต่างกัน เพื่อให้แต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกันจึงต้องอาศัยซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ คนที่เรียนเก่งจะช่วยเหลือคนที่เรียนอ่อนกว่าในด้านวิชาการ แต่คนที่เรียนอ่อนในด้านวิชาการอาจเก่งด้านการพูดหรือด้านการช่วยเหลือและให้กำลังใจต่อกัน นอกจากนี้ยังทำให้เกิดความเห็นใจกัน มีปฏิสัมพันธ์ที่ดีต่อกันมีความผูกพันกัน โดยยึดหลักว่าความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของสมาชิกทุกคนในกลุ่ม

วิสุทธิ์ คงศิลป์ (2558, หน้า 53-54) ได้ให้ความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ว่า การเรียนแบบร่วมมือเป็นการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่ยึดผู้เรียนเป็นศูนย์กลางที่ผู้เรียนมีความสามารถแตกต่างกัน โดยแบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่มเล็ก ๆ ในการเรียนร่วมกัน มีการแลกเปลี่ยนความคิดเห็นกัน ยอมรับฟังความคิดเห็นของผู้อื่น มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน ซึ่งผู้เรียนจะบรรลุถึงเป้าหมายของการเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อสมาชิกคนอื่น ๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายของ

การเรียนรู้ได้ก็ต่อเมื่อคนอื่น ๆ ในกลุ่มไปถึงเป้าหมายเช่นเดียวกัน ความสำเร็จของตนเองก็คือความสำเร็จของกลุ่มด้วย

จากความหมายของรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือที่กล่าวมาข้างต้น สรุปได้ว่าการจัดการเรียนรู้แบบกลุ่มร่วมมือ เป็นกระบวนการจัดการเรียนรู้ที่เน้นให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมร่วมกันในการเรียนรู้มากกว่าการแข่งขันกัน มีการช่วยเหลือซึ่งกันและกัน โดยแบ่งนักเรียนที่มีความรู้ความสามารถแตกต่าง ได้เรียนรู้ร่วมกันเป็นกลุ่มเล็ก ๆ 4-5 คน ซึ่งแต่ละคนมีความสามารถไม่เหมือนกันจึงต้องอาศัยซึ่งกันและกันในการเรียนรู้ เพื่อให้ตนเองและสมาชิกทุกคนในกลุ่มประสบความสำเร็จตามเป้าหมายที่กำหนดไว้ ดังนั้นจึงต้องใช้ความสามารถของแต่ละคนมารวมกันเพื่อปฏิบัติการให้ผลงานประสบความสำเร็จ โดยมีความรับผิดชอบร่วมกันทั้งในส่วนของตนและส่วนรวม โดยยึดหลักว่า ความสำเร็จของแต่ละคนคือความสำเร็จของกลุ่ม ความสำเร็จของกลุ่มคือความสำเร็จของทุกคน ซึ่งผลงานที่ได้รับจะแสดงถึงผลงานแห่งความสำเร็จของกลุ่ม

3.2 เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงเทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ ไว้ดังนี้
ทิสนา แคมมณี (2550, หน้า 64-65) กล่าวว่า เทคนิคที่ใช้ในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือมีดังนี้

1. เทคนิคการต่อเรื่องราว (Jigsaw) เป็นเทคนิคที่ใช้ในการจัดกิจกรรมที่ส่งเสริมให้มีการร่วมมือระหว่างสมาชิกในกลุ่มและมีการถ่ายทอดความรู้กันระหว่างกลุ่ม
2. เทคนิคการจัดทีมแข่งขัน (TGT: Team Games Tournament) เหมาะสำหรับการเรียนการสอนที่ต้องการให้กลุ่มผู้เรียนได้ศึกษาประเด็น หรือปัญหาที่มีคำตอบที่ถูกต้องเพียงคำตอบเดียวซึ่งเป็นคำตอบที่ชัดเจน
3. เทคนิคแบ่งปันความสำเร็จ (STAD: Student Teams Achievement Division) เป็นการร่วมมือกันระหว่างสมาชิกในกลุ่ม โดยทุกคนจะต้องพัฒนาความรู้ของตนเองในเรื่องผู้สอนกำหนดซึ่งจะมีการช่วยเหลือทบทวนความรู้ให้แก่กัน มีการทดสอบเป็นรายบุคคลแทนการแข่งขันและรวมคะแนนเป็นกลุ่ม กลุ่มที่ได้คะแนนมากที่สุดจะเป็นฝ่ายชนะ เหมาะสำหรับการเรียนการสอนในบทเรียนที่มีเนื้อหาไม่ยากเกินไป
4. เทคนิคกลุ่มสืบค้น (GI: Group Investigation) เป็นเทคนิคการเรียนรู้แบบร่วมมือที่จัดผู้เรียนออกเป็นกลุ่มเพื่อเตรียมทำงานหรือทำโครงการที่ผู้มอบหมายมอบหมายให้ เทคนิคนี้เหมาะสำหรับฝึกผู้เรียนรู้จักสืบค้นความรู้หรือวางแผนสืบสวนเพื่อแก้ปัญหาหรือหาคำตอบในประเด็นที่สนใจ ดังนั้นก่อนการดำเนินการดำเนินกิจกรรมทุกครั้งผู้สอนควรฝึกทักษะการสื่อสาร ทักษะ การคิด ตลอดจนทักษะทางสังคมให้แก่ผู้เรียนก่อน

5. เทคนิคคู่คิด (Think - Pair - Share) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น เรียกว่าเทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็น ใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

6. เทคนิคเพื่อนคู่คิด 4 สหาย (Think - Pair - Square) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตอบคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งผู้สอนอาจทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ ให้ผู้เรียนแต่ละคนตอบคำถามหรือตอบปัญหาด้วยตนเองก่อนแล้วจับคู่กับเพื่อน นำคำตอบไปผลัดกันอธิบายคำตอบด้วยความมั่นใจ

7. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs check) เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตอบคำถามหรือกำหนดปัญหา (โจทย์) ให้กับผู้เรียน โดยจัดทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดที่มีคำตอบหรือโจทย์หลายข้อ จำนวนข้อจะเป็นจำนวนคู่ ผู้เรียนจะจับคู่กันเมื่อได้รับโจทย์หรือปัญหาจากผู้สอน คนหนึ่งจะทำหน้าที่ตอบคำถามหรือแก้ปัญหาโจทย์ครบ 2 ข้อ แล้วให้สมาชิกทั้งคู่ (ซึ่งจัดในกลุ่มเดียวกัน) เปรียบเทียบคำตอบซึ่งกันและกันเหมาะสมกับใบงานหรือแบบฝึกหัดที่ไม่ยากและไม่ซับซ้อน

8. เทคนิคการสัมภาษณ์ 3 ขั้นตอน (Three - Step interview) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนแต่ละคนได้มีประสบการณ์ในการสัมภาษณ์บุคคลและเก็บใจความสำคัญ หรืออาจจะเป็นการสรุปความคิดรวบยอดในเรื่องที่เรียน

9. เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered heads together) เหมาะสมกับการทบทวนความรู้หรือตรวจสอบความรู้ความเข้าใจ ผู้สอนใช้คำถามถามผู้เรียนและให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มช่วยกันคิดหาคำตอบ แล้วผู้สอนสุ่มเรียกสมาชิกคนหนึ่งของกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งออกมาตอบคำถาม

10. เทคนิคเล่าเรื่องรอบวง (Round robin) เป็นเทคนิคที่สมาชิกทุกคนในกลุ่มได้ผลัดกันเล่าประสบการณ์ ความรู้ที่ตนเองได้ศึกษาตลอดจนสิ่งที่ตนประทับใจให้แก่เพื่อน ๆ ในกลุ่มฟังทีละคน หรืออาจจะเป็นเรื่องสมาชิกในกลุ่มต้องการจะเสนอแนะแสดงความคิดเห็น แนะนำตนเอง พูดถึงส่วนดีของเพื่อน ยกตัวอย่างการกระทำของบุคคลที่สอดคล้องกับเรื่องที่เรียนไปแล้วหรือที่กำลังจะเรียน เป็นต้น โดยสมาชิกทุกคนได้ใช้เวลาในการเล่าเท่า ๆ กัน หรือใกล้เคียงกัน ซึ่งจะเป็นการฝึกให้ผู้เรียนเป็นคนมีความรู้และเทคนิคการเล่าเรื่องเป็นอย่างดี

ลักษณะ สิริวัฒน์ (2557, หน้า 193-206) กล่าวว่า เทคนิคการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบร่วมมือมีมากมายหลายรูปแบบ ซึ่งแต่ละรูปแบบจะมีวิธีการดำเนินการที่ต่างกันตามวัตถุประสงค์เฉพาะ แต่ไม่ว่าจะเป็นรูปแบบใดต่างก็ใช้หลักการเดียวกัน คือหลักการเรียนรู้แบบร่วมมือ 5 ประการ และมีวัตถุประสงค์ที่เป็นไปในทิศทางเดียวกัน คือ เพื่อให้นักเรียนเกิดการเรียนรู้ในเนื้อหาสาระที่ศึกษามากที่สุด โดยอาศัยการร่วมมือกัน การช่วยเหลือกัน และการแลกเปลี่ยนเรียนรู้ระหว่าง

นักเรียนในกลุ่มและนักเรียนในระหว่างกลุ่มด้วยกันความแตกต่างของรูปแบบแต่ละรูปแบบจะอยู่ที่เทคนิคในการศึกษาเนื้อหาสาระและวิธีการเสริมแรงและจะให้รางวัลเป็นประการสำคัญ

วิสุทธิ คงศิลป์ (2558, หน้า 67-72) กล่าวว่า เทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

1. เทคนิคการพูดเป็นคู่ (Rally robin) เป็นเทคนิควิธีการเรียนแบบร่วมมือที่ผู้เรียนแบ่งเป็นกลุ่มย่อย แล้วครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้พูด ตอบ แสดงความคิดเห็นเป็นคู่ ๆ แต่ละคู่จะผลัดกันพูดและฟังโดยใช้เวลาเท่า ๆ กัน

2. เทคนิคการเขียนเป็นคู่ (Rally Table) เป็นเทคนิคคล้ายกับการพูดเป็นคู่ ต่างกันเพียงแต่ละคู่ผลัดกันเขียนหรือวาดแทนการพูด

3. เทคนิคการพูดรอบวง (Round Robin) เป็นเทคนิคที่เปิดโอกาสให้ผู้เรียนในกลุ่มผลัดกันพูด ตอบ อธิบาย ซึ่งเป็นการพูดที่ผลัดกันทีละคนตามเวลาที่กำหนดจนครบ 4 คน

4. เทคนิคการเขียนรอบวง (Round Robin) เป็นเทคนิคที่เหมือนกับการพูดรอบวง แตกต่างกันที่เน้นการเขียนแทนการพูด เมื่อครูถามปัญหาหรือให้ผู้แสดงความคิดเห็น นักเรียนจะผลัดกันเขียนลงในกระดาษที่เตรียมกันไว้ทีละคนตามเวลาที่กำหนด

5. เทคนิคการเขียนพร้อมกันรอบวง (Simultaneous Round table) เทคนิคนี้เหมือนกับการเขียนรอบวง แตกต่างกันที่เน้นให้สมาชิกทุกคนในกลุ่มเขียนคำตอบพร้อมกัน

6. เทคนิคคู่ตรวจสอบ (Pairs Check) เป็นเทคนิคที่ให้สมาชิกในกลุ่มจับคู่กันทำงาน เมื่อได้รับคำถามหรือปัญหาจากครู ผู้เรียนคนหนึ่งจะเป็นคนทำและอีกคนหนึ่งทำหน้าที่เสนอแนะ หลังจากที่ทำข้อที่ 1 เสร็จ นักเรียนคู่นั้นจะสลับหน้าที่กัน เมื่อทำเสร็จครบแต่ละ 2 ข้อ แต่ละคู่จะนำคำตอบมาแลกเปลี่ยนและตรวจสอบคำตอบของคู่อื่น

7. เทคนิคร่วมกันคิด (Numbered Heads Together) เทคนิคนี้แบ่งผู้เรียนเป็นกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน ที่มีความสามารถละกัน แต่ละคนมีหมายเลขประจำตัว และครูถามคำถามหรือมอบหมายงานให้ทำ และให้ผู้เรียน ได้อภิปรายในกลุ่มย่อยจนมั่นใจว่าสมาชิกในกลุ่มทุกคนเข้าใจคำตอบ ครูจึงเรียกหมายเลขประจำตัวผู้เรียนเป็นผู้ตอบคำถามดังกล่าว

8. เทคนิคการเรียงแถว (Line-up) เป็นเทคนิคที่ง่าย ๆ โดยให้ผู้เรียนยืนแถวเรียงลำดับภาพ คำ หรือสิ่งที่ครูกำหนดให้ เช่น ครูให้ภาพต่าง ๆ แก่ผู้เรียน แล้วให้ผู้เรียนยืนเรียงลำดับภาพ ขึ้นตอนของวงจรชีวิตของแมลง ห่วงโซ่อาหาร ฯลฯ

9. เทคนิคการแก้ปัญหาคือจิ๊กซอว์ (Jigsaw Problem Solving) เป็นเทคนิคที่สมาชิกแต่ละคนคิดคำตอบของตนไว้ แล้วนำคำตอบของแต่ละคนมารวมกันเพื่อแก้ปัญหให้ได้คำตอบที่สมบูรณ์เหมาะสมที่สุด

10. เทคนิควงกลมซ้อน (Inside-Outside Circle) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนนั่งหรือยืนเป็นวงกลมซ้อนกัน 2 วงจำนวนเท่ากัน วงในหันหน้าออก วงนอกหันหน้าเข้า ผู้เรียนที่อยู่ตรงกันจับคู่กันเพื่อสัมภาษณ์ซึ่งกันและกันหรืออภิปรายปัญหาาร่วมกัน จากนั้นจะหมุนเวียนเพื่อเปลี่ยนคู่ใหม่ไปเรื่อย ๆ ไม่ซ้ำกัน โดยผู้เรียนวงนอกและวงในเคลื่อนไปในทิศทางตรงกันข้ามกัน

11. เทคนิคแบบมุมสนทนา (Corners) เป็นเทคนิควิธีที่ครูเสนอปัญหาและประกาศมุมต่าง ๆ ภายในห้องเรียนแทนแต่ละข้อ แล้วผู้เรียนแต่ละกลุ่มย่อยเขียนหมายเลขข้อที่ชอบมากกว่าและเคลื่อนเข้าสู่มุมที่เลือกไว้ นักเรียนร่วมกันอภิปรายภายในกลุ่มตามมุมต่าง ๆ หลังจากนั้นจะเปิดโอกาสให้ผู้เรียนในมุมใดมุมหนึ่งอภิปรายเรื่องราวที่ได้ศึกษาให้เพื่อนในมุมอื่นฟัง

12. เทคนิคการอภิปรายเป็นคู่ (Pairs Discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้สมาชิกที่นั่งใกล้กันร่วมกันคิดและอภิปรายเป็นคู่

13. เทคนิคเพื่อนเรียน (Partners) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนในกลุ่มจับคู่เพื่อช่วยเหลือผู้เรียน ในบางครั้งคู่หนึ่งอาจไปขอคำแนะนำ คำอธิบายจากคู่อื่น ๆ ที่คาดว่าจะมีความเข้าใจเกี่ยวกับเรื่องดังกล่าวดีกว่า และเช่นเดียวกันเมื่อผู้เรียนคู่หนึ่งเกิดความเข้าใจที่แจ่มชัดแล้ว ก็จะเป็นผู้ถ่ายทอดความรู้ให้ผู้เรียนคู่อื่น ๆ ต่อไป

14. เทคนิคการคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิด (Think - Pair - Share) เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วนำคำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคนมาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดจึงนำคำตอบเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

15. เทคนิคการทำเป็นกลุ่ม ทำเป็นคู่ และทำคนเดียว (Team-Pair-Solo) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดปัญหาหรืองานให้ แล้วผู้เรียนทำงานร่วมกันทั้งกลุ่มจนงานสำเร็จ จากนั้นจะแยกทำงานเป็นคู่จนงานสำเร็จ สุดท้ายผู้เรียนแต่ละคนแยกมาทำเองจนสำเร็จได้ด้วยตนเอง

16. เทคนิคการอภิปรายเป็นทีม (Team Discussion) เป็นเทคนิคที่ครูกำหนดหัวข้อหรือคำถาม แล้วให้ผู้เรียนทุกคนในกลุ่มร่วมกันระดมความคิดและพูดอภิปรายพร้อมกัน

17. เทคนิคโครงการเป็นทีม (Team Project) เป็นเทคนิคที่เหมาะสมกับวิทยาศาสตร์มาก เทคนิคนี้เริ่มจากครูอธิบายโครงการให้ผู้เรียนเข้าใจก่อนและกำหนดเวลา และกำหนดบทบาทที่เท่าเทียมกันของสมาชิกในกลุ่ม และมีการหมุนเวียนบทบาทแจกอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ผู้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกัน ทำให้โครงการที่ได้รับมอบหมาย จากนั้นจะมีการนำเสนอโครงการของแต่ละกลุ่ม

18. เทคนิคสัมภาษณ์เป็นทีม (Team-Interview) เป็นเทคนิคที่มีการกำหนดหมายเลขสมาชิกแต่ละคนในกลุ่ม แล้วครูผู้สอนกำหนดหัวข้อและอธิบายหัวข้อให้ผู้เรียนทั้งชั้นสุ่มหมายเลขของผู้เรียนในกลุ่มขึ้นแล้วให้เพื่อน ๆ ร่วมทีมเป็นผู้สัมภาษณ์และผลัดกันถาม โดยเรียงลำดับ

เพื่อนให้ทุกคนมีส่วนร่วมเท่า ๆ กัน เมื่อหมดเวลาตามที่กำหนดคนที่ถูกสัมภาษณ์นั่งลง และผู้เรียนหมายเลขต่อไปจะถูกสัมภาษณ์หมุนเวียนเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกคน

19. เทคนิคบัตรคำช่วยจำ (Color-code Co-op Cards) เป็นเทคนิคที่ฝึกให้ผู้เรียนจดจำข้อมูลจากการเล่นเกมที่ใช้บัตรคำถาม บัตรคำตอบ ซึ่งผู้เรียนแต่ละกลุ่มที่เตรียมบัตรมาเป็นผู้ถาม และมีการให้คะแนนกับกลุ่มที่ตอบได้ถูกต้อง

20. เทคนิคการสร้างแบบ (Formations) เป็นเทคนิคที่ครูผู้สอนกำหนดวัตถุประสงค์หรือสิ่งที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้าง แล้วให้เรียนแต่ละกลุ่มร่วมกันอภิปรายและทำงานร่วมกัน เพื่อสร้างชิ้นงานหรือสาธิตงานที่ได้รับมอบหมาย

21. เทคนิคเกมส่งปัญหา (Send-a-problem) เป็นเทคนิคที่ผู้เรียนสนุกกับเกมโดยผู้เรียนทุกคนในกลุ่มตั้งปัญหาด้วยตนเองคนละ 1 คำถามไว้ด้านหน้าของบัตร และคำตอบซ่อนอยู่หลังบัตร ผู้เรียนแต่ละคนในกลุ่มกำหนดหมายเลขประจำตัว 1-4 เริ่มแรกผู้เรียนหมายเลข 4 ส่งปัญหาของกลุ่มให้หมายเลข 1 ในกลุ่มถัดไป ซึ่งเป็นผู้อ่านคำถามและตรวจสอบคำตอบ ส่วนสมาชิกคนอื่นในกลุ่มตอบคำถามในข้อถัดไปจะหมุนเวียนให้สมาชิกหมายเลขอื่นตามลำดับ คือผู้เรียนหมายเลข 2 เป็นผู้อ่านคำถามและตรวจสอบคำตอบจนครบทุกคนในกลุ่ม แล้วเริ่มใหม่ในลักษณะเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ ในรอบต่อไป

22. เทคนิคแลกเปลี่ยนปัญหา (Trade-a-problem) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนแต่ละคู่ตั้งคำถามเกี่ยวกับหัวข้อที่เรียนและเขียนคำตอบเก็บไว้ จากนั้นให้ผู้เรียนแต่ละคู่แลกเปลี่ยนคำถามกับเพื่อนคู่อื่น แต่ละคู่จะช่วยกันแก้ปัญหานั้นเสร็จ แล้วนำมาเปรียบเทียบกับวิธีการแก้ปัญหของเพื่อนเจ้าของปัญหานั้น

23. เทคนิคแบบเล่นเลียนแบบ (Match Mine) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนกลุ่มหนึ่งเรียงวัตถุที่กำหนดให้เหมือนกันโดยผลัดกันบอก ซึ่งแต่ละคนจะทำตามคำบอกเท่านั้น ห้ามไม่ให้ดูกัน วิธีนี้ใช้ประโยชน์ในการฝึกทักษะด้านการสื่อสารให้แก่ผู้เรียนได้

24. เทคนิคเครือข่ายความคิด (Team Word-webbing) เป็นเทคนิคที่ให้ผู้เรียนเขียนแนวคิดหลักและองค์ประกอบย่อยของความคิดหลัก พร้อมกับแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความคิดหลักกับองค์ประกอบย่อยบนแผ่นกระดาษในลักษณะของแผนภูมิจำนวน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ มีเทคนิคที่หลากหลาย ซึ่งแต่ละเทคนิคจะมีกระบวนการที่แตกต่างกันไป จึงจะต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการจัดการเรียนรู้ในเนื้อหาและวิชานั้น ๆ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการจัดการเรียนรู้ให้มากที่สุด ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้เทคนิค Think - Pair - Share ซึ่งเป็นเทคนิคสามารถใช้คู่กับวิธีการสอนแบบอื่นได้ เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนด แล้วให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนแล้วจับคู่

กับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบของแต่ละคนมา อภิปรายให้เพื่อนในชั้นฟัง ซึ่งเทคนิคนี้จะทำให้นักเรียนได้แต่ละคนได้คิดด้วยตัวเองก่อนจริง ๆ เพราะจะต้องนำแบ่งปันคำตอบหรือความคิดกับเพื่อน จะทำให้นักเรียนที่ไม่เคยตอบคำถามเลยใน ห้องมีโอกาสได้แสดงความคิด ซึ่งเหตุผลที่นักเรียนไม่ตอบคำถามอาจเป็นเพราะนักเรียนไม่มั่นใจ ในคำตอบของตนเอง ซึ่งจะเป็นการฝึกทักษะการพูดและแสดงเหตุผลด้วย ซึ่งจากบริบทของ โรงเรียนที่มีจำนวนนักเรียนน้อย หากแบ่งกลุ่ม กลุ่มละ 4 คน จะทำให้ได้จำนวนกลุ่มที่ไม่มาก ส่งผลให้ได้แนวคิด ข้อสรุปที่ไม่หลากหลาย ดังนั้นการจับคู่จึงจะเหมาะสมกว่า

3.3 ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share ไว้ดังนี้

Lyman (1981, pp. 109-110) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Think - Pair – Share ว่าเป็นวิธีการส่งเสริมการเรียนรู้แบบร่วมแรงร่วมใจกันเป็นอย่างดีซึ่ง เหมาะสมกับผู้เรียน ซึ่งผู้สอนจะตั้งคำถามแบบปลายเปิดให้นักเรียนตอบ ซึ่งผู้เรียนจะได้ตอบ คำถาม โดยใช้ประสบการณ์เดิมของตนเองแล้วจับคู่กันอภิปรายเพื่อเปิดโอกาสให้มีรูปแบบการ เรียนรู้มากขึ้น นักเรียนมีความกระตือรือร้นในการเรียนมากขึ้น หลังจาก 2-3 นาทีผ่านไป ผู้สอนให้ ผู้เรียนลงความคิดเห็นที่ดีที่สุด หลังจากที่ได้มีการอภิปรายความคิดเห็นกับเพื่อนร่วมชั้น เพราะว่าถ้า คำตอบผิดที่จะได้รับการแก้ไข ดังนั้นคำตอบจะได้รับการถูกต้อง

Millis & Cottell (1998, pp. 73-74) ได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Think - Pair – Share ว่า การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share นั้น ครู ต้องตั้งคำถามที่ต้องใช้ความเข้าใจ มักจะเป็นคำถามให้นักเรียนได้คิดหาคำตอบด้วยตนเอง จากนั้น ให้จับคู่เพื่อนร่วมชั้นอีกคนหนึ่งเพื่ออภิปรายการตอบคำถาม เมื่อได้ข้อสรุปนักเรียนยกมือเสนอ คำตอบต่อเพื่อนในชั้นเรียน และก่อนที่นักเรียนจะจับคู่กัน ครูควรรอเวลาให้นักเรียนคิดคำตอบให้ ได้ก่อน เพื่อให้ให้นักเรียนได้มีโอกาสในการทอ้งคำตอบกับเพื่อนก่อนที่จะพูดในเรียน

สุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, หน้า 168) กล่าวว่า เทคนิคคู่คิด เป็นเทคนิคที่ผู้สอนนิยมใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่น เป็นเทคนิคที่ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหา ให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตน ก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายหาคำตอบ เมื่อมั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไป อภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

ลักขณา สรีวัฒน์ (2557, หน้า 202) กล่าวถึงความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ เทคนิค Think - Pair – Share ว่าเป็นเทคนิคที่ครูใช้คู่กับวิธีสอนแบบอื่นเรียกว่าเทคนิคคู่คิด เป็น

เทคนิคที่ครูตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ นักเรียน ซึ่งอาจจะเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้ และให้นักเรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบของตนเองก่อน แล้วจับคู่กับเพื่อนอภิปรายคำตอบ เมื่อมั่นใจว่า คำตอบของตนถูกต้องแล้วจึงนำคำตอบไปอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

วิสุทธิ คงกัลป์ (2558, หน้า 67-72) กล่าวถึง เทคนิคการคิดเดี่ยว คิดคู่ ร่วมกันคิดไว้ว่า เป็นเทคนิคที่เริ่มจากปัญหาที่ครูผู้สอนกำหนดให้ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเองก่อนนำ คำตอบไปอภิปรายกับเพื่อนที่เป็นคู่ จากนั้นจึงนำคำตอบของแต่ละคู่มาอภิปรายพร้อมกัน 4 คน เมื่อ มั่นใจว่าคำตอบของตนถูกต้องหรือดีที่สุดจึงนำคำตอบเล่าให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เทคนิค Think - Pair - Share หมายถึง วิธีการส่งเสริมการ เรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากให้นักเรียนได้คิดคนเดียวก่อน แล้วจับคู่กันคิด จากนั้นนำความคิดของของทั้งคู่ที่มั่นใจว่าคำตอบถูกต้องหรือดีที่สุดไปอภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง

3.4 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไว้ดังนี้

Lyman (1981, pp. 109-113) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไว้ดังนี้

1. การคิด (Think) ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียน โดยใช้คำถามหรือการสังเกต ซึ่ง นักเรียนจะใช้เวลาสักครู่หนึ่ง (ไม่ถึงนาที) เพื่อจะคิดเกี่ยวกับคำถาม

2. จับคู่ (Pair) ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดไว้ เช่น เพื่อนที่นั่งใกล้กัน หรือนั่งโต๊ะ ติดกัน นักเรียนจับคู่พูดคุยกันเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เปรียบเทียบความคิดที่ได้มาและ เขียนคำตอบที่คิดว่าดีที่สุดหรือแตกต่างจากคู่ที่ดีที่สุด

3. แลกเปลี่ยน (Share) หลังจากที่นักเรียนพูดคุยกันในคู่ของตัวเอง ครูเดินไปรอบ ๆ และเรียกให้แต่ละคู่ออกมาแนะนำเสนอความคิดของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้น และครูทวนคำตอบของ นักเรียนอีกครั้ง จากนั้นครูจะช่วยบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน

Byerley (2002, p. 3) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไว้ดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นแรกซึ่งครูจะกระตุ้นนักเรียน โดยใช้ปัญหาเพื่อให้นักเรียน คิดหาคำตอบ

2. จับคู่ (Pair) เป็นขั้นที่สองที่ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่ออภิปรายถึงปัญหา

3. แลกเปลี่ยน (Share) เป็นขั้นสุดท้ายที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2556, หน้า 35) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไว้ดังนี้ สสวท.

1. คิด (Think) เป็นขั้นตอนที่ครูหรือผู้สอนตั้งคำถามหรือปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบ หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาด้วยตนเองในเวลาที่ครูกำหนดให้นักเรียนเขียนคำตอบและอธิบายวิธีการแก้ปัญหาลงในกระดาษและห้ามปรึกษากับเพื่อนร่วมชั้น

2. คู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่เพื่อนร่วมชั้น และแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน นักเรียนใช้ข้อมูลที่อยู่ปรึกษากับเพื่อนปรับปรุงคำตอบหรือวิธีแก้ปัญหของตนเอง

3. ร่วม (Share) นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นหรือวิธีแก้ปัญหของตนเองกับเพื่อนทั้งชั้น และอภิปรายร่วมกัน

สุคนธ์ สิ้นธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร (2556, หน้า 168) ได้กำหนดขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ไว้ดังนี้

1. ผู้สอนตั้งคำถามหรือกำหนดปัญหาให้แก่ผู้เรียน ซึ่งอาจจะทำเป็นใบงานหรือแบบฝึกหัดก็ได้

2. ผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง

3. เมื่อผู้เรียนแต่ละคนคิดหาคำตอบได้แล้ว ให้จับคู่กับเพื่อนผลัดกันอภิปรายคำตอบและช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง

4. ผู้เรียนคนหนึ่งออกไปอธิบายคำตอบให้เพื่อนฟังทั้งชั้น

จากการศึกษาขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ที่กล่าวมาข้างต้น ผู้วิจัยสามารถสังเคราะห์เป็นขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ได้ดังตารางที่ 5

ตารางที่ 5 การสังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share

Lyman (1981, pp. 109 - 113)	Byrley (2002, p. 3)	ศสวท. (2556, หน้า 35)	สุคนธ์ สินธพานนท์ และจิตนา วิรกิจสุณฑร (2556, หน้า 168)	ผู้วิจัย
<p>1.การคิด (Think) ครูกระตุ้นความคิดของนักเรียนโดยใช้คำถามหรือการสังเกตซึ่งนักเรียนจะใช้เวลาสักครูหนึ่ง (ไม่ถึงนาที) เพื่อจะคิดเกี่ยวกับคำถาม</p>	<p>1. การคิด (Think) เป็นขั้นแรกซึ่งครูจะกระตุ้นนักเรียนโดยให้ปัญหาเพื่อให้แต่ละคนหาคำตอบ หลังจากนั้นนักเรียนจะอภิปรายคำตอบ</p>	<p>คิด (Think) ผู้สอนตั้งคำถามหรือปัญหาที่คำถามหรือปัญหาที่ต้องการให้นักเรียนแต่ละคนหาคำตอบ หลังจากนั้นนักเรียนแต่ละคนแก้ปัญหาด้วยตนเอง</p>	<p>1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง</p>	
<p>2.จับคู่ (Pair) ใช้การจับคู่กันตามที่กำหนดไว้ เช่น เพื่อนที่นั่งใกล้กัน หรือนั่งโต๊ะติดกัน นักเรียนจับคู่พูดคุยกันเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เปรียบเทียบความคิดที่ได้มาและเขียนคำตอบที่คิดว่าดีที่สุดหรือแตกต่างจากคู่ที่ดีที่สุด</p>	<p>2. จับคู่ (Pair) เป็นขั้นที่สองที่ให้นักเรียนจับคู่กันเพื่ออภิปรายถึงปัญหา</p>	<p>2. คู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่เพื่อนร่วมชั้น และแลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน</p>	<p>2. จับคู่ (Pair) ให้ผู้เรียนจับคู่กับเพื่อน พุดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ</p>	
<p>3.แลกเปลี่ยน (Share) หลังจากให้นักเรียนพูดคุยกัน ในคู่ของตัวเอง ครูเดินไปรอบ ๆ และเรียกให้แต่ละคู่ออกมานำเสนอความคิดของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้น และครูทวนคำถามครูจะช่วยบันทึกคำตอบของนักเรียนไว้บนกระดาน</p>	<p>3. แลกเปลี่ยน (Share) เป็นขั้นสุดท้ายที่ให้นักเรียนได้แลกเปลี่ยนและนำเสนอความรู้ที่ได้จากการค้นหาคำตอบ</p>	<p>3. ร่วม (Share) นักเรียนนำเสนอความคิดเห็นหรือวิสัยทัศน์ของตนเอง</p>	<p>3. แลกเปลี่ยน (Share) ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง และครูทวนคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง</p>	

จากตารางที่ 5 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ไว้ 3 ขั้นตอนดังนี้

1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง
2. จับคู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่ กับเพื่อนพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
3. แลกเปลี่ยน (Share) ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง และครูทวนคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง

จากขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share ผู้วิจัยได้นำไปสังเคราะห์ร่วมกับขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) โดยนำ การคิด (Think) ไปแทรกในขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) และนำจับคู่ (Pair) แลกเปลี่ยน (Share) ไปแทรกในขั้นอธิบาย (Explanation) เพื่อพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน

3.5 ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share ไว้ดังนี้

Lyman (1981, pp. 1-2) กล่าวไว้ว่า ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้อย่างรวดเร็ว ไม่ต้องใช้เวลาในการเตรียมมาก กระตุ้นให้นักเรียนมีความสนใจ และครูสามารถตั้งคำถามได้หลากหลายทำให้ดึงความสนใจของนักเรียนได้ทั้งชั้น ทำให้นักเรียนที่ไม่กล้าแสดงออกได้ตอบคำถามได้โดยไม่ต้องลุกขึ้นยืนต่อหน้าเพื่อนในชั้นเรียน ครูสามารถเข้าใจด้วยการฟังนักเรียน ระหว่างการทำกิจกรรมและจากการรวบรวมคำตอบในช่วงท้าย นอกจากนี้ใน 1 คาบเรียนครูสามารถใช้เทคนิค Think - Pair - Share มากกว่าหนึ่งครั้ง

วัฒนาพร ระงับทุกข์ (2541, หน้า 32) ได้กล่าวถึง ประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share ดังนี้

1. ผู้เรียนได้รับความรู้และประสบการณ์จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง
2. ผู้เรียนสามารถนำไปใช้ ทั้งในเนื้อหาสาระความรู้เดียวกันและต่างกัน ตลอดจนนำไปใช้ในชีวิตประจำวันได้อย่างมีประสิทธิภาพ
3. ได้รู้จักและเข้าใจในตนเองดีขึ้นในด้านของการทราบข้อดีและข้อบกพร่องของตนเอง เพื่อเป็นแนวทางการแก้ไขปรับปรุง

4. ผู้เรียนกล้าแสดงออกมากขึ้น
5. ฝึกทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี
6. ฝึกการเป็นผู้มีใจกว้าง ยอมรับฟังความคิดเห็นผู้อื่น ไม่ยึดมั่นถือมั่น

สมบัติ การจรรยาภรณ์ (2547, หน้า 12) กล่าวไว้ว่า ผลที่จะเกิดต่อผู้เรียนในการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share จะทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิดและทักษะการสื่อสารให้คู่ของตนเข้าใจเช่นกัน และฝึกให้กล้าแสดงความคิดเห็น จะทำให้นักเรียนแต่ละคู่มีความสนิทสนมกันมากขึ้น ช่วยทำให้นักเรียนเป็นคู่หูในการช่วยกันเรียนต่อไป

จากที่กล่าวถึงประโยชน์ของการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share ข้างต้นสรุปได้ว่า เป็นเทคนิคที่นำไปใช้ได้ ไม่ซับซ้อน ทำให้นักเรียนได้ฝึกทักษะการคิด การทักษะการสื่อสาร การเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี ฝึกให้นักเรียนได้กล้าแสดงความคิดเห็น และได้รับความรู้จากการเรียนรู้ด้วยตนเอง ทำให้สามารถจำความรู้ได้นาน และเกิดความเข้าใจอย่างลึกซึ้ง และครูสามารถให้เทคนิค Think - Pair - Share ในการจัดการเรียนการสอนมากกว่าหนึ่งครั้ง

4. การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share

จากการศึกษาการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) และเทคนิค Think - Pair - Share ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ดังนี้

4.1 การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)

การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) หมายถึง กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่นักเรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา นักเรียนจะต้องสำรวจ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ โดยครูกระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิดหาเหตุผลจนค้นพบความรู้ สรุปเป็นหลักการจนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเอง โดยมีขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (Bybee et al., 2006 ; ชาตรี ฝ่ายคำตา, 2551 ; พิมพันธ์ เดชะคุปต์ และคณะ, 2552 ; เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2555 ; สุคนธ์ สินธพานนท์, 2558) ดังนี้

1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ

2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่นักเรียนนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็น โดยครูให้คำแนะนำเพื่อให้ผู้เรียนมีความเข้าใจมากขึ้น
4. ขั้นขยายความรู้ (Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้

4.2 การจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair – Share

เทคนิค Think - Pair – Share หมายถึง วิธีการส่งเสริมการเรียนรู้ที่จัดให้นักเรียนทำงานเป็นกลุ่ม โดยเริ่มจากให้นักเรียนได้คิดคนเดียวก่อน แล้วจับคู่กันคิด จากนั้นนำความคิดของของทั้งคู่ที่มั่นใจว่าคำตอบถูกต้องหรือดีที่สุดไปอภิปรายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง ซึ่งมีขั้นตอน (Lyman, 1981 ; Byerley, 2002 ; สสวท., 2556 ; สุกนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร, 2556) ดังนี้

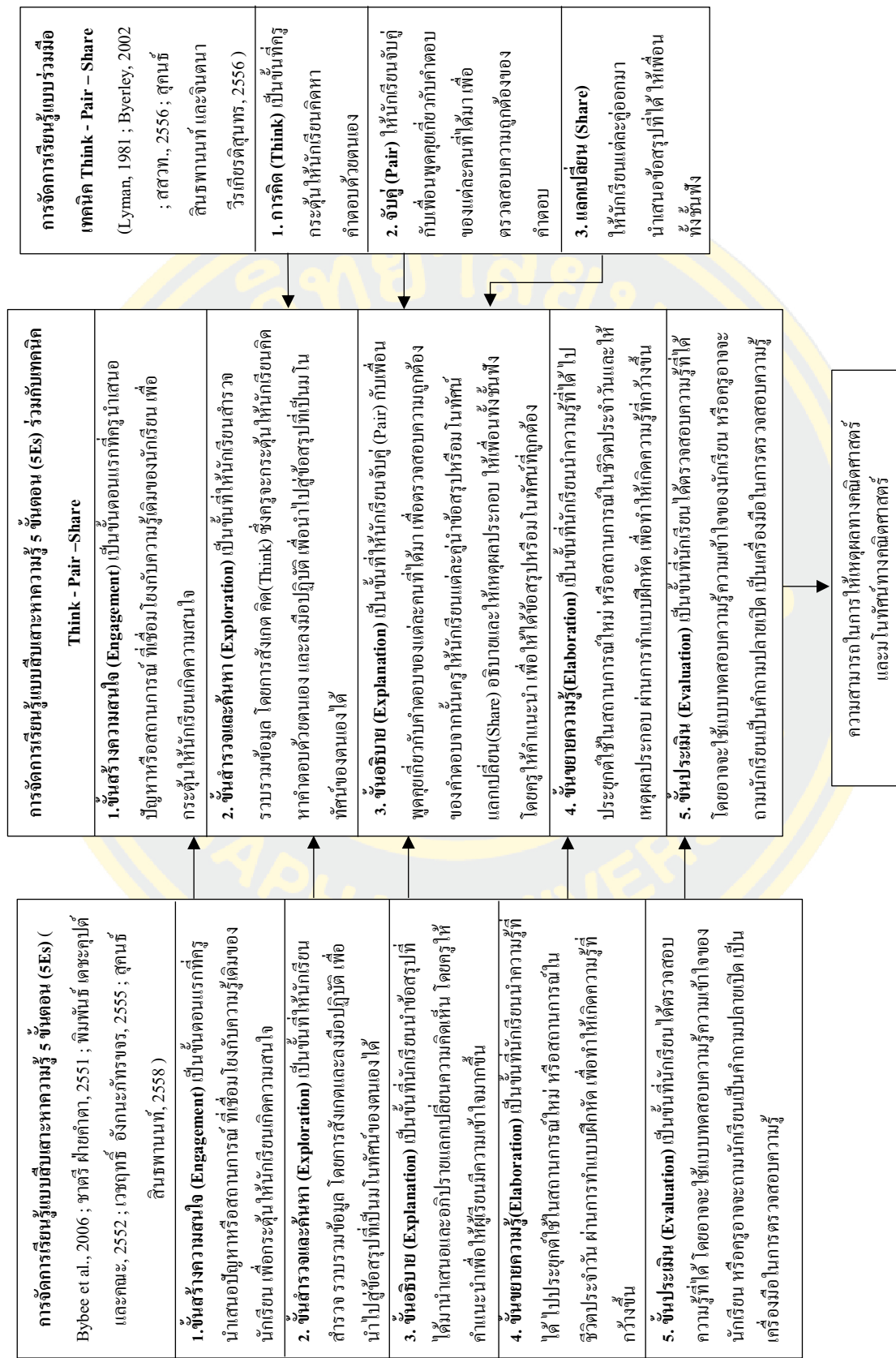
1. การคิด (Think) เป็นขั้นที่ครูกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง
2. จับคู่ (Pair) ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อนพูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ
3. แลกเปลี่ยน (Share) ให้นักเรียนแต่ละคู่ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง และครูทวนคำตอบของนักเรียนอีกครั้ง

4.3 ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

ผู้วิจัยได้ให้ความหมายของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair -Share กระบวนการจัดการเรียนการสอนที่ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมการเรียนรู้ตลอดเวลา ซึ่งผู้เรียนจะต้องคิดคนเดียวก่อน โดยการสำรวจ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ แล้วจับคู่กันคิดอภิปรายถึงคำตอบของแต่ละคนและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ จากนั้นนำไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นจนทำให้เกิดความเข้าใจ และโดยครูกระตุ้น ให้คำปรึกษาชี้แนะ ให้นักเรียนใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ สรุปเป็นหลักการจนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเองได้ ซึ่งผู้วิจัยได้

สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share โดยนำขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือเทคนิค Think - Pair - Share แทรกในขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ดังภาพที่ 2





ภาพที่ 2 สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ของผู้วิจัย

จากภาพที่ 2 ผู้วิจัยได้สังเคราะห์ขั้นตอนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ดังนี้

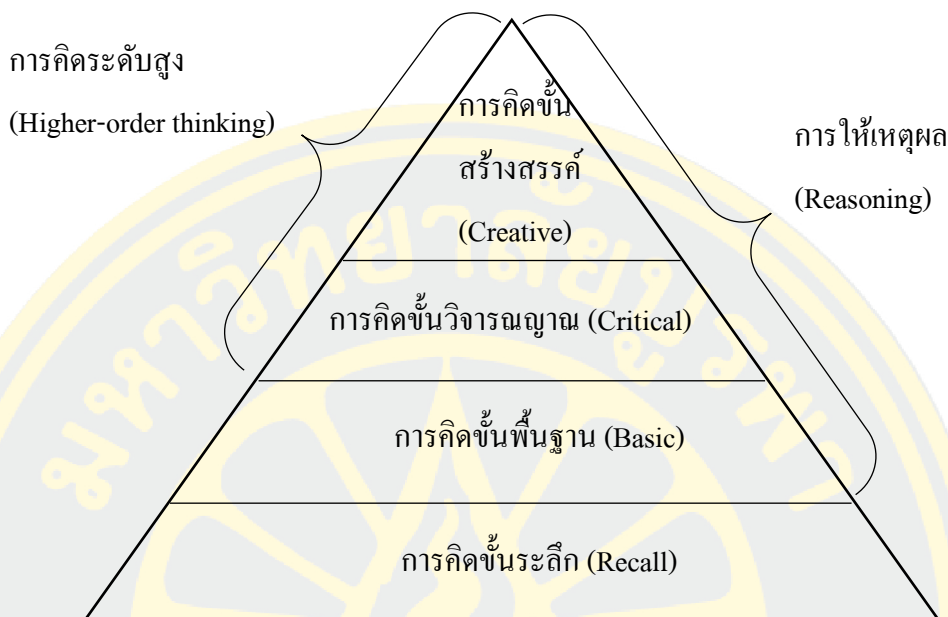
1. ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) เป็นขั้นตอนแรกที่ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ
2. ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต คิด(Think) ซึ่งครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเอง และลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้
3. ขั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนจับคู่ (Pair) กับเพื่อน พูดคุยเกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคู่ นำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ แลกเปลี่ยน(Share) อธิบายและให้เหตุผลประกอบ ให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง โดยครูให้คำแนะนำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง
4. ขั้นขยายความรู้(Elaboration) เป็นขั้นที่นักเรียนนำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและให้เหตุผลประกอบ ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น
5. ขั้นประเมิน (Evaluation) เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เป็นเครื่องมือในการตรวจสอบความรู้

5. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

5.1 ความหมายของการให้เหตุผล

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผล ไว้ดังนี้

Krulik SRudnick J. A (1993, p. 3) กล่าวว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด จากภาพข้างล่างได้แสดงถึงลำดับขั้นของการคิด เราสามารถแบ่งการคิดได้ 4 ระดับ ได้แก่ การคิด ทบทวน การคิดพื้นฐาน การคิดอย่างรอบคอบ และการคิดสร้างสรรค์ การคิดเป็นกระบวนการที่ซับซ้อน แสดงถึงความไม่ต่อเนื่องในแต่ละลำดับขั้น เนื่องจากข้อมูลนั้นมีความไม่ครอบคลุม และแสดงถึงความไม่เป็นจริง ดังนั้นการลำดับระดับความคิดจึงไม่สามารถระบุขั้นตอนแต่ละลำดับได้ชัดเจน ดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 ลำดับขั้นของการคิดตามแนวคิดของ Krulik and Rudnick

วรรณิ ธรรมโชติ (2550, หน้า 3) กล่าวว่า กระบวนการให้เหตุผลเป็นเครื่องมือที่มนุษย์ใช้สำหรับการแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ โดยการนำเอาความจริงอย่างใดอย่างหนึ่งหรือหลายอย่างในระบบ ซึ่งเรียกว่า เหตุหรือข้อตั้ง (premise) มาวิเคราะห์แจกแจงแสดงความสัมพันธ์ เพื่อให้เกิดความจริงอันใหม่ขึ้น ซึ่งเรียกว่าผล หรือผลสรุป หรือข้อยุติ

สมเดช บุญประจักษ์ (2551, หน้า 38) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นกระบวนการที่ประกอบด้วยข้อความ 2 ส่วน คือส่วนที่เป็นเหตุหรือสมมติฐาน (premise or assumption) และส่วนที่เป็นข้อสรุปหรือผล (conclusion) และวิธีการที่จะยอมรับว่าข้อสรุปเป็นผลมาจากเหตุหรือสมมติฐานนั้น ๆ ถ้าเหตุเป็นเงื่อนไขที่จะทำให้เกิดข้อสรุปหรือผล จะเรียกว่าเป็นการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล (valid argument)

วิชัย เสวกงาม (2557, หน้า 207) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นความสามารถในการคิดอย่างมีเหตุผลและการแก้ปัญหาในสถานการณ์ใหม่ที่เป็นอิสระจากความรู้เดิมที่ได้มา ซึ่งเป็นองค์ประกอบสำคัญของการพัฒนาองค์ความรู้และเป็นสิ่งที่ช่วยเสริมให้ผู้เรียนเกิดความสามารถในด้านอื่น ๆ

จุฑามาศ แหนจอ (2561, หน้า 293) กล่าวว่า การให้เหตุผล เป็นกระบวนการรู้คิดที่เกี่ยวข้องกับการค้นหาข้อสรุป โดยพิจารณาข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ ที่มีอยู่ หรือการค้นหาข้อมูลหรือหลักฐานต่าง ๆ เพิ่มเติม

จากที่กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผล ข้างต้นสรุปได้ว่า การให้เหตุผลเป็นส่วนหนึ่งของการคิด โดยพิจารณาข้อมูลและหลักฐานต่าง ๆ หรือแสวงหาความรู้ใหม่ ๆ มาวิเคราะห์แจกแจงแสดงความสัมพันธ์ เพื่อค้นหาข้อสรุปหรือข้อยุติ ซึ่งวิธีการที่ยอมรับว่าข้อสรุปเป็นผลจากเหตุหรือสมมติฐานนั้น ๆ ทำให้เกิดข้อสรุปหรือผล จะเป็นการให้เหตุผลที่สมเหตุสมผล

5.2 ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

O' Daffer (1990, p. 378) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเกี่ยวกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป การวิเคราะห์ และการหาข้อสรุปที่ถูกต้อง สมเหตุสมผลเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

NCTM (2000, p. 56) ได้ให้ความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ว่าเป็นกระบวนการที่มีประสิทธิภาพในการพัฒนาและแสดงความเข้าใจอย่างลึกซึ้งเกี่ยวกับปรากฏการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นการรวบรวมข้อมูลและจัดระเบียบทางความคิด เพื่อนำไปสู่การคาดเดาและการหาข้อสรุป ดังนั้นการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์จึงเป็นสิ่งสำคัญในการทำความเข้าใจคณิตศาสตร์

อัมพร ม้าคอง (2553, หน้า 48) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (Mathematical reasoning) เป็นส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการสร้างข้ออ้างอิงทั่วไปและการหาข้อสรุปที่ถูกต้องเกี่ยวกับแนวคิดหรือวิธีการที่สิ่งต่าง ๆ เกี่ยวข้องหรือสัมพันธ์กัน

เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร (2554, หน้า 32) กล่าวว่า การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการอธิบาย การหาความสัมพันธ์ การวิเคราะห์และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555ก, หน้า 39-40) ได้นำเสนอความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ว่า เป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์ และ/หรือความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ ในการรวบรวมข้อเท็จจริง/ข้อความ/แนวคิด/สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์ หรือเชื่อมโยง เพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

จากที่กล่าวถึงความหมายของการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้างต้นสรุปได้ว่า การให้

เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ส่วนหนึ่งของการคิดทางคณิตศาสตร์ที่เป็นกระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัย การอธิบาย การคิดวิเคราะห์ การสร้างข้ออ้างอิงทั่วไป รวบรวมข้อมูลเพื่อนำไปสู่การแสดงข้อสรุปของข้อมูลที่มีถูกต้องสมเหตุสมผล และความสามารถในการพิจารณาข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

5.3 ความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่าน ได้กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

NCTM (2000, p. 56) ได้เสนอความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ดังนี้

1. ตระหนักว่าการให้เหตุผลและการพิสูจน์เป็นลักษณะพื้นฐานของวิชาคณิตศาสตร์
2. ดำเนินการและตรวจสอบข้อคาดการณ์ทางคณิตศาสตร์
3. พัฒนาและประเมินข้อโต้แย้งและการพิสูจน์ทางคณิตศาสตร์
4. เลือกและใช้ประเภทของการให้เหตุผล และวิธีการของการพิสูจน์

พรหมทิพา พรหมรัถย์ (2552, หน้า 37) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถในการแสดงแนวคิดเกี่ยวกับการสร้างหลักการ การวิเคราะห์ การหาความสัมพันธ์ และแสดงข้อสรุปของข้อมูลอย่างสมเหตุสมผล รวมถึงความสามารถในการพิจารณาและยืนยันข้อสรุปที่สมเหตุสมผล

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 49) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์มีหลากหลายที่สำคัญมีดังนี้

1. หาข้อสรุปที่เป็นผลเกี่ยวกับคณิตศาสตร์
2. ใช้ความรู้และข้อมูลในการวิเคราะห์สถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ และใน การอธิบายความคิดของตนเอง

อธิบายความคิดของตนเอง

3. เข้าใจและสามารถใช้กระบวนการให้เหตุผลในสถานการณ์เฉพาะใด ๆ
4. สร้าง ทดสอบ และประเมินข้อคาดการณ์และข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์
5. ให้เหตุผลโดยใช้การอุปนัยและนิรนัยทางคณิตศาสตร์
6. ตรวจสอบและประเมินความคิดของตนเอง
7. เห็นคุณค่าและความสำคัญของการให้เหตุผล ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของคณิตศาสตร์

และสามารถนำไปใช้ได้

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 79) ได้ให้ความหมายความสามารถในการให้เหตุผลไว้ว่า เป็นความสามารถที่ต้องใช้การคิดวิเคราะห์และใช้เหตุผลใน

การหาข้อสรุปที่สมเหตุสมผลของสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์จากข้อมูลที่กำหนด โดยเหตุผลที่ใช้ อาจแสดงถึงแนวคิดเกี่ยวกับความรู้ที่เป็นข้อเท็จจริง หลักการ ข้อความคาดการณ์ หรือข้อสนับสนุน ของข้อสรุปที่ได้ในสถานการณ์นั้น ๆ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 176) กล่าวว่า ความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องอาศัยการคิดวิเคราะห์และความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในการรวบรวมข้อเท็จจริง ข้อความ แนวคิดและสถานการณ์ทางคณิตศาสตร์ต่าง ๆ แจกแจงความสัมพันธ์หรือการเชื่อมโยงเพื่อทำให้เกิดข้อเท็จจริงหรือสถานการณ์ใหม่

กระทรวงศึกษาธิการ (2560, หน้า 3) ได้เสนอทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์ที่จำเป็นและต้องการพัฒนาให้เกิดขึ้นกับผู้เรียน ด้านความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความสามารถในการให้เหตุผล รับฟังและให้เหตุผลสนับสนุน หรือโต้แย้งเพื่อนำไปสู่การสรุป โดยมีข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์รองรับ

จากที่กล่าวถึงความหมายของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้างต้นสรุปได้ว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หมายถึง กระบวนการคิดทางคณิตศาสตร์ที่ต้องใช้ หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ในการอธิบายแนวคิดของตนเอง ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล

5.4 แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจะพัฒนาขึ้นได้ ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ รวมทั้งความพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้นรู้ได้อย่างไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียนได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียนได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนเองและที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2554, หน้า 35) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ควรเริ่มจากการส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูดอธิบายและแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยน

แนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 176) กล่าวว่า แนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ คือ ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุป แนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กัน ไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

จากที่กล่าวถึงแนวทางการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ข้างต้นสรุปได้ว่า ผู้สอนควรส่งเสริมให้ผู้เรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ การสรุป ให้ผู้เรียนได้พูดอธิบายแสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ และมีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กัน ไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

5.5 การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

1. แนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

มีสถาบันทางการศึกษาและนักการศึกษาได้เสนอแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Krulik SRudnick J. A (1993, pp. 8-9) ได้กล่าวถึงแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

1. การสังเกต ครูควรเดินรอบ ๆ ห้อง เพื่อสังเกตความสามารถในการให้เหตุผลขณะที่นักเรียนกำลังแก้ปัญหาากับเพื่อน ๆ ในห้องเรียน
2. การทดสอบ ไม่ควรใช้ข้อสอบแบบเลือกตอบ แต่ควรเป็นข้อสอบที่ให้นักเรียนได้แสดง เหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจของนักเรียน ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด

เวชฤทธิ์ อังกะนัทรขจร (2554, หน้า 109-115) กล่าวว่า แนวทางการประเมินทักษะและกระบวนการ สามารถทำได้โดยวิธีและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย ดังนี้

1. แบบทดสอบ

1.1 ข้อสอบแบบปรนัย

เป็นข้อสอบที่มีคำตอบไว้ให้แล้ว ผู้สอบต้องเลือกคำตอบที่ถูกต้องหรือพิจารณาข้อความที่ให้อ้างหรือผิด ซึ่งจะเป็นการวัดความรู้ในเนื้อหาเป็นส่วนใหญ่ แต่ก็สามารถนำมาใช้ในการวัดทักษะและกระบวนการ ได้โดยขึ้นอยู่กับคำถามหรือปัญหาที่ถาม

1.2 ข้อสอบแบบอัตนัย

เป็นข้อสอบที่กำหนดปัญหาหรือคำถามมาให้ แล้วให้ผู้ตอบแสดงความรู้ ความเข้าใจ และความคิด ซึ่งสามารถวัดความสามารถของผู้เรียนได้หลายด้าน ทั้งในด้านความรู้ และทักษะและกระบวนการ

การใช้ข้อสอบอัตนัยจะสามารถประเมินทักษะและกระบวนการได้มากกว่าการใช้ข้อสอบปรนัย เนื่องจากผู้สอนสามารถถามในพฤติกรรมนั้นได้โดยตรง

2. แบบสังเกต

เป็นการประเมินผลตามสภาพจริง โดยประเมินการแสดงผลออกและกระบวนการที่ผู้เรียนใช้ในการทำกิจกรรม รวมทั้งสามารถประเมินทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์และการทำงานของผู้เรียน

2.1 แบบสังเกตแบบตรวจสอบรายการ ประกอบด้วยพฤติกรรม คุณลักษณะ โดยผู้สังเกตเป็นผู้ตรวจสอบว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมในแต่ละรายการหรือไม่

2.2 แบบสังเกตแบบมาตราประเมินค่า เป็นแบบสังเกตที่ผู้สังเกตประเมินว่าผู้เรียนมีพฤติกรรมในแต่ละรายการมากน้อยเพียงใด

3. แบบสัมภาษณ์

มักจะใช้เมื่อต้องการข้อมูลในเชิงลึก โดยลักษณะสำคัญคือ การมีความยืดหยุ่น และสามารถสังเกตพฤติกรรมต่าง ๆ ของผู้เรียนได้

4. แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน

เป็นการที่ผู้เรียนเขียนบันทึกการเรียนรู้และการอ่านบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน โดยจะให้ผู้เรียนเขียนบันทึกซึ่งส่วนมากจะทำในท้ายชั่วโมง และให้เขียนในประเด็นที่สำคัญ ไม่ถามหลายประเด็นจนเกินไป

5. การใช้คำถาม

จะเป็นการกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ซึ่งผู้สอนมักใช้คำถามในระหว่างการดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอนหรือการทำกิจกรรมของผู้เรียน

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2547, หน้า 50-52) ได้กล่าวว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผล ทางคณิตศาสตร์ สามารถประเมินโดยใช้แบบทดสอบ โดยที่นักเรียนสามารถหาคำตอบ และมีการเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง

สมเหตุสมผล นอกจากจะพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลผู้ประเมินควรคำนึงถึงความสามารถในด้านต่อไปนี้ด้วย

1. การใช้พื้นฐานความรู้ทางคณิตศาสตร์ในการให้เหตุผล
2. การใช้วิธีการคณิตศาสตร์สร้างข้อาคดเคาลิ่งที่เกิดขึ้น
3. การประเมินข้อโต้แย้งทางคณิตศาสตร์และการพิสูจน์
4. การเลือกใช้รูปแบบหรือวิธีการที่หลากหลายในการให้เหตุผลหรือพิสูจน์ ในการ

ประเมินผลควรคำนึงถึงจุดมุ่งหมายในการประเมินว่าประเมินเพื่ออะไร เช่น

- ประเมินเพื่อใช้เป็นข้อมูลในการจัดการเรียนการสอน กล่าวคือ เพื่อให้รู้ว่านักเรียนพร้อมที่จะเรียนคณิตศาสตร์เรื่องนั้น ๆ หรือไม่ เพื่อนามาใช้คาดการณ์เกี่ยวกับการเรียนรู้ของนักเรียนแล้วนำมาออกแบบกิจกรรม การประเมินเพื่อจุดมุ่งหมายในลักษณะนี้จะประเมินด้วยการวิเคราะห์เก็บข้อมูลเป็นรายละเอียดในแง่มุมต่าง ๆ ตามที่ต้องการทราบ

- ประเมินเพื่อวัดความสามารถในการให้เหตุผล การประเมินจุดประสงค์นี้อาจใช้ในการให้คะแนนทักษะ/ กระบวนการทางคณิตศาสตร์ด้านการให้เหตุผล ซึ่งครูอาจใช้การประเมินแบบองค์รวม โดยใช้เกณฑ์ที่มีผู้พัฒนาไว้แล้วหรืออาจจะตั้งเกณฑ์ขึ้นเองจากประสบการณ์จริงที่พบได้จากนักเรียน ในการประเมินความสามารถด้านการให้เหตุผล จะใช้วิธีการให้คะแนนแบบกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน (Rubric) เพื่อมุ่งหวังที่จะขจัดปัญหาที่จะเกิดจากการให้คะแนน ป้องกันความลำเอียงและเสริมสร้างความเป็นธรรม ตลอดจนสร้างระบบการประเมินที่จะนำไปสู่ การพัฒนา ทั้งนี้อาจเปิดโอกาสให้นักเรียนได้มีส่วนร่วมในการกำหนดเกณฑ์การให้คะแนน ซึ่งรายละเอียดของเกณฑ์จะขึ้นกับบริบทของเรื่องและระดับชั้นเรียนนั้น ๆ

จากแนวทางการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลสามารถทำได้โดยวิธีและเครื่องมือในการประเมินที่หลากหลาย ได้แก่ การสังเกต, แบบทดสอบแบบอัตนัย, แบบทดสอบแบบปรนัย, แบบสัมภาษณ์, แบบบันทึกการเรียนรู้ของผู้เรียน และการใช้คำถาม ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์โดยใช้แบบทดสอบแบบอัตนัย เนื่องจากให้นักเรียนได้แสดงเหตุผล เพื่อดูการตัดสินใจ และเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจได้อย่างถูกต้อง สมเหตุสมผล ซึ่งควรเป็นคำถามปลายเปิด การใช้ข้อสอบอัตนัยจึงสามารถประเมินทักษะและกระบวนการได้มากกว่าการใช้ข้อสอบปรนัย

2. เกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

เกณฑ์การให้คะแนนเป็นเครื่องมือที่ช่วยประเมินเชิงคุณภาพเกี่ยวกับความรู้และการปฏิบัติงานของผู้เรียนซึ่งสามารถแยกแยะความสำเร็จในการเรียนหรือคุณภาพการปฏิบัติงานของ

ผู้เรียน โดยต้องมีการกำหนดมาตรวัดและรายการของคุณลักษณะที่บรรยายถึงความสามารถในการแสดงออกของแต่ละระดับ /กลุ่มของมาตรวัดไว้อย่างชัดเจน ซึ่ง รูบริก คือ ข้อความที่แสดงรายละเอียดของเกณฑ์คุณภาพการเรียนรู้ของผู้เรียนจากระดับที่สอดคล้องจนถึงระดับที่ต้องการพัฒนา ซึ่งผู้สอนสามารถออกแบบให้เหมาะสมกับผู้เรียนของตนเองได้ โดยทั่วไปการให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ(เวชฤทธิ์ อังกะนภัทรขจร, 2555, หน้า 184-185) คือ

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) เป็นการให้คะแนนที่ประเมินความรู้และผลงานของผู้เรียน โดยกำหนดระดับคะแนนพร้อมบรรยายรายละเอียดของผลงานหรือพฤติกรรมของผู้เรียนเป็นภาพรวม โดยไม่มีการแยกเป็นด้าน ๆ การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการตัดสินหรือสรุปผลการเรียนของผู้เรียน

2. การให้คะแนนแบบแยกองค์ประกอบ (Analytic scoring) เป็นการให้คะแนนตามองค์ประกอบของสิ่งที่ต้องประเมิน เช่น เมื่อประเมินความเข้าใจทางคณิตศาสตร์ เรื่องการวิเคราะห์ข้อมูล อาจแยกพิจารณาเป็นด้านการเก็บรวบรวมข้อมูล ด้านการนำเสนอข้อมูล และด้านการอ่านเปรียบเทียบ และวิเคราะห์แนวโน้มของข้อมูล การให้คะแนนลักษณะนี้มักใช้ในการประเมินผลการเรียนรู้ที่มีจุดประสงค์เพื่อวินิจฉัยหาจุดเด่นหรือจุดด้อยของผู้เรียนในแต่ละด้าน

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 256) กล่าวว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกไว้ 2 รูปแบบ ไว้ดังนี้

1. การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) ครูจะให้คะแนน โดยดูภาพรวมของกระบวนการหรือผลงาน ไม่พิจารณาเป็นส่วน ๆ เกณฑ์การประเมิน (Rubric) แบบนี้จะใช้เมื่อต้องการดูภาพโดยรวมมากกว่าจะดูข้อบกพร่องส่วนย่อย ๆ เกณฑ์การประเมินแบบภาพรวมจะเหมาะกับการปฏิบัติที่ต้องการให้ผู้เรียนสร้างสรรค์และไม่มีคำตอบที่ถูกต้องชัดเจนแน่นอน

2. เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) ใช้เมื่อต้องการเน้นการตอบสนองที่มีลักษณะเฉพาะ และไม่ได้เน้นความคิดสร้างสรรค์ ใช้เป็นตัวแทนของการประเมินหลายมิติ การใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงได้ผลสะท้อนกลับค่อนข้างสมบูรณ์ เป็นประโยชน์สำหรับผู้เรียนและผู้สอนมาก ผู้สอนที่ใช้เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วนจึงสามารถสร้างเส้นภาพ (Profile) จุดเด่น-จุดด้อยของผู้เรียนแต่ละคนได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริกมี 2 รูปแบบ คือ แบบที่ 1 การให้คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) และแบบที่ 2 เกณฑ์การประเมินแบบแยกส่วน (Analytic Rubric) ซึ่งในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยเลือกใช้เกณฑ์การให้คะแนนแบบรูบริก แบบที่ 1 คือการให้

คะแนนแบบภาพรวม (Holistic scoring) ซึ่งมีตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวม ดังนี้

เวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร (2554, หน้า 116) ได้เสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวม ดังตารางที่ 6

ตารางที่ 6 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังชนะภัทรขจร

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 (ดีมาก)	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้สมบูรณ์ มีการอธิบายอย่างสมเหตุสมผล และชัดเจน
3 (ดี)	ตอบคำถามถูกต้องทั้งหมด และแสดงเหตุผลประกอบคำตอบได้เกือบสมบูรณ์
2 (พอใช้)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน และพยายามแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ แต่ไม่ถูกต้อง
1 (ปรับปรุง)	ตอบคำถามถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ
0 (ไม่พยายาม)	ไม่มีการตอบคำถามและไม่มีการแสดงเหตุผลใด ๆ

สุวิทย์ มูลคำ (2554, หน้า 71) ได้แสดงตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์แบบภาพรวม ดังตารางที่ 7

ตารางที่ 7 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของสุวิทย์ มูลคำ

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 /ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดการประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ทุกประเด็นเพื่อประกอบการตัดสินใจ
3 /ดี	มีการอ้างอิงเสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
2 /พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 /ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ตารางที่ 7 (ต่อ)

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
0 /ไม่มีความพยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 270) ได้นำเสนอตัวอย่างเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 8

ตารางที่ 8 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของศศิธร แม้นสงวน

คะแนน/ ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผลที่ปรากฏให้เห็น
4 ดีมาก	มีการอ้างอิง เสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 ดี	มีการอ้างอิงที่ถูกต้องบางส่วนและเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
2 พอใช้	เสนอแนวคิดไม่สมเหตุสมผลในการประกอบการตัดสินใจ
1 ต้องปรับปรุง	มีความพยายามเสนอแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 ไม่พยายาม	ไม่มีแนวคิดประกอบการตัดสินใจ

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบรูบริค โดยให้คะแนนแบบภาพรวมของนักวิชาการที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและกำหนด เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังตารางที่ 9

ตารางที่ 9 เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4 /ดีมาก	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล

ตารางที่ 9 (ต่อ)

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผล
3 / ดี	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลบางส่วน -ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
2 / พอใช้	-ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ปรับปรุง	-ตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง ไม่สมเหตุสมผล -ตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 / ต้องปรับปรุง	- ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ -ไม่มีการเขียนใด ๆ

6. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

6.1 ความหมายของมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

Good (1973, p. 124) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ 3 ลักษณะ ดังนี้

1. ความคิดหรือข้อคิดเห็นขององค์ประกอบทั่วไปหรือลักษณะที่สามารถจำแนก
ออกเป็นกลุ่มหรือประเภทได้
2. ความคิดทั่วไปเชิงนามธรรมเกี่ยวกับสถานการณ์ เหตุการณ์ หรือเรื่องราว
3. ความรู้ที่นึกคิด ความคิดเห็นหรือภาพของความคิด

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 62) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง
การจัดลักษณะที่เหมือนกันจากประสบการณ์หรือสิ่งของเข้าด้วยกันอย่างเป็นระเบียบ ทำให้เกิด

ความคิดหรือประสบการณ์ มโนทัศน์เป็นความคิดหรือความเข้าใจขั้นสุดท้ายที่มีต่อสิ่งใดสิ่งหนึ่ง หรือเรื่องใดเรื่องหนึ่งในช่วงเวลาหนึ่ง มโนทัศน์เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้น หรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

ราชบัณฑิตยสถาน (2551, หน้า 83) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ภาพหรือความคิดในสมองที่เป็นตัวแทนของสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ซึ่งประกอบด้วยคุณสมบัติร่วม ที่เป็นลักษณะเฉพาะหรือลักษณะสำคัญของสิ่งนั้น ในสิ่งหรือประเด็นเดียวกัน บุคคลอาจมีมโนทัศน์แตกต่างกันก็ได้ เช่น นกเป็นสัตว์มีกระดูกสันหลัง เลือดอุ่น มี 2 เท้า 2 ปีก และมีขนปกคลุมร่างกาย ออกลูกเป็นไข่แล้วฟักเป็นตัว

อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 20) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นความคิดโดยสรุปเกี่ยวกับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง เป็นความคิดที่ทำให้บุคคลจำแนกสิ่งของที่แตกต่างกันออกจากกัน และจัดสิ่งของที่มีลักษณะเดียวกันให้เป็นพวกเดียวกัน

ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์ (2553, หน้า 120) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า เป็นผลสรุปจากการรับรู้ของเราที่มีต่อสิ่งเร้าที่มีคุณลักษณะต่าง ๆ ร่วมกันอยู่ เป็นการรวบรวมสิ่งที่คล้ายคลึงกันเข้ามารวมกันเป็นรูปเป็นแบบอันเดียวกัน

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2557, หน้า 22) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิดของบุคคลที่สามารถจัดสิ่งต่าง ๆ ที่มีลักษณะเดียวกันให้เป็น พวกเดียวกัน หรือจำแนกสิ่งที่ยังต่างกันออกจากกัน

จากที่กล่าวมาข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ หมายถึง ความคิด ที่จำแนกสิ่งของที่แตกต่างกันออกจากกัน และสิ่งที่มีลักษณะคล้ายกันที่เป็นลักษณะเฉพาะหรือลักษณะสำคัญของสิ่งนั้นเข้ามาเป็นกลุ่มหรือจัดประเภทได้ ซึ่งมโนทัศน์เปลี่ยนแปลงได้ เมื่อนักเรียนมีประสบการณ์มากขึ้นหรือมีวุฒิภาวะเพิ่มขึ้น

6.2 ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Good (1973, p. 125) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า การอ้างถึงความคิดหรือชุดของความคิดที่ใช้ในการจำแนกความเข้าใจโดยความคิดรวบยอดเกี่ยวกับกระบวนการทางปัญญา

Eggen & Kauchak (2001, pp. 116-117) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า เป็นความคิด ความเข้าใจของบุคคลสามารถจัดประเภทหรือกลุ่มของสิ่งเร้า ซึ่งบุคคลสามารถจัดประเภทหรือกลุ่มของสิ่งเร้าที่มีสมบัติบางประการร่วมกัน โดยผ่านกระบวนการเรียนรู้ เช่น มโนทัศน์ของรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า คือรูปสี่เหลี่ยมที่มีมุมทั้งสี่มุมเป็นมุมฉาก และมีด้านตรงข้ามยาวเท่ากัน

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 15) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความคิดรวบยอดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญ ความหมาย ที่มา และการขยายความ ทฤษฎีบท กฎ สูตร บทนิยาม เป็นความคิดนามธรรมที่ทำให้ผู้เรียนสามารถจำแนกสิ่งที่มีลักษณะตามความคิดนามธรรมนั้น ๆ ได้ และสามารถระบุได้ว่าสิ่งที่กำหนดให้เป็นตัวอย่างหรือไม่ใช่ตัวอย่างของความคิดนามธรรมนั้น

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร (2557, หน้า 23) ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึงความคิดของบุคคลที่สามารถจัดความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีลักษณะเหมือนกันเข้าเป็นพวกเดียวกัน โดยสามารถสรุปความเข้าใจที่ได้ออกมา ในรูปของบทนิยาม ทฤษฎีบท และสมบัติต่าง ๆ ของวิชาคณิตศาสตร์ รวมทั้งสามารถอธิบายความสัมพันธ์ของความรู้ทางคณิตศาสตร์ที่มีความเชื่อมโยงกันได้

จากที่ได้ให้ความหมายของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ข้างต้นสรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หมายถึง ความสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปบทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์

6.3 ความสำคัญของมโนทัศน์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ดังนี้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2550, หน้า 62) กล่าวว่า มโนทัศน์เป็นสิ่งสำคัญ ถ้านักเรียนเกิด มโนทัศน์ในเนื้อหาที่เรียนก็หมายถึงว่านักเรียนเกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ต่อไปได้

สุรางค์ ไคว์ตระกูล (2553, หน้า 326) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์เป็นรากฐานของความคิด มนุษย์จะคิดไม่ได้ถ้าไม่มีมโนทัศน์เป็นพื้นฐาน เพราะมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ นอกจากนี้ มโนทัศน์ยังเป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อความหมายที่จะให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

ชนาธิป พรกุล (2554, หน้า 123) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ว่า การที่สมองมีความสามารถสร้างมโนทัศน์ จากการรับข้อมูลเข้ามา แล้วแยกแยะจัดระเบียบข้อมูลที่ซับซ้อนเป็นหมวดหมู่ เพื่อให้ง่ายต่อการบันทึกเป็นความทรงจำและนำกลับมาใช้ เมื่อสมองรับข้อมูลใหม่ที่คล้ายคลึงกันก็จะเข้าใจง่ายขึ้น ถ้าสมองจัดระเบียบสิ่งต่าง ๆ ได้มากเท่าไร คนเราก็จะเข้าใจเรื่องราวต่าง ๆ ได้ดีขึ้นเท่านั้น

เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์ (2555, หน้า 58 - 59) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ว่า มโนทัศน์มีความสำคัญมากในการกำหนดความเป็นมนุษย์ เพราะมโนทัศน์มีหน้าที่ในการทำความเข้าใจและใช้เหตุผล โดยทำหน้าที่ที่สำคัญดังนี้ สมองจะกำหนดมโนทัศน์ที่มีเกี่ยวกับเรื่องต่าง

ๆ เป็นกรอบต้นแบบ หรือ โครงร่างคร่าว ๆ ของสิ่งนั้น เพื่อให้เกิดความเข้าใจว่าสิ่งนั้นคืออะไร ประกอบด้วยอะไร กรอบความคิดต่าง ๆ จะกลายเป็นสิ่งที่เรียกว่า ข้อสมมติ หรือการคาดเดาว่า น่าจะเป็น สิ่งนั้น สิ่งนี้ เรื่องนั้น เรื่องนี้ ในสิ่งที่มองไม่เห็นแต่พอจะเข้าใจ เพราะมีมโนทัศน์เกี่ยวกับ เรื่องนั้นอยู่

จากที่กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทำให้นักเรียน สามารถจัดระบบความรู้ไว้อย่างมีระบบระเบียบ เกิดความรู้ความเข้าใจ และสามารถนำมโนทัศน์ไป ใช้เป็นประโยชน์ในการเรียนรู้สิ่งอื่น ๆ ต่อไปได้ ซึ่งมโนทัศน์จะช่วยในการตั้งกฎเกณฑ์ หลักการ ต่าง ๆ และสามารถที่จะแก้ปัญหาที่เผชิญอยู่ได้ และมโนทัศน์เป็นเครื่องมือที่ช่วยในการสื่อ ความหมายที่จะให้คนเรามีปฏิสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน

6.4 ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้ให้ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไว้ดังนี้

Cooney (1975, pp. 89-90) ได้กล่าวถึง ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ สรุปได้ 3 ประการ คือ

1. เราสามารถบอกเหตุผล โดยการใช้มโนทัศน์ เช่น นักเรียนที่มีมโนทัศน์เรื่องจำนวน ธรรมชาติก็จะสามารถบอกได้ว่าจำนวน ๆ หนึ่งเป็นจำนวนธรรมชาติหรือไม่ เพราะเหตุใด เป็นต้น
2. มโนทัศน์ทำให้เราสามารถวางหลักการทั่วไปได้ และพบสมบัติบางประการอื่น ๆ นอกเหนือจากที่ได้ให้ความหมายไว้
3. มโนทัศน์จะทำให้คนเราค้นพบความรู้ใหม่

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2555, หน้า 61) ได้ให้ ความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญสำหรับการเรียนรู้คณิตศาสตร์และการนำความรู้คณิตศาสตร์ไปใช้แก้ปัญหาหรือใช้งาน นักเรียนที่มีมโน ทรรศน์ทางคณิตศาสตร์ดี มักเรียนรู้และแก้ปัญหาทางคณิตศาสตร์ได้ดี รวมทั้งมีพื้นฐานที่จะเชื่อมโยง และคิดเกี่ยวกับคณิตศาสตร์ในระดับสูงขึ้นไปได้ดีด้วย

อัมพร ม้าคอง (2557, หน้า 17) ได้กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีความสำคัญมากสำหรับครูและนักเรียนคณิตศาสตร์ เนื่องจาก มโน ทรรศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ถ่อง แท้ ที่จะทำให้ครูสอนคณิตศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และสามารถเชื่อมโยงไปสู่การใช้งานของ คณิตศาสตร์ได้

จากที่กล่าวถึงความสำคัญของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ข้างต้น สรุปได้ว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นพื้นฐานสำคัญและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์เป็นความคิดรวบยอดเกี่ยวกับเนื้อหาคณิตศาสตร์ เป็นความรู้ความเข้าใจที่ล่องแท้ ซึ่งมโนทัศน์จะทำให้คนเราค้นพบความรู้ใหม่

6.5 แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้

Ausubel (1968, p. 505) กล่าวว่า แนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีความรู้เดิม และสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กันและประมวลเข้าด้วยกันทำให้นำไปสู่ข้อสรุปได้

De Cecco (1968, pp. 416-418) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดกิจกรรมเพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียน โดยการดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1. คาดหวังการกระทำ (พฤติกรรม) คือ ตั้งจุดหมายเชิงพฤติกรรมเพื่อทราบว่านักเรียนมีพฤติกรรมอย่างไรหลังจากเรียนมโนทัศน์ไปแล้ว
2. เลือกลักษณะเฉพาะที่เด่น ๆ (Dominance of attribute) ของมโนทัศน์มาสอนหรือแสดงต่อนักเรียน เพื่อลดความสับสนวุ่นวาย
3. แสดงภาษาซึ่งใช้แทนมโนทัศน์ที่ต้องการสอน โดยเขียนบนกระดานหรือบอร์ด ก็ได้
4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่สอดคล้องและไม่สอดคล้อง (Positive and negative) กับมโนทัศน์ที่จะสอน
5. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอนให้นักเรียนมองเห็นแล้วให้นักเรียนตอบว่าตัวอย่างใดที่ใช่ ตัวอย่างใดที่ไม่ใช่
6. แสดงตัวอย่างอื่นที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน ถามและให้นักเรียนตอบว่าใช่หรือไม่ใช่มโนทัศน์ที่เรียน
7. แสดงตัวอย่างที่ใช่และไม่ใช่มโนทัศน์ที่สอน ให้นักเรียนเลือกเฉพาะตัวอย่างที่เป็นมโนทัศน์ที่สอน
8. ให้นักเรียนเขียนอธิบายความหมายของมโนทัศน์ที่เรียนแล้ว
9. เปิดโอกาสให้นักเรียนซักถามและตรวจงานนักเรียน เพื่อรายงานผลให้เขาทราบ และให้การเสริมแรงอื่น ๆ

อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ได้กล่าวถึงแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ ดังนี้

1. จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนได้เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2. พัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ทางคณิตศาสตร์ไปใช้

3. ออกแบบกิจกรรมและงานให้สอดคล้องกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนาให้ผู้เรียน โดยอาจต้องมีการวิเคราะห์ มโนทัศน์ย่อยที่จะสอนก่อน จากนั้น จึงออกแบบกิจกรรมสำหรับแต่ละมโนทัศน์และเมื่อดำเนินการจัดกิจกรรม จะต้องมีการประเมินพฤติกรรมการทำงานของผู้เรียนอย่างต่อเนื่อง โดยอาจใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

4. เลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา รวมทั้งจัดสภาพแวดล้อมหรือบริบทของการเรียนรู้ให้เอื้อต่อการใช้สื่อ และนวัตกรรมเหล่านั้น

5. ประเมินผลการพัฒนา มโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมินโดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ผู้สอนควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

6. พยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้

อาภรณ์ ใจเที่ยง (2553, หน้า 63) ได้เสนอแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนไว้ ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

2. วิเคราะห์ลักษณะของมโนทัศน์ที่เรียน
3. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียน
4. ยกตัวอย่างมโนทัศน์ที่ถูกและตัวอย่างที่ผิด
5. เสนอตัวอย่างใหม่
6. ให้นักเรียนได้เลือกหรือแยกมโนทัศน์ที่เรียนออกจากกลุ่มที่ปะปนอยู่
7. ให้นักเรียนอธิบายสรุปลักษณะสำคัญ

จากแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ข้างต้น สรุปได้ว่าแนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนาให้นักเรียนเกิดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์นั้น สามารถทำได้หลากหลายแนวทาง โดยสรุปเป็นขั้นได้ดังนี้

1. กำหนดจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม
2. ออกแบบกิจกรรม และมีการเลือกใช้สื่อ เอกสารประกอบการสอน นวัตกรรม และเทคโนโลยีทางคณิตศาสตร์ที่เหมาะสมกับมโนทัศน์ที่ต้องการพัฒนา
3. ตรวจสอบความรู้พื้นฐานที่จำเป็นก่อนเรียนและมีการประเมินผลการพัฒนามโนทัศน์เป็นระยะ ๆ
4. ยกตัวอย่าง เสนอข้อมูลของมโนทัศน์และไม่ใช่ตัวอย่างของมโนทัศน์ที่ต้องการสอน
5. ให้นักเรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย หาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเองและตรวจงานนักเรียน เพื่อรายงานผลให้เขาทราบและให้การเสริมแรงอื่น ๆ

6.6 การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

มีนักการศึกษาหลายท่านได้เสนอแนวทางการประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ไว้ดังนี้ อัมพร ม้าคนอง (2552, หน้า 65-66) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยพิจารณาคำตอบและการอธิบายคำตอบ ดังนี้

1. การพิจารณาคำตอบ โดยมีการกำหนดขอบเขตของการตอบออกเป็น 4 ระดับ ดังนี้

ระดับถูกต้องอย่างสมบูรณ์ (Completely correct)	ให้ 3 คะแนน
ระดับถูกต้องค่อนข้างสมบูรณ์ (Mostly correct)	ให้ 2 คะแนน
ระดับถูกต้องบางส่วน (Partly correct)	ให้ 1 คะแนน
ระดับไม่ถูกต้อง (Incorrect) หรือไม่ตอบ	ให้ 0 คะแนน
2. การพิจารณาลักษณะของการอธิบายมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบ่งออกเป็น 2 ลักษณะ ดังนี้
 - 2.1 การอธิบายแบบมีโครงสร้างที่เป็นเหตุเป็นผล (Logically structured

explanations) เป็นการอธิบายที่มีการอ้างอิง โครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์และใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์สนับสนุนอย่างมีเหตุผล ซึ่งจำแนกได้ 2 ระดับ ดังนี้

2.1.1 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้อย่างชัดเจน

2.1.2 ระดับการอธิบายที่สื่อความหมายได้บ้าง หรือ พยายามสื่อความหมายแต่ไม่ชัดเจน

2.2 การอธิบายแบบไม่มีโครงสร้าง (Non - structure explanations) เป็นการอธิบายที่ไม่ได้ใช้โครงสร้างหรือระบบทางคณิตศาสตร์ และไม่ได้ใช้ความรู้ทางคณิตศาสตร์ประกอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล

เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร (2557, หน้า 55) ได้เสนอเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดคณิตศาสตร์แบบอัตนัย โดยจัดเป็นกลุ่มตามระดับความสามารถในการตอบเป็น 4 กลุ่ม ดังตารางที่ 10

ตารางที่ 10 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดคณิตศาสตร์ของเวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร

กลุ่มที่	คำอธิบาย	ระดับคะแนน
4	- ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผลและมีการสื่อความหมายได้ชัดเจน	3 คะแนน
3	- ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์โดยการอธิบายมีการอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์สนับสนุนคำตอบบ้างแต่ไม่ชัดเจน หรือ - ตอบถูกต้องอย่างสมบูรณ์แต่การอธิบายใช้การอ้างอิงความรู้เชิงขั้นตอนหรือกระบวนการทางคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบอย่างเป็นเหตุเป็นผล	2 คะแนน
2	- ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วนและพยายามอธิบายโดยอ้างอิงความรู้และความสัมพันธ์เชิงคณิตศาสตร์มาสนับสนุนคำตอบแต่ไม่ถูกต้อง หรือ - ตอบถูกต้องหรือตอบถูกต้องบางส่วน แต่ไม่มีการอธิบายให้เหตุผลประกอบ	1 คะแนน
1	ตอบไม่ถูกต้องหรือไม่ตอบ	0 คะแนน

จากการศึกษาเกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์คณิตศาสตร์แบบรูปรีค โดยให้คะแนนแบบภาพรวมของนักวิชาการที่กล่าวมา ผู้วิจัยได้ปรับปรุงและกำหนด เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์คณิตศาสตร์ ดังนี้ดังตารางที่ 11

ตารางที่ 11 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของผู้วิจัย

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน - ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
1 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์แต่ไม่ถูกต้อง - ตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้ - ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0 คะแนน	- ตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้ - ไม่มีการเขียนใด ๆ

7. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

7.1 งานวิจัยในประเทศ

ณัฐกฤตา ปัตตลาไพ (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน พบว่า ภายหลังจากใช้ชุดการเรียนรู้

คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อีกทั้งยังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01

ชญานาภรณ์ ขัดทา (2558, หน้า 89) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 ผลการวิจัยพบว่า ผลการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ในชีวิตประจำวัน เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ นักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6 หลังเรียนสูงกว่าก่อนเรียนร้อยละ 75 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ดิษพล เนตรนิมิตร (2558, หน้า 116) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากได้รับการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชญานิษฐ์ นวลนุช (2560, หน้า 112) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ชญญา แนวคง (2561, หน้า 104) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการ

เรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีมีโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากัน
ทุกประการ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และมีความสามารถในการ
การให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

7.2 งานวิจัยต่างประเทศ

Selma (2009) ได้ทำการวิจัยเรื่องผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์โดยใช้รูปแบบการเรียนการสอน
สอนโดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ที่มีผลต่อผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์และเจตคติ
ต่อวิชาคณิตศาสตร์ของนักเรียนเกรด 6 พบว่าผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ของนักเรียน
เกรด 6 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้โดยใช้การสืบเสาะหาความรู้แบบ 5E ใน 3 เวลา คือก่อนการ
ทดลอง หลังการทดลองและการติดตามผล มีการเปลี่ยนแปลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติแต่
ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์หลังการทดลองและการติดตามผลมีความแตกต่างอย่างไม่มี
นัยสำคัญทางสถิติ และคะแนนเฉลี่ยของเจตคติของวิชาคณิตศาสตร์ระหว่างก่อนเรียนและหลังเรียน
ลดลงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

Abdulkadir TUNA (2013) ได้ศึกษาผลการจัดกิจกรรมการเรียนแบบสืบเสาะหาความรู้ 5
ขั้น (5Es) ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ ซึ่งนำมาใช้ในการจัดการเรียนรู้ เรื่อง ตรีโกณมิติ สำหรับ
นักเรียนระดับประถมศึกษา เกรด 10 เพื่อศึกษาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความคงทนในการเรียน
เรื่อง ตรีโกณมิติ โดยแบ่งนักเรียนออกเป็นสองกลุ่ม คือ กลุ่มทดลอง ซึ่งการจัดกิจกรรมการเรียน
แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้น (5Es) ตามแนวทฤษฎีคอนสตรัคติวิสต์ และกลุ่มควบคุม ซึ่งจัด
กิจกรรมการเรียนแบบปกติ พบว่า นักเรียนในกลุ่มทดลองมีผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนและความ
คงทนของความรู้เกี่ยวกับวิชาตรีโกณมิติสูงกว่านักเรียนที่อยู่ในกลุ่มควบคุม อย่างมีนัยสำคัญทาง
สถิติที่ระดับ .05

Kadarisma (2016) ได้ศึกษาการพัฒนาความสามารถในการคิดให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
ของนักเรียน โดยการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E และรูปแบบการเรียนรูแบบค้นพบ พบว่า ไม่มี
ความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญต่อความสามารถในการคิดให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน
ระหว่างนักเรียนที่ใช้รูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5Eและรูปแบบการเรียนรูแบบค้นพบ ทั้ง
สองสามารถพัฒนาความสามารถในการคิดให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษา
ตอนต้นได้ดี

Okafor (2017) ได้ศึกษาผลของการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E ที่มีต่อผลสัมฤทธิ์และ
ความคงทนเรื่องเรขาคณิต ของนักเรียนระดับชั้นมัธยมศึกษา พบว่า การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร

5E มีผลสัมฤทธิ์และความคงทนเรื่องเรขาคณิตสูงกว่าวิธีการสอนแบบปกติซึ่งสังเกตได้จากคะแนนของผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของกลุ่มที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E กับกลุ่มที่ใช้วิธีการจัดการเรียนการสอนแบบปกติมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ การจัดการเรียนรู้แบบวัฏจักร 5E นั้นจะช่วยเพิ่มผลสัมฤทธิ์และความคงทนเรื่องเรขาคณิตได้ดีกว่าวิธีการสอนแบบปกติ

Ardiyani, Gunarhadi, Riyadi (2019) ได้ศึกษาผลกระทบของรูปแบบการร่วมมือแบบ Think Pair Share ต่อการเรียนคณิตศาสตร์ในโรงเรียนประถมศึกษา พบว่า รูปแบบการร่วมมือแบบ Think Pair Share จะช่วยครูทำให้จัดการเรียนการสอนมีประสิทธิภาพมากขึ้น และช่วยให้นักเรียนได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับนักเรียนคนอื่น ๆ นอกจากนั้นยังเกิดความร่วมมือกันระหว่างครูกับนักเรียนซึ่งลดผลกระทบในเชิงลบและส่งผลต่อการเรียนรู้แบบร่วมมือที่ประสบความสำเร็จ

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องในประเทศและต่างประเทศข้างต้น สรุปได้ว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้น อีกทั้งเทคนิค Think - Pair - Share ยังส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนดีขึ้นอีกด้วย ซึ่งการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) และเทคนิค Think - Pair - Share เป็นรูปแบบการจัดการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ และดีกว่าวิธีการสอนแบบปกติ ผู้วิจัยจึงคาดว่า การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) และเทคนิค Think - Pair - Share จะสามารถส่งเสริมการเรียนรู้ของนักเรียน ช่วยพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียน ผู้วิจัยจึงสนใจที่จะศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัย เรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยมีวิธีดำเนินการวิจัยดังนี้

1. ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง
2. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
3. การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย
4. การเก็บรวบรวมข้อมูล
5. การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรและกลุ่มตัวอย่าง

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย

ประชากรที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาวุธ อุปถัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี จำนวน 2 ห้องเรียน จำนวน 48 คน ซึ่งทางโรงเรียนได้จัดนักเรียนของแต่ละห้องแบบความสามารถ

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย

กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารถ วาจาวุธ อุปถัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 26 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบความสามารถ ผู้วิจัยจึงทำการจับฉลาก 1 ห้อง จากทั้งหมด 2 ห้อง ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 9 แผน

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ

3. แบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ

การสร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ในการวิจัยครั้งนี้ ผู้วิจัยได้สร้างเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยมีดังนี้

1. แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 9 แผน จำนวน 12 ชั่วโมง ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการตามขั้นตอน ดังนี้

1.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 และคู่มือครูกลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ของสถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี

1.2 ศึกษาแนวคิด ทฤษฎี และผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share จากตาราง เอกสาร และงานวิจัย ที่เกี่ยวข้อง

1.3 เลือกเนื้อหาจากสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เพื่อจัดทำแผนการจัดการเรียนรู้ เรื่องความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ระดับมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยผู้วิจัยได้ทำการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชา ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ซึ่งมีรายละเอียดของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ ดังตารางที่ 12

ตารางที่ 12 การวิเคราะห์แผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
1	ค.1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและความสัมพันธ์ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	1. สามารถเขียนเศษส่วนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้ 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่	เศษส่วนและ ทศนิยมซ้ำ	1
2	ค.1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและความสัมพันธ์ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	1. สามารถเขียนทศนิยมซ้ำให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าทศนิยมซ้ำที่กำหนดให้สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้	เศษส่วนและ ทศนิยมซ้ำ	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
3	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและ ความสัมพันธ์ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	1. สามารถอธิบายความหมายของจำนวนตรรกยะและ จำนวนอตรรกยะได้ 2. สามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวน ตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ 3. สามารถเขียน โครงสร้างของระบบจำนวนจริงได้ 4. สามารถให้เหตุผลประกอบค่าตอบอย่างสมเหตุสมผล ได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือ จำนวนอตรรกยะ	จำนวนตรรกยะและ จำนวนอตรรกยะ	2

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
4	ค 1.1.ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและ ความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	1.สามารถบอกบทนิยามของรากที่สองของจำนวนจริง บวกหรือศูนย์ได้อย่างถูกต้อง 2.สามารถหารากที่สองของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ได้ ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 3.สามารถเขียนจำนวนที่กำหนดให้แทนด้วยจุดบนเส้น จำนวนจริงได้อย่างถูกต้อง 4.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่าง สมเหตุสมผลในหารากที่สองของจำนวนจริงบวกหรือ ศูนย์ 5.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผล ได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้สามารถเขียนแทนด้วยจุดบน เส้นจำนวนจริงได้หรือไม่	รากที่สอง	2

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
5	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริง และความสัมพัทธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา	1.สามารถหารากที่สองของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ที่กำหนดให้ได้โดยการแยกตัวประกอบและหารประมาณค่า 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สองของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยการแยกตัวประกอบและการประมาณค่า	รากที่สอง	2
6	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริง และความสัมพัทธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของจำนวนจริงในการแก้ปัญหา	1.สามารถบอกสมบัติของกรณฑ์ที่สองได้ 2.สามารถเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สองได้ที่กำหนดให้ได้อย่างถูกต้อง 3.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในการเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สอง	รากที่สอง	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผนที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
7	การหารากที่สาม โดยใช้จริง และความสัมพัทธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1.สามารถบอกบทนิยามของรากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ได้อย่างถูกต้อง 2.สามารถหารากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ได้ที่กำหนดให้ได้ถูกต้อง 3.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์	รากที่สาม	1
8	การหารากที่สามโดยการแยกตัวประกอบ โดยการใช้สมบัติของ จำนวนจริงในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง	1.สามารถหารากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ที่กำหนดให้ได้โดยการแยกตัวประกอบ 2.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยการแยกตัวประกอบ	รากที่สาม	1

ตารางที่ 12 (ต่อ)

แผนกที่	ตัวชี้วัด	จุดประสงค์การเรียนรู้	สาระการเรียนรู้	จำนวน(ชั่วโมง)
9	ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริง และความสัมพัทธ์ ของ จำนวนจริง และใช้สมบัติ ของ จำนวนจริงในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	1.สามารถบอกสมบัติของกรณฑ์ที่สามได้ 2.สามารถเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สามได้ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง 3.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่าง สมเหตุสมผลในการเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูป กรณฑ์ที่สาม	รากที่สาม	1

1.4 จัดทำแผนการจัดการเรียนรู้คณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง โดยใช้ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share จำนวน 9 แผน เวลา 12 ชั่วโมง ซึ่งแผนการจัดการเรียนรู้แต่ละแผน ประกอบด้วย

- มาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด
- จุดประสงค์การเรียนรู้
- สาระสำคัญ
- สาระการเรียนรู้
- กิจกรรมการเรียนรู้ประกอบไปด้วย
 - ขั้นที่ 1 ขั้นสร้างความสนใจ
 - ขั้นที่ 2 ขั้นสำรวจและค้นหา
 - ขั้นที่ 3 ขั้นอธิบาย
 - ขั้นที่ 4 ขั้นขยายความรู้
 - ขั้นที่ 5 ขั้นประเมิน
- สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้
- การวัดและประเมินผลการเรียนรู้
- บันทึกหลังสอน

1.5 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้นเรียบร้อยแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความชัดเจน ความเป็นไปได้ ความเหมาะสมของมาตรฐานการเรียนรู้/ ตัวชี้วัด จุดประสงค์การเรียนรู้ สาระสำคัญ สาระการเรียนรู้ กิจกรรมการเรียนรู้ สื่อและอุปกรณ์การเรียนรู้ และการวัดและประเมินผล ตลอดจนภาษาที่ถูกต้อง และนำข้อเสนอแนะที่ได้มาปรับปรุงแก้ไข

1.6 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่ได้รับ การปรับปรุงแก้ไขแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน เพื่อตรวจสอบ ความถูกต้องเหมาะสม โดยกำหนดความเหมาะสมเป็น 5 ระดับ ดังนี้

- 5 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมากที่สุด
- 4 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมมาก
- 3 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมปานกลาง
- 2 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้เหมาะสมน้อย

1 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้ที่เหมาะสมน้อยที่สุด

1.7 วิเคราะห์หาคุณภาพของแผนการจัดการเรียนรู้ โดยนำความคิดเห็นจากการประเมินของผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน มาหาค่าเฉลี่ยและแปลความหมาย โดยกำหนดเกณฑ์การประเมินตามคะแนนเฉลี่ย ดังนี้ (บุญชม ศรีสะอาด, 2545, หน้า 102-103)

4.51 - 5.00 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมากที่สุด

3.51 - 4.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมมาก

2.51 - 3.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมปานกลาง

1.51 - 2.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อย

1.00 - 1.50 หมายถึง แผนการจัดการเรียนรู้มีความเหมาะสมน้อยที่สุด

ซึ่งผลจากการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 คน พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้มีค่าความเหมาะสมมากที่สุด โดยมี $\bar{X} = 4.58$ และ $s = 0.40$ (ดังตารางที่ 31 ในภาคผนวก ก) จากนั้นนำผลการประเมินไปปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามข้อเสนอแนะ

1.8 ทำการปรับปรุงแก้ไขแผนการจัดการเรียนรู้ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- ปรับโจทย์ใบกิจกรรม เน้นให้นักเรียนได้ทำโจทย์ที่มีความหลากหลาย

- ในใบกิจกรรมของแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3 ให้สลับข้อที่เป็นจำนวนตรรกยะกับอตรรกยะ ไม่เรียงกัน แล้วให้นักเรียนสังเกตจากการทำใบกิจกรรม

- ในแผนการจัดการเรียนรู้ที่ 7 ในขั้นสร้างความสนใจ ครูนำเสนอปัญหาให้นักเรียนหาตัวเลขที่ยกกำลังสามแล้วได้เท่ากับจำนวนที่กำหนดให้ แนะนำว่าไม่ได้กำหนดคำตอบมาให้ ให้นักเรียนหาตัวเลขเอง เป็นคำถามปลายเปิด

1.9 นำแผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่ได้รับการปรับปรุงแล้วไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง

2. แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

2.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

2.2 ศึกษาหลักการ วิธีการสร้างแบบทดสอบและแนวทางการวัดและการประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และสร้างตารางวิเคราะห์ข้อสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ กำหนดจุดประสงค์ จำนวนข้อสอบที่สร้าง ที่แสดงความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ซึ่งเป็นข้อสอบแบบอัตนัย ซึ่งมีเกณฑ์การเลือกข้อสอบโดยใช้การหาคุณภาพข้อสอบ การคัดเลือกจากข้อคำถามที่มีความเหมาะสมเนื้อหาและนักเรียน ทั้งนี้ผู้วิจัยได้สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 13



ตารางที่ 13 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ตัวชี้วัด	สาระการเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวน จริงและ ความสัมพันธ์	เศษส่วนและ ทศนิยมซ้ำ	1. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าเศษส่วนที่กำหนดให้สามารถเขียน ให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบได้ว่าทศนิยมซ้ำที่กำหนดให้สามารถ เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้	2	1
ของจำนวนจริง และใช้สมบัติ ของ จำนวน	จำนวนตรรกยะ และจำนวน อตรรกยะ	1. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลได้ว่าจำนวนที่ กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ	2	1
จริงในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริง	รากที่สอง	1. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สองของ จำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยใช้บทนิยาม 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลได้ว่าจำนวนที่ กำหนดให้สามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนจริงได้หรือไม่ 3. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สองของ จำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยการแยกตัวประกอบและการประมาณค่า 4. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในการเปรียบเทียบ จำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สอง	2	1

ตารางที่ 13 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระการ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	จำนวนข้อสอบ ที่ออกทั้งหมด	จำนวนข้อสอบ ที่ใช้จริง
ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวน จริงและ ความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติ ของ จำนวน จริงในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริง	รากที่สาม	1.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สามของ จำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยใช้บทนิยาม 2. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในหารากที่สามของ จำนวนจริงบวกหรือศูนย์โดยการแยกตัวประกอบ 3.สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลในการเปรียบเทียบจำนวน ที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สาม	2	1
รวม			20	10

2.3 สร้างแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 20 ข้อ และสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric โดยใช้ การตรวจให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) ในการตรวจให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 14

ตารางที่ 14 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4 / ดีมาก	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
3 / ดี	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน -ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล
2 / พอใช้	-ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ปรับปรุง	-ตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างไม่สมเหตุสมผล -ตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 / ต้องปรับปรุง	- ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ -ไม่มีการเขียนใด ๆ

2.4 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง ความตรงของเนื้อหา ความสอดคล้องระหว่างตัวชี้วัด สารการเรียนรู้ จุดประสงค์การเรียนรู้ และนำข้อเสนอมาปรับปรุง

2.5 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน (ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กับคำถามในข้อสอบ โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item objective congruence) โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และจากผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าระหว่าง 0.80-1.00 (ดังตารางที่ 32 ในภาคผนวก ค)

2.6 ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- ข้อที่ 1 “ $\frac{6+7}{7-7}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

เป็น “ $\frac{13}{0}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด”

- ข้อที่ 6 “พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงทั้งสองข้อหรือไม่เพราะเหตุใด” เป็น “พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงหรือเท็จเพราะเหตุใด”

2.7 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 26 คน โรงเรียนวัด โนนสภาราม(นารถ วา จาวุฑฒ อุปลัถม์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และเคยผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพ ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

2.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนก ของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) (เวชฤทธิ์ อังคะนภัทรขจร, 2555, หน้า 163) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 10 ข้อ

โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจากการคัดเลือกข้อสอบ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.51-0.68 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.39 -0.58 (ดังตารางที่ 33 ในภาคผนวก ค)

2.9 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพ ตามเกณฑ์ของค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จำนวน 10 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha coefficient) (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรจรร, 2555, หน้า 163) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับ เท่ากับ 0.82

2.10 นำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ที่ผ่าน การตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

3. แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 มีขั้นตอนการสร้างดังนี้

3.1 ศึกษาตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 คู่มือรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง และการวัดผลประเมินผลการเรียนรู้คณิตศาสตร์

3.2 ศึกษามาตรฐานการเรียนรู้ ตัวชี้วัด สาระการเรียนรู้ มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เพื่อเป็นแนวทางในการสร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ดังตารางที่ 15

ตารางที่ 15 การวิเคราะห์แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน ข้อสอบที่ ออกทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้จริง
ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจ จำนวนจริงและ ความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	<p>1. นักเรียนสามารถเขียนเศษส่วน ให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถเขียนทศนิยมซ้ำ ให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้</p>	<p>มโนทัศน์ที่ 1 เศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวน เต็มที่ $b \neq 0$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้</p> <p>มโนทัศน์ที่ 2 ทศนิยมซ้ำสามารถเขียนให้อยู่ในรูป เศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$</p>	2	1	
	<p>1. นักเรียนสามารถอธิบาย ความหมายของจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะได้</p> <p>2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่า จำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวน ตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ 3. สามารถเขียนโครงสร้างของ ระบบจำนวนจริงได้</p>	<p>มโนทัศน์ที่ 3 จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$</p> <p>จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$</p>	2	1	

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การเรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน ข้อสอบที่ออก ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบที่ ใช้จริง
ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจ จำนวนจริงและ ความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงใน การแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และ ปัญหาในชีวิตจริง	รากที่ สอง เรียนรู้	1.สามารถบอกบทนิยามของรากที่ สองของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ ได้อย่างถูกต้อง 2.สามารถหารากที่สองของจำนวน จริงบวกหรือศูนย์ได้ที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง	มโนทัศน์ที่ 4 ให้ a แทนจำนวนจริงบวกใด ๆ หรือศูนย์ รากที่สองของ a คือจำนวนจริงที่ยกกำลังสองแล้วได้ a	2	1
		3.สามารถเขียนจำนวนที่ กำหนดให้แทนด้วยจุดบนเส้น จำนวนจริงได้อย่างถูกต้อง 4.สามารถบอกสมบัติของกรณฑ์ที่ สองได้ 5.สามารถเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ใน รูปกรณฑ์ที่สอง ได้ที่กำหนดให้ ได้อย่างถูกต้อง	มโนทัศน์ที่ 5 จำนวนจริงใด ๆ สามารถเขียนแทนด้วยจุด บนเส้นจำนวนได้ และจุดใด ๆ บนเส้นจำนวนแต่ละจุด จะแทนจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ มโนทัศน์ที่ 6 เมื่อ $a > 0, b > 0$ ถ้า $a < b$ แล้ว $\sqrt{a} < \sqrt{b}$	2	1

ตารางที่ 15 (ต่อ)

ตัวชี้วัด	สาระ การ เรียนรู้	จุดประสงค์การเรียนรู้	มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	จำนวน ข้อสอบที่ออก ทั้งหมด	จำนวน ข้อสอบที่ใช้ จริง
ค.1.1 ม.2/2	รากที่สาม	1.สามารถบอกบทนิยามของรากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ได้อย่างถูกต้อง 2.สามารถหารากที่สามของจำนวนจริงบวกหรือศูนย์ได้ที่กำหนดให้ 3.สามารถบอกสมบัติของกรณฑ์ที่สามได้ 4.สามารถเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สามได้ที่กำหนดให้ ได้ถูกต้อง	มโนทัศน์ที่ 7 ให้ a แทนจำนวนจริงใด ๆ รากที่สามของ a คือจำนวนจริงที่ยกกำลังสามแล้วได้ a มโนทัศน์ที่ 8 เมื่อ $a < b$ แล้ว $\sqrt[3]{a} < \sqrt[3]{b}$	2	1
เข้าใจจำนวนจริงและ ความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติ ของ จำนวน จริงในการ แก้ปัญหา คณิตศาสตร์ และปัญหาใน ชีวิตจริง				2	1
รวม				16	8

3.3 สร้างแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ตามตารางวิเคราะห์ข้อสอบ จำนวน 16 ข้อและสร้างเกณฑ์ในการตรวจให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แบบอัตนัย ซึ่งเป็นเกณฑ์การให้คะแนนแบบ Rubric โดยใช้การตรวจให้คะแนนแบบองค์รวม (Holistic scoring) ในการตรวจให้คะแนน ซึ่งมีรายละเอียด ดังตารางที่ 16

ตารางที่ 16 เกณฑ์การให้คะแนนแบบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ระดับคะแนน	คำอธิบาย
3 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์
2 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน - ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง
1 คะแนน	- ตอบถูกต้อง และอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์แต่ไม่ถูกต้อง - ตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้ - ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน
0 คะแนน	- ตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ ทฤษฎี กฏ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้ - ไม่มีการเขียนใด ๆ

3.4 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์และเกณฑ์การให้คะแนนที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่ออาจารย์ที่ปรึกษา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องเหมาะสม และนำข้อเสนอแนะมาปรับปรุงแก้ไข

3.5 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ที่สร้างเสร็จแล้วเสนอต่อผู้เชี่ยวชาญด้านการสอนคณิตศาสตร์ จำนวน 5 คน (ผู้เชี่ยวชาญชุดเดียวกับที่ตรวจแผนการจัดการเรียนรู้) เพื่อตรวจสอบความความสอดคล้องระหว่างจุดประสงค์การเรียนรู้ กับคำถามในข้อสอบ

โดยการหาค่าดัชนีความสอดคล้อง IOC (Index of item objective congruence) โดยพิจารณาตามเกณฑ์ดังนี้

- +1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 0 หมายถึง ไม่แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้
- 1 หมายถึง แน่ใจว่าข้อสอบนั้นวัดไม่ตรงตามจุดประสงค์การเรียนรู้

โดยพิจารณาค่า IOC ตั้งแต่ 0.5 ขึ้นไป และจากผลการประเมินจากผู้เชี่ยวชาญทั้ง 5 ท่าน พบว่า ดัชนีความสอดคล้องของแบบทดสอบมีค่าระหว่าง 0.80-1.00 (ดังตารางที่ 34 ในภาคผนวก ค)

3.6 ทำการปรับปรุงแก้ไขแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ตามคำแนะนำของผู้เชี่ยวชาญ ดังนี้

- ข้อที่ 3 จาก “จงอธิบายว่า จำนวนตรรกยะและอตรรกยะแตกต่างกันหรือไม่” เป็น “จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง จำนวนตรรกยะและอตรรกยะ”

3.7 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ไปทดลองใช้ (Try out) กับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3/1 จำนวน 26 คน โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาวิฑู อุปถัมภ์) ภาคเรียนที่ 1 ปีการศึกษา 2564 ที่ไม่ใช่กลุ่มตัวอย่าง และเคยผ่านการเรียนเนื้อหาเรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง มาแล้ว เพื่อหาคุณภาพ ความยากง่าย ค่าอำนาจจำแนก และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

3.8 นำผลการทดสอบมาวิเคราะห์เป็นรายข้อเพื่อหาค่าความยากง่าย และค่าอำนาจจำแนกของแบบทดสอบ แล้วคัดเลือกแบบทดสอบที่มีค่าความยากง่าย (p) ตั้งแต่ 0.20 - 0.80 และค่าอำนาจจำแนก (r) (เวชฤทธิ์ อังกะนัทขจร, 2555, หน้า 163) ตั้งแต่ 0.20 ขึ้นไป จำนวน 8 ข้อ โดยให้ครอบคลุมทุกจุดประสงค์การเรียนรู้ ซึ่งจากการคัดเลือกข้อสอบ พบว่า แบบทดสอบมีค่าความยากง่ายตั้งแต่ 0.47-0.72 และค่าอำนาจจำแนกตั้งแต่ 0.41 -0.61 (ดังตารางที่ 35 ในภาคผนวก ค)

3.9 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่มีคุณภาพตามเกณฑ์ของค่าความยาก และค่าอำนาจจำแนก จำนวน 8 ข้อ หาค่าความเชื่อมั่นโดยใช้ สัมประสิทธิ์แอลฟาของครอนบาค (Alpha coefficient) (เวชฤทธิ์ อังกะนัทขจร, 2555, หน้า 163) ซึ่งค่าความเชื่อมั่นควรมีค่าตั้งแต่ 0.70 ขึ้นไป จากการวิเคราะห์ค่าความเชื่อมั่น พบว่า แบบทดสอบมีค่าความเชื่อมั่นทั้งฉบับเท่ากับ 0.78

3.10 นำแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ผ่านการตรวจสอบและแก้ไขแล้วไปทดลองกับนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง

การเก็บรวบรวมข้อมูล

งานวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ได้ผ่านการรับรองจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ดังรหัสโครงการวิจัยที่ G-HU216/2564 (ในภาคผนวก ก) โดยผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลองกับกลุ่มตัวอย่าง คือนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 จำนวน 26 คน โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาอุทฺธ อุปถัมภ์)ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564

แบบแผนการวิจัย

แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ คือ แบบกลุ่มเดียว มีการทดสอบหลัง การทดลอง ซึ่งเป็นแบบแผนการวิจัยที่เลือกใช้กลุ่มตัวอย่างเพียงกลุ่มเดียว มีการให้ตัวแปรอิสระกับกลุ่มตัวอย่าง และทำการทดสอบหลังการทดลอง แล้วพิจารณาผลการทดลอง (วิทยุณา วิชาลาภรณ์, 2540, หน้า 177)

ตารางที่ 17 แบบแผนการวิจัยที่ใช้ในการวิจัย

การทดลอง	ทดสอบหลังเรียน
X	O

เมื่อ X คือ การจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

O คือ การทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share

การดำเนินการทดลอง

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยได้ดำเนินการทดลอง ดังนี้

1. ชี้แจงให้นักเรียนที่เป็นกลุ่มตัวอย่างให้มีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es)ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share เพื่อให้นักเรียนได้ปฏิบัติตนได้ถูกต้อง

2. ผู้วิจัยดำเนินการสอนกับกลุ่มตัวอย่างด้วยการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 เป็นระยะเวลา 12 ชั่วโมง

3. เมื่อดำเนินการสอนตามแผนการจัดการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง เสร็จเรียบร้อยแล้ว หลังจากนั้นนำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ มาทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เวลา 1 ชั่วโมง

4. ตรวจสอบแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ บันทึกผลการทดสอบเป็นคะแนนหลังเรียนแล้วนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ ผลทางสถิติเพื่อทดสอบสมมติฐาน

การวิเคราะห์ข้อมูลและสถิติที่ใช้ในการวิจัย

การวิเคราะห์ข้อมูล

การวิจัยครั้งนี้ผู้วิจัยใช้การวิเคราะห์ข้อมูลทั้งในเชิงปริมาณและเชิงคุณภาพ ดังนี้

1. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงปริมาณ

1.1 เปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ การทดสอบ t - test for one sample

1.2 เปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ หลังการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้ การทดสอบ t - test for one sample

2. การวิเคราะห์ข้อมูลเชิงคุณภาพ

วิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share จากผลการทำแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น

วิเคราะห์ห้ม โน้ตส่นทงคณิศสตร ของนักเรียนที่ใ้รับกรจัดกรเรียนรู้แบบสืบเสาะหาคควมรู้ 5 ชั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share จากผลกรทำแบบทดสอบวัดมโน้ตส่นทงคณิศสตร ตามเกณฑ์กรให้คะแนนมโน้ตส่นทงคณิศสตรที่ผู้วิจัยสร้งขึ้น

สถิติใ้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการทดสอบครั้งน้ผู้วิจัยใ้ใช้สถิติกรวิเคราะห์ข้อมูล ดังต่อไปนี้

1. สถิติพื้นฐาน ได้แก่ ค่าเฉลี่ย และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.1 หาค่าเฉลี่ยเลขคณิต (Mean) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 34)

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

เมื่อ \bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ย

$\sum x$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมด

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

1.2 หาค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard deviation) โดยคำนวณจากสูตร (ชูศรี วงศ์รัตนะ, 2553, หน้า 60)

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

เมื่อ s แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$\sum x^2$ แทน ผลรวมทั้งหมดของคะแนนแต่ละคนยกกำลังสอง

$(\sum x)^2$ แทน ผลรวมของคะแนนทั้งหมดยกกำลังสอง

n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง

$n - 1$ แทน จำนวนตัวแปรอิสระ (Degrees of freedom)

2. สถิติใ้ในการหาคุณภาพเครื่องมือ

2.1 หาค่าความตรงเชิงเนื้อหาของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิศสตรและแบบทดสอบวัดมโน้ตส่นทงการเรียนคณิศสตร โดยคำนวณจากสูตร (เวชฤทธิ์ อังกนะภัทรขจร, 2555, หน้า 160)

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

เมื่อ IOC แทน ความสอดคล้องระหว่างข้อสอบกับจุดประสงค์

$\sum R$ แทน ผลรวมของคะแนนของความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ
 n แทน จำนวนผู้เชี่ยวชาญ

2.2 หาค่าความยากง่าย (p) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรของ D. R. Whitney and D. L. Sabers (เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 163)

$$p = \frac{S_h + S_l - (n_t)(X_{\min})}{n_t(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ P แทน ค่าความยากง่ายของข้อสอบแต่ละข้อ
 S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
 S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
 n_t แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงและกลุ่มต่ำรวมกัน
 X_{\max} แทน คะแนนสูงสุด
 X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.3 ค่าอำนาจจำแนก (r) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยคำนวณจากสูตรของ D.R. Whitney and D.L.Sabers (เวชฤทธิ์ อังคะภักทรขจร, 2555, หน้า 166)

$$r = \frac{S_h - S_l}{n(X_{\max} - X_{\min})}$$

เมื่อ r แทน ค่าอำนาจจำแนกของข้อสอบแต่ละข้อ
 S_h แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มสูง
 S_l แทน ผลรวมของผลคูณของคะแนนแต่ละคะแนนกับจำนวนผู้เรียนที่ทำได้คะแนนเท่านั้น (fx) ในกลุ่มต่ำ
 n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มสูงหรือกลุ่มต่ำ
 X_{\max} แทน คะแนนสูงสุด

X_{\min} แทน คะแนนต่ำสุด

2.4 หาค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้การหาค่าสัมประสิทธิ์แอลฟา (α - Coefficient) ตามวิธีของครอนบาค (เวชฤทธิ์ อังกะภักทรขจร, 2555, หน้า 161)

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

เมื่อ α แทน ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ

k แทน จำนวนข้อของแบบทดสอบ

S_i^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบในแต่ละข้อ

S_t^2 แทน ความแปรปรวนของข้อสอบทั้งหมด

3. สถิติที่ใช้ในการทดสอบสมมติฐาน

3.1 เปรียบเทียบคะแนนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70 โดยใช้สูตร t - test for one sample ดังนี้ (ชูศรี วงศ์รัตน์, 2553, หน้า 134)

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

เมื่อ t แทน ค่าที่พิจารณาใน t-distribution

\bar{x} แทน ค่าเฉลี่ยของกลุ่มตัวอย่าง

μ_0 แทน ค่าคงที่ค่าหนึ่ง ($\mu_0 \geq 70\%$)

S แทน ความเบี่ยงเบนมาตรฐานของกลุ่มตัวอย่าง

n แทน ขนาดของกลุ่มตัวอย่าง

โดยมี $df = n - 1$

บทที่ 4

ผลการวิจัย

ในการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ผู้วิจัยได้นำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้เกิดความเข้าใจตรงกัน ผู้วิจัยได้กำหนดสัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ดังนี้

- n แทน จำนวนนักเรียนในกลุ่มตัวอย่าง
- \bar{x} แทน คะแนนเฉลี่ย
- S แทน ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของคะแนน
- μ แทน เกณฑ์ร้อยละ 70
- t แทน การทดสอบที (t-test for one sample)
- p แทน ระดับนัยสำคัญทางสถิติ
- * แทน มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

ในการนำเสนอผลการวิเคราะห์ข้อมูล ผู้วิจัยได้แบ่งการนำเสนอออกเป็น 2 ตอนได้แก่ ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ และตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ตอนที่ 1 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ในการเปรียบเทียบคะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตรวจแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทาง

คณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 18

ตารางที่ 18 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์กับ เกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{X}	S	t	p
ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์	26	40	28	29.69	2.74	3.15*	.002

*p < .05

จากตารางที่ 18 พบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 29.69 คะแนน จากคะแนนเต็ม 40 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 74.23 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 1

นอกจากนี้เมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์รายข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แสดงดังตารางที่ 19

ตารางที่ 19 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน(คน)					รวม
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	
1	2	2	0	6	16	26
2	1	6	5	5	9	26
3	2	2	2	8	12	26

ตารางที่ 19 (ต่อ)

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน(คน)					รวม
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	4 คะแนน	
4	1	4	1	10	10	26
5	1	2	0	6	17	26
6	3	6	3	9	5	26
7	1	2	1	10	12	26
8	1	1	0	9	15	26
9	3	2	3	10	8	26
10	2	2	1	11	10	26
รวม	17	29	16	84	114	260
คิดเป็นร้อยละ	6.54	11.15	6.15	32.31	43.85	100

จากตารางที่ 19 พบว่า นักเรียนที่ได้ 4 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 43.85 นักเรียนที่ได้ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 32.31 นักเรียนที่ได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.15 นักเรียนที่ได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 11.15 และนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.54

อีกทั้งเมื่อพิจารณาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 5 กลุ่ม ตามเกณฑ์การประเมินความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 4 คะแนน คือ นักเรียนที่ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 4

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ... ตรรกยะ เพราะ $\sqrt[3]{64} = 4$ เป็นจำนวนเต็ม

4

ภาพที่ 4 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 4 คะแนน

จากภาพที่ 4 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง และสามารถแสดงเหตุผลประกอบการตอบคำถามได้อย่างสมเหตุสมผล อีกทั้งมีการใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ซึ่งทำให้นักเรียนสามารถสรุปคำตอบตามที่โจทย์ต้องการได้อย่างถูกต้องและสมเหตุสมผล คือ “ $\sqrt[3]{64} = 4$ เป็นจำนวนเต็ม” นั่นคือ $\sqrt[3]{64} = 4$ เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นจำนวนตรรกยะ

นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คือ ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล บางส่วนหรือตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน โดยตัวอย่างคำตอบดังภาพที่ 5

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ... ตรรกยะ เพราะ มันเป็นจำนวนเต็ม

3

ภาพที่ 5 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน

จากภาพที่ 5 จะเห็นว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิดโดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน คือ “มันเป็นจำนวนเต็ม” ซึ่งนักเรียนใช้ข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ได้อย่าง

สมเหตุสมผล แต่ยังไม่ชัดเจน หากจะชัดเจนกว่านี้ต้องระบุว่า “ $\sqrt[3]{64} = 4$ เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นจำนวนตรรกยะ”

กรณีที่ 2 ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล ซึ่งพบว่า ไม่ปรากฏลักษณะการตอบคำถามที่สอดคล้องกับกรณีนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คือ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 6

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ..... อตรรกยะ เพราะหารากที่สามไม่ได้

2

ภาพที่ 6 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน

จากภาพที่ 6 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผลบางส่วน คือ “อตรรกยะ เพราะหารากที่สามไม่ได้” ซึ่งนักเรียนใช้ข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างสมเหตุสมผลบางส่วน

นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คือ ตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างไม่สมเหตุสมผล หรือตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจโดยตัวอย่างคำตอบ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการเขียนอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างไม่สมเหตุสมผล โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 7

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ..... ตรรกยะ $\sqrt[3]{64} = \sqrt{8 \times 8} = 8$

ภาพที่ 7 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 7 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างไม่สมเหตุสมผล คือ “ $\sqrt[3]{64} = \sqrt{8 \times 8} = 8$ ” ซึ่งนักเรียนใช้ข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ได้อย่างไม่สมเหตุสมผล หากจะให้สมเหตุสมผล จะต้องระบุว่า “ $\sqrt[3]{64} = \sqrt{4 \times 4 \times 4} = 4$ เป็นจำนวนเต็ม ซึ่งเป็นจำนวนตรรกยะ”

กรณีที่ 2 ตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการเขียนอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 8

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ..... ตรรกยะ เพราะ.....

ภาพที่ 8 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 8 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยตัวอย่างคำตอบ คือ “เป็นจำนวนตรรกยะ” ซึ่งนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ประกอบการตอบ

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คือ ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ หรือไม่มีการเขียนใด ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 9

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

ภาพที่ 9 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 9 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ โดยตัวอย่างคำตอบ คือ “เป็นจำนวนตรรกยะ” ซึ่งนักเรียนไม่ได้ใช้ข้อสนับสนุนทางคณิตศาสตร์ประกอบคำตอบ

กรณีที่ 2 ไม่มีการเขียนใด ๆ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 10

3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

ภาพที่ 10 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 10 จะเห็นว่านักเรียน ไม่มีการตอบคำถาม และไม่มีการใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ประกอบคำตอบใด ๆ

ตอนที่ 2 ผลการวิเคราะห์หัตถ์โนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ในการเปรียบเทียบคะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการตรวจแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่สร้างขึ้น จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample โดยมีรายละเอียดดังตารางที่ 20

ตารางที่ 20 ผลการเปรียบเทียบคะแนนเฉลี่ยมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ กับเกณฑ์ร้อยละ 70

การทดสอบ	n	คะแนนเต็ม	μ (ร้อยละ 70)	\bar{x}	S	t	p
มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์	26	24	16.8	17.54	1.42	2.65*	0.007

*p < .05

จากตารางที่ 20 พบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนหลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share มีคะแนนเฉลี่ยเท่ากับ 17.54 คะแนน จากคะแนนเต็ม 24 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 73.08 ซึ่งเมื่อทำการทดสอบสมมติฐาน พบว่า นักเรียนที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share มีคะแนนเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 ซึ่งเป็นไปตามสมมติฐานการวิจัยข้อที่ 2

นอกจากนี้เมื่อพิจารณา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์รายข้อ โดยใช้เกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น แสดงดังตารางที่ 21

ตารางที่ 21 ผลการตรวจให้คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์จำแนกตามเกณฑ์การให้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	จำนวนนักเรียนที่ได้คะแนน(คน)				รวม
	0 คะแนน	1 คะแนน	2 คะแนน	3 คะแนน	
1	1	3	11	11	26
2	3	5	10	8	26
3	1	2	7	16	26
4	3	4	7	12	26
5	1	7	4	13	26
6	1	2	9	14	26
7	2	5	6	13	26
8	1	6	8	11	26
รวม	13	34	62	98	207
คิดเป็นร้อยละ	6.28	16.43	29.95	47.34	100

จากตารางที่ 21 พบว่า นักเรียนที่ได้ 3 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 47.34 นักเรียนที่ได้ 2 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 29.95 นักเรียนที่ได้ 1 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 16.43 และนักเรียนที่ได้ 0 คะแนน คิดเป็นร้อยละ 6.28

อีกทั้งพิจารณา โทศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนจากแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ผู้วิจัยสามารถจำแนกนักเรียนออกเป็น 4 กลุ่ม ตามเกณฑ์การประเมินมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ที่ผู้วิจัยสร้างขึ้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 3 คะแนน คือ ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 11

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ..... ไม่ได้ เพราะไม่มีจำนวนใดที่ยกกำลังสอง แล้วได้ จำนวนเต็มลบ

(3)

ภาพที่ 11 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 3 คะแนน

จากภาพที่ 11 จะเห็นว่า นักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้องสมบูรณ์คือ “ไม่มีจำนวนใดที่ยกกำลังสองแล้วได้จำนวนเต็มลบ”

นักเรียนที่ได้คะแนน 2 คะแนน คือ ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน หรือตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบถูกต้อง และสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 12

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ ไม่ได้เพราะ ถ้า a เป็น -4 แล้ว $\sqrt{-4}$ จึงไม่ได้

ภาพที่ 12 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 2 คะแนน

จากภาพที่ 12 จะเห็นว่านักเรียนสามารถตอบคำถามได้ถูกต้อง และมีความสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน คือ “ถ้า a เป็น -4 แล้ว $\sqrt{-4}$ หาค่าไม่ได้” ซึ่งนักเรียนสามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ แต่ยังไม่ชัดเจน หากจะชัดเจนกว่านี้ต้องระบุว่า “ไม่มีจำนวนจริงใดที่ยกกำลังสองแล้วได้จำนวนเต็มลบ”

กรณีที่ 2 ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้อย่างถูกต้อง ซึ่งพบว่า ไม่ปรากฏลักษณะการตอบคำถามที่สอดคล้องกับกรณีนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 1 คะแนน คือ ตอบถูกต้อง และอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์แต่ไม่ถูกต้อง หรือตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบถูกต้อง และอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูป บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์แต่ไม่ถูกต้อง โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 13

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ ไม่ได้ เพราะ a อดลบออกมาแล้วได้ลบ

ภาพที่ 13 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 13 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามถูกต้อง แต่อธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ไม่ถูกต้อง คือ “a ถอดครุทออกมาแล้วได้เต็มบวก” ซึ่งนักเรียนมีการอธิบายโดยการอ้างอิงที่ไม่ถูกต้อง

กรณีที่ 2 ตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 14

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ... ไม่ได้

1

ภาพที่ 14 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนโน้ตทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 1 คะแนน

จากภาพที่ 14 จะเห็นว่านักเรียนตอบถูกต้อง แต่ไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ คือ “ไม่สามารถหารากที่สองของ a ได้” ซึ่งนักเรียนไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้

กรณีที่ 3 ตอบไม่ถูกต้อง แต่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้บางส่วน ซึ่งพบว่า ไม่ปรากฏลักษณะการตอบคำถามที่สอดคล้องกับกรณีนี้

นักเรียนที่ได้คะแนน 0 คะแนน คือ ตอบไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ หรือ ไม่มีการเขียนใด ๆ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้

กรณีที่ 1 ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่สามารถอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์ได้ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 15

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ

ไม่ได้

ภาพที่ 15 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 15 จะเห็นว่านักเรียนตอบคำถามไม่ถูกต้อง และนักเรียนไม่ได้อธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

กรณีที่ 2 ไม่มีการเขียนใด ๆ โดยตัวอย่างคำตอบ ดังภาพที่ 16

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ

ภาพที่ 16 ตัวอย่างคำตอบที่ได้คะแนนมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ 0 คะแนน

จากภาพที่ 16 จะเห็นว่านักเรียนไม่มีการตอบคำถาม และไม่มีการอธิบายโดยมีการอ้างอิงในรูปแบบ บทนิยาม กฎ หรือสมบัติต่าง ๆ ทางคณิตศาสตร์

บทที่ 5

สรุปผล อภิปราย และข้อเสนอแนะ

การวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โดยมีวัตถุประสงค์ของการวิจัย ดังนี้ 1) เพื่อเปรียบเทียบความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70 2) เพื่อเปรียบเทียบมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share กับเกณฑ์ร้อยละ 70

ประชากรที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารด วาจาวุฑฒ อุปลัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 2 ห้องเรียน รวมทั้งสิ้น 48 คน ซึ่งแต่ละห้องจัดแบบคละความสามารถ และกลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้ เป็นนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1 โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารด วาจาวุฑฒ อุปลัมภ์) อำเภอเมือง จังหวัดสระบุรี ภาคเรียนที่ 2 ปีการศึกษา 2564 จำนวน 26 คน ได้มาจากการสุ่มแบบกลุ่ม (Cluster random sampling) เนื่องจากทางโรงเรียนจัดห้องเรียนแบบคละความสามารถ ผู้วิจัยจึงทำการจับฉลาก 1 ห้อง จากทั้งหมด 2 ห้อง ซึ่งได้กลุ่มตัวอย่างที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share และในส่วนของเนื้อหาที่ใช้ในการวิจัย คือ เนื้อหาที่ใช้ในการวิจัยเป็นเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์พื้นฐาน ระดับชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ.2560) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย ได้แก่ 1) แผนการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 9 แผน ซึ่งมีค่าความเหมาะสมของแผนการจัดการเรียนรู้เฉลี่ยเท่ากับ 4.58 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานเท่ากับ 0.40 2) แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 10 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่

0.51- 0.68 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.39 -0.58 และค่าความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.82 และ 3) แบบวัด มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เป็นแบบอัตนัย จำนวน 8 ข้อ ซึ่งมีค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) อยู่ ระหว่าง 0.80-1.00 มีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ 0.47- 0.72 ค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ 0.41 -0.61 และค่า ความเชื่อมั่นเท่ากับ 0.78 สถิติที่ใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูล ได้แก่ ค่าเฉลี่ยเลขคณิต (\bar{X}) ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน (S) และการทดสอบค่าที่สำหรับกลุ่มตัวอย่างเดียว (t-test for one sample)

สรุปผลการวิจัย

1. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05
2. นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 หลังได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

อภิปรายผล

จากการวิจัยเรื่อง ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับ เทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สามารถอภิปรายผลการวิจัยได้ดังนี้

1. ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 1 ทั้งนี้ เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจ และค้นคว้าด้วยวิธีการต่าง ๆ แล้วจับคู่กันคิดอภิปราย ถึงคำตอบและตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ จากนั้นนำไปแลกเปลี่ยนกับเพื่อนในชั้นจนทำให้เกิดความเข้าใจ โดยนักเรียนได้ใช้กระบวนการทางความคิด หาเหตุผลจนค้นพบความรู้ สรุปเป็น หลักการจนทำให้เกิดความเข้าใจ และสามารถสร้างเป็นองค์ความรู้ของตัวเองได้ สุดท้ายนักเรียน สามารถนำมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้เป็นเหตุผลประกอบการทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดได้อย่าง สมเหตุสมผล สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผล ควรเริ่มจากการ ส่งเสริมให้ผู้เรียนคิดอย่างมีเหตุผล จากบรรยากาศที่สนับสนุน ส่งเสริมให้ผู้เรียนได้พูดอธิบายและ

แสดงเหตุผลของแนวคิดอย่างอิสระ แลกเปลี่ยนแนวคิดหรือคำตอบของปัญหาและชี้แจงเหตุผลร่วมกัน และควรจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เป็นการผสมผสานการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กับการสอนเนื้อหาตามปกติ (เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร, 2554, หน้า 35) นอกจากนั้นควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้เกิด การคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดและแก้ปัญหาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กัน ไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้ (ศศิธร เวียงวะลัย, 2556, หน้า 176-179) เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น พบว่า

1.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียนหรือสิ่งที่นักเรียนเคยเรียนมาแล้ว เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ ซึ่งนักเรียนจะได้ตอบคำถามโดยได้แสดงเหตุผลที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมของนักเรียน และได้ทบทวนเนื้อหาเดิมอีกครั้ง ก่อนที่จะเริ่มเรียนเนื้อหาเรื่องต่อไป ซึ่งสอดคล้องกับ สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (2553, หน้า 14) ได้กล่าวว่า การให้นักเรียนได้แสดงเหตุผลเป็น โอกาสให้นักเรียน ได้ทำความเข้าใจเนื้อหาและแนวคิดอย่างถ่องแท้ อีกทั้งเป็นการทบทวนความรู้เดิม ช่วยเสริมสร้างความเข้าใจที่ถูกต้องอยู่แล้วให้สมบูรณ์และแก้ไขความเข้าใจที่ผิด ๆ

1.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และคิด(Think) ซึ่งครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ และลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจากใบกิจกรรม โดยครูคอยใช้คำถามและส่งเสริมให้นักเรียนได้อธิบายเหตุผลของตนเอง เช่น จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะมีความแตกต่างกันอย่างไร เป็นต้น เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปตนเองได้ ซึ่งนักเรียนกลุ่มเก่งจะสามารถตอบคำถามและเขียนข้อสรุป พร้อมทั้งให้เหตุผลได้รวดเร็วกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง ส่วนนักเรียนกลุ่มอ่อน ครูจะต้องให้คำแนะนำ และใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดจนเกิดความเข้าใจด้วยตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) ที่กล่าวว่า ครูควรให้นักเรียนได้ปฏิบัติด้วยตนเองทั้งในบริบททางคณิตศาสตร์และบริบทอื่น ๆ รวมทั้งความพยายามใช้คำถามเพื่อให้นักเรียนแสดงเหตุผลได้อย่างต่อเนื่อง เช่น “ทำไม” “เพราะอะไร” “ถ้าเงื่อนไขบางอย่างเปลี่ยนแปลงไป จะเกิดอะไรขึ้นรู้อะไร” โดยครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผลไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น ซึ่งการให้นักเรียน ได้อธิบาย ชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้นักเรียน ได้ทบทวนการทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนและที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินใจความต้องการของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

1.3 **ชั้นอธิบาย (Explanation)** นักเรียนได้จับคู่ (Pair) กับเพื่อนที่ครูได้กำหนดไว้ให้ ซึ่งนักเรียนจะได้แลกเปลี่ยนความคิดเห็นซึ่งกันและกัน โดยนักเรียนกลุ่มที่เก่งจะมีการช่วยเหลือ นักเรียนกลุ่มอ่อน โดยอธิบายเหตุผลของคำตอบให้เพื่อนฟัง ซึ่งนักเรียนจะเกิดความสนิทสนมกันมากขึ้น และแต่ละคู่จะเกิดความมั่นใจในคำตอบมากขึ้น เนื่องจากผ่านการคิด และอธิบายเหตุผลด้วยกันมา จากนั้นครูจะให้นักเรียนแต่ละคู่ นำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ มีการแลกเปลี่ยน (Share) อธิบายและให้เหตุผลประกอบ ให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง โดยครูจะคอยให้คำแนะนำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งทำให้นักเรียนได้พัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลได้ดียิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนาในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของ ศศิธร แม้นสงวน (2556, หน้า 176) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ควรเริ่มส่งเสริมให้นักเรียนได้ฝึกการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดอย่างสมเหตุสมผลภายใต้บรรยากาศที่สนับสนุนให้มีการอภิปราย แลกเปลี่ยนความคิดเห็นและแก้ปัญหาาร่วมกัน โดยใช้กิจกรรมที่เน้นให้เกิดการฝึกคิดและการให้เหตุผลควบคู่กันไปตามสถานการณ์ที่กำหนดให้

1.4 **ชั้นขยายความรู้ (Elaboration)** นักเรียนจะได้นำความรู้ที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวันและให้เหตุผลประกอบ ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น ซึ่งจะส่งเสริมให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิด การวิเคราะห์ และการสรุปแนวคิดในการหาคำตอบ และแสดงเหตุผลสนับสนุน โดยมีการอ้างอิงโดยใช้หลักการข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่างสมเหตุสมผล โดยครูจะให้คำแนะนำเมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย และมีการเสริมแรงนักเรียนทางบวก ซึ่งสอดคล้องกับ สิทธิพร ทิพย์คง (2545, หน้า 99) ที่กล่าวว่า การพัฒนาความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ครูควรให้นักเรียนได้พบโจทย์หรือปัญหาที่นักเรียนสนใจเป็นปัญหาที่ไม่ยากเกินความสามารถของนักเรียนที่จะคิดและให้เหตุผลในการหาคำตอบได้ และควรให้นักเรียนได้มีโอกาสและเป็นอิสระที่จะแสดงออกถึงความคิดเห็นในการใช้และให้เหตุผลของตนเอง

1.5 **ชั้นประเมิน (Evaluation)** เป็นขั้นที่นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด ให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นและอธิบายเหตุผลประกอบคำตอบของตนเองเป็นการให้นักเรียนได้ทบทวนความรู้หรือข้อสรุปที่ได้ และครูไม่ตัดสินคำตอบของนักเรียนว่า ผิดหรือไม่ถูกต้อง แต่จะให้เพื่อนในชั้นเรียนอภิปรายคำตอบร่วมกัน ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2553, หน้า 50) ที่กล่าวว่า ครูควรให้ความสำคัญกับทุกเหตุผล ไม่เฉพาะเหตุผลที่ถูกต้องหรือสมเหตุสมผลเท่านั้น การให้นักเรียนได้อธิบายชี้แจงเหตุผลจะช่วยให้ นักเรียนได้ทบทวนการ

ทำงานเพื่อสะท้อนความคิดของตนและที่สำคัญคือนักเรียนจะได้ข้อสรุปหรือตัดสินความถูกต้องของสิ่งต่าง ๆ ด้วยตนเองมากกว่าที่จะเชื่อตามที่ครูบอกหรือตามที่หนังสือเขียนไว้

ซึ่งจากการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share พบว่าในช่วงแรกนักเรียนไม่สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบที่ได้เนื่องจากการเรียนการสอนที่ผ่านมานักเรียนไม่ได้ถูกฝึกให้เกิดกระบวนการในการให้เหตุผลเพื่อยืนยันข้อสรุปหรือเขียนแสดงเหตุผลประกอบคำตอบ กิจกรรมการเรียนรู้เริ่มแรกผู้สอนจะต้องใช้คำถามนำให้นักเรียนเกิดกระบวนการคิดและแสดงเหตุผลในการอ้างอิงโดยใช้หลักการ ข้อเสนอสนับสนุนข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ เพื่อนำมาใช้ในการยืนยันข้อสรุปดังกล่าว แต่เมื่อนักเรียนผ่านกระบวนการในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ถึงแผนการจัดการเรียนรู้สุดท้ายแล้วพบว่า นักเรียนสามารถเขียนแสดงเหตุผลสนับสนุนคำตอบประกอบการตัดสินใจได้อย่างสมเหตุสมผล

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ส่งผลให้ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับผลการวิจัยของ ฉวีภักฤตา ปัตตลาไพ (2553) ได้ศึกษาผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ ที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่มีการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ 5 ขั้นตอน คือ ขั้นสร้างความสนใจ ขั้นสำรวจและค้นคว้า ขั้นอธิบาย ขั้นขยายความรู้ และขั้นประเมิน ซึ่งภายหลังจากใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนและร้อยละ ผลการศึกษาพบว่า ทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 สูงกว่าก่อนได้รับการสอน อีกทั้งยังสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 60 มีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .01 รวมถึงผลการวิจัยของ ชญานิชฐ์ นวลนุช (2560, หน้า 112) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 หลังจากที่ได้รับจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิด สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

2. มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มี สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 เป็นไปตามสมมติฐานข้อที่ 2 ทั้งนี้เนื่องจากการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มุ่งเน้นให้ผู้เรียนได้ทำการสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และคิด ลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ จากนั้นจับคู่และแต่ละคู่นำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ แลกเปลี่ยนอธิบายให้เพื่อนทั้งชั้นฟัง เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง สุดท้ายนักเรียนสามารถนำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ได้ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด เพื่อทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น สอดคล้องกับแนวทางในการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่ว่า ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจ มิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้ การพัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และพยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้ เมื่อพิจารณาขั้นตอนของการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่ผู้วิจัยสังเคราะห์ขึ้น พบว่า

2.1 ขั้นสร้างความสนใจ (Engagement) ครูนำเสนอปัญหาหรือสถานการณ์ ที่เชื่อมโยงกับความรู้เดิมที่นักเรียนมีอยู่ และเป็นความรู้ที่จะนำมาเชื่อมโยงกับความรู้ใหม่ เพื่อกระตุ้นให้นักเรียนเกิดความสนใจ อยากที่จะเรียนรู้ โดยครูจะใช้การสนทนาและการซักถาม เพื่อนำไปสู่การสรุปที่เป็นมโนทัศน์ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ Ausubel (1968, p. 505) ที่กล่าวว่า การพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ นักเรียนต้องมีความรู้เดิม และสามารถวิเคราะห์ความแตกต่างระหว่างมโนทัศน์ที่ได้รับมาใหม่ให้ครอบคลุมไปยังมโนทัศน์เดิมที่มีอยู่แล้วเพื่อหาความสัมพันธ์กันและประมวลเข้าด้วยกันทำให้นำไปสู่ข้อสรุปได้

2.2 ขั้นสำรวจและค้นหา (Exploration) นักเรียนได้สำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกต และคิด(Think) ซึ่งครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบ และได้ลงมือปฏิบัติด้วยตนเองจาก

ใบกิจกรรม ซึ่งนักเรียนกลุ่มเก่งจะคิดและหาข้อสรุปได้รวดเร็วกว่านักเรียนกลุ่มปานกลาง และกลุ่มอ่อนจะคิดหาคำตอบได้ค่อนข้างช้า ซึ่งครูจะต้องพยายามใช้คำถามเพื่อกระตุ้นให้นักเรียนคิดพิจารณาและสังเกตจากใบกิจกรรม เช่น สังเกตจากประเภทจำนวนและการเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน นักเรียนคิดว่าจำนวนตรรกยะและอตรรกยะมีความแตกต่างกันอย่างไร เป็นต้น จนนักเรียนเกิดการเรียนรู้ด้วยตนเอง เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นมโนทัศน์ของตนเองได้ ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่กล่าวว่า พยายามให้ผู้เรียนทำกิจกรรม คิด สังเกต วิเคราะห์ อภิปราย และหาข้อสรุปทางคณิตศาสตร์ด้วยตนเอง โดยใช้กิจกรรมหรือสถานการณ์ที่กระตุ้นและท้าทายความสามารถของผู้เรียนและไม่ยากเกินกว่าที่ผู้เรียนจะคิดได้

2.3 ชั้นอธิบาย (Explanation) เป็นขั้นที่ให้นักเรียนจับคู่ (Pair) กับเพื่อน และได้แลกเปลี่ยนความคิดซึ่งกันและกัน ซึ่งนักเรียนกลุ่มเก่งจะช่วยเพิ่มเติมข้อสรุปของตนเองและช่วยเหลือเพื่อนกลุ่มที่อ่อน แต่บางครั้งนักเรียนกลุ่มที่อ่อนจะมีข้อสงสัย ทำให้นักเรียนกลุ่มเก่งทบทวนข้อสรุปของตนเองอีกครั้ง ซึ่งทำให้ได้ข้อสรุปที่สมบูรณ์ มีความมั่นใจในคำตอบของตนเองมากขึ้น และสนุกที่มีเพื่อนร่วมกันคิดในการทำใบกิจกรรม จากนั้นครูให้นักเรียนแต่ละคู่ นำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ได้ มาแลกเปลี่ยน (Share) อภิปรายหาข้อสรุปร่วมกันกับเพื่อนทั้งชั้น ทำให้นักเรียนได้พัฒนาทักษะการเป็นผู้พูดและผู้ฟังที่ดี โดยครูให้คำแนะนำ เพื่อให้ได้ข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ถูกต้อง ซึ่งสอดคล้องกับ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่กล่าวว่า แนวทางการจัดการเรียนรู้เพื่อพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ให้กับนักเรียนควรพัฒนาการคิดในลักษณะต่าง ๆ ควบคู่กับการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เช่น การคิดวิเคราะห์ สังเคราะห์ การไตร่ตรอง การคิดอย่างมีวิจารณญาณ เนื่องจากการคิดเป็นพื้นฐานสำคัญของการทำความเข้าใจและการพัฒนาความรู้ทางคณิตศาสตร์ ตลอดจนการนำความรู้ ทางคณิตศาสตร์ไปใช้ และมีการใช้คำถามที่ส่งเสริมกระบวนการคิด เพื่อช่วยให้ผู้เรียนสร้างความรู้ได้ด้วยตนเองและขยายไปสู่ความหมายใหม่ หรือความรู้เชิงนามธรรมได้

2.4 ชั้นขยายความรู้ (Elaboration) นักเรียนนำความรู้และข้อสรุปที่ได้ ไปประยุกต์ใช้ในสถานการณ์ใหม่ หรือสถานการณ์ในชีวิตประจำวัน ผ่านการทำแบบฝึกหัด โดยครูเปิดโอกาสให้นักเรียนได้ซักถาม เมื่อนักเรียนเกิดข้อสงสัย เพื่อให้นักเรียนได้พัฒนากระบวนการคิด การรู้จักสังเกต วิเคราะห์ และนำข้อสรุปหรือมโนทัศน์ที่ได้ไปใช้ ทำให้เกิดความรู้ที่กว้างขึ้น และมีความคงทนมากขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่กล่าวว่า จัดการเรียนรู้เพื่อให้ผู้เรียนได้เรียนรู้ในสิ่งที่มีความหมาย จำเป็นสำหรับการคิดและการใช้งาน และเป็นพื้นฐานของการเรียนในระดับสูงขึ้น นอกจากนี้ควรให้ผู้เรียนได้

เชื่อมโยงความรู้ไปสู่ขั้นตอนหรือวิธีการทางคณิตศาสตร์ที่มีประสิทธิภาพ และเข้าใจความสัมพันธ์ระหว่างทฤษฎีหรือเนื้อหาเกี่ยวกับวิธีการหรือขั้นตอนการทำงานที่ตนเลือกใช้ ความรู้คณิตศาสตร์จึงควรเกิดจากความเข้าใจมิใช่เกิดจากการจดจำ ซึ่งอาจลืมได้โดยง่าย การเรียนรู้อย่างเข้าใจจะช่วยให้ผู้เรียนมองเห็นประโยชน์และคุณค่าของสิ่งที่เรียน และสามารถพัฒนาให้เป็นความรู้ที่ลึกซึ้งมากขึ้นได้

2.5 ขั้นประเมิน (Evaluation) นักเรียนได้ตรวจสอบความรู้ที่ได้ โดยอาจจะใช้แบบทดสอบความรู้ความเข้าใจของนักเรียน หรือครูอาจจะถามนักเรียนเป็นคำถามปลายเปิด เช่น จำนวนตรรกยะแตกต่างกับจำนวนอตรรกยะอย่างไร มีจำนวนใดบ้างที่เป็นจำนวนตรรกยะและมีจำนวนใดบ้างที่เป็นจำนวนอตรรกยะ เป็นต้น ซึ่งครูสามารถตรวจสอบความรู้หรือมโนทัศน์ของนักเรียนจากคำตอบที่ได้ เพื่อประเมินว่านักเรียนมีความเข้าใจมากน้อยเพียงใด จากนั้นเพิ่มเติมข้อสรุปเพื่อให้นักเรียนมีความเข้าใจในมโนทัศน์ที่ได้รับยิ่งขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับแนวทางการพัฒนา มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของ อัมพร ม้าคนอง (2557, หน้า 22) ที่กล่าวว่า ประเมินผลการพัฒนา มโนทัศน์เป็นระยะ ๆ อย่างต่อเนื่องในกระบวนการเรียนรู้ของผู้เรียน ทั้งการประเมินรายบุคคลและการประเมิน โดยรวม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการประเมินพัฒนาการของผู้เรียนแต่ละคน นอกจากนี้ ผู้สอนควรสะท้อนการสอนของตนจากผลการเรียนรู้ ที่เกิดขึ้นกับผู้เรียน เพื่อที่จะปรับการจัดการเรียนรู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

จากที่กล่าวมาข้างต้น แสดงให้เห็นว่าการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ส่งผลให้มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์มีค่าเฉลี่ยสูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ 0.05 ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของธัญญา แนววง (2561, หน้า 104) ได้ศึกษาผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ผลการวิจัยพบว่า นักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 ที่ได้รับการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share มีมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความเท่ากันทุกประการ สูงกว่าเกณฑ์ ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05 รวมถึงงานวิจัยของ ดิษพล เนตรนิมิตร (2558, หน้า 116) ได้ศึกษาผลการใช้รูปแบบการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูง เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4 ผลการศึกษาพบว่า มโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน สูงกว่าเกณฑ์ร้อยละ 70 อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับ .05

ข้อเสนอแนะ

ข้อเสนอแนะทั่วไป

1. หากนักเรียนแสดงเหตุผลประกอบได้ไม่สมบูรณ์หรือไม่สมเหตุผล ครูไม่ควรตัดสินด้วยคำว่าไม่ถูกต้อง แต่ควรใช้คำพูดเสริมแรง เช่น เหตุผลที่นักเรียนอธิบายมามีบางส่วนที่ถูกต้อง นักเรียนคนใดจะให้คำอธิบายหรือเหตุผลเพิ่มเติมของเพื่อนได้อีกบ้าง

2. ในที่ 3 ชั้นอธิบาย (Explanation) ซึ่งนักเรียนจะนำข้อสรุปที่ได้มานำเสนอและอภิปรายแลกเปลี่ยนความคิดเห็น ครูต้องระวังไม่ให้ความคิดเห็นตนเองมีบทบาทมากเกินไป เนื่องจากนักเรียนจะไม่แสดงความคิดเห็นถึงข้อสรุปที่ได้ของตนเอง และรอให้ครูเป็นผู้สรุปฝ่ายเดียว

3. ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ครูควรให้เวลากับนักเรียนในการสร้างองค์ความรู้มากยิ่งขึ้น เนื่องจากนักเรียนต้องมีเวลาในการสำรวจ รวบรวมข้อมูล โดยการสังเกตและลงมือปฏิบัติ เพื่อนำไปสู่ข้อสรุปที่เป็นโมทัศน์ของตนเองได้

4. ในการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ต้องใช้เวลาในการฝึกฝน โดยเฉพาะนักเรียนที่เรียนเก่งจับคู่กับนักเรียนที่อ่อน นักเรียนที่เก่งอาจจะมีบทบาทคนเดียว ในขณะที่นักเรียนที่อ่อนยังไม่เข้าใจ ดังนั้นครูควรชี้แจงวิธีการจับคู่ การปฏิบัติให้นักเรียนเข้าใจ และอาจจะต้องมีการสลับเปลี่ยนระหว่างคู่เรียนบ้าง เพื่อให้ให้นักเรียนมีแนวคิดที่หลากหลายขึ้น และมีคู่หูในการเรียนที่เหมาะสมมากยิ่งขึ้น

ข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัย

1. ควรนำรูปแบบการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ไปใช้ในการจัดกิจกรรมการเรียนรู้เพื่อพัฒนาทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความสามารถในการสื่อสาร ความสามารถในการแก้ปัญหา หรือความสามารถในการเชื่อมโยงทางคณิตศาสตร์ เป็นต้น

2. ควรมีการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ของนักเรียนในเนื้อหาวิชาคณิตศาสตร์อื่น ๆ เช่น ความเป็น สติติ ความเท่ากัน ทุกประการ เป็นต้น

บรรณานุกรม

- กระทรวงศึกษาธิการ. (2552). เอกสารประกอบหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551 แนวปฏิบัติการวัดและประเมินผลการเรียนรู้. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย.
- กระทรวงศึกษาธิการ. (2560). ตัวชี้วัดและสาระการเรียนรู้แกนกลาง กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์ (ฉบับปรับปรุง พ.ศ. ๒๕๖๐) ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช ๒๕๕๑. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทย จำกัด.
- เกรียงศักดิ์ เจริญวงศ์ศักดิ์. (2555). เรียนคณิตศาสตร์อย่างไรไม่ให้เป็นยาขม. แม่และเด็ก, 35(481), 108-109.
- จันทิมา วงษ์จิ. (2563). ครูผู้สอนรายวิชาคณิตศาสตร์ โรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารด วาจาอุท ขุปลัมภ์), สัมภาษณ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. (2561). จิตวิทยาการรู้คิด. กรุงเทพฯ: แกรนด์พอยท์.
- ชญานิษฐ์ นวลนุช. (2560). ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้ปัญหาปลายเปิดที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์และผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ชนาธิป พรกุล. (2554). การสอนกระบวนการคิด: ทฤษฎีและการนำไปใช้ (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- ชัยวัฒน์ สุทธิรัตน์. (2552). 80 นวัตกรรมจัดการเรียนรู้ ที่เน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ. กรุงเทพฯ: แดเน็กซ์ อินเทอร์เน็ตโปรดเรชั่น.
- ชญัญญาภรณ์ ชัดทา. (2558). การจัดกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share เรื่อง ตัวประกอบของจำนวนนับ สำหรับนักเรียนชั้นประถมศึกษาปีที่ 6. ปรินญาการศึกษา มหาบัณฑิต, สาขาวิชาวิทยาศาสตร์ศึกษา, มหาวิทยาลัยนเรศวร.
- ชาติรี ฝ่ายคำตา. (2551). การจัดการเรียนรู้ที่เน้นกระบวนการสืบเสาะหาความรู้. วารสารศึกษาศาสตร์มหาวิทยาลัยนเรศวร, 39.
- ชูศรี วงศ์รัตนะ. (2553). เทคนิคการใช้สถิติเพื่อการวิจัย (พิมพ์ครั้งที่ 11). นนทบุรี: ไทเนรมิตกิจอินเทอร์เน็ตโปรดเรสซิฟ.
- ณัฐกฤตา บัดดาลาโพ. (2553). ผลของการใช้ชุดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้เรื่อง การประยุกต์ของอัตราส่วนร้อยละที่มีต่อทักษะการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. สาขาวิชาการมัธยมศึกษา, คณะศึกษาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ.
- ดิษพล เนตรนิมิตร. (2558). ผลการใช้รูปแบบการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับการใช้คำถามระดับสูงที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ฟังก์ชัน ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 4. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- ทิสนา แจมมณี. (2550). รูปแบบการเรียนการสอน : ทางเลือกที่หลากหลาย (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

- ทิสนา แคมมณี. (2555). *ศาสตร์การสอน องค์ความรู้เพื่อการจัดกระบวนการเรียนรู้ที่มีประสิทธิภาพ* (พิมพ์ครั้งที่ 16). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- ชัยญา แนวคง. (2561). *ผลการจัดการเรียนรู้แบบอุปนัยร่วมกับเทคนิค Think - Pair - Share ที่มีต่อมโนทัศน์และความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2*. วิทยานิพนธ์การศึกษามหาบัณฑิต, สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์, บัณฑิตวิทยาลัย, มหาวิทยาลัยบูรพา.
- บุญชม ศรีสะอาด. (2545). *วิธีการทางสถิติสำหรับการวิจัย* (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สุวีริยาสาส์น.
- บุญเลี้ยง ทุมทอง. (2554). *การวิจัยการเรียนรู้ทางคณิตศาสตร์ (Learning mathematics research)*. มหาสารคาม: วิทยาลัยมหาสารคาม.
- ปรียาพร วงศ์อนุตรโรจน์. (2553). *จิตวิทยาการศึกษา = Educational psychology* กรุงเทพฯ: ศูนย์สื่อเสริมกรุงเทพ.
- พรพิมล พรพิรชนม์. (2551). *การจัดการกระบวนการเรียนรู้*. สงขลา: เหมการพิมพ์สงขลา.
- พรรณทิพา พรหมรักษ์. (2552). *การพัฒนากระบวนการเรียนการสอน โดยใช้กระบวนการวางนัยทั่วไปเพื่อส่งเสริมความสามารถในการให้เหตุผลทางพีชคณิตและการสื่อสารทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 3*. ปริญญาครุศาสตร์ดุษฎีบัณฑิต, สาขาวิชาหลักสูตรและการสอน, คณะครุศาสตร์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2555). *สอนเขียนแผนบูรณาการบนฐานเด็กเป็นสำคัญ*. กรุงเทพฯ: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์ และคณะ. (2552). *สอนวิทยาศาสตร์เพื่อความเข้าใจด้วยกระบวนการออกแบบย้อนกลับ*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ บริษัท พัฒนาคุณภาพวิชาการ(พว.) จำกัด.
- พิมพ์พันธ์ เฉชะคุปต์. (2541). *การเรียนรู้แบบร่วมมือ*. กรุงเทพฯ: คุรุปริทัศน์.
- ภพ เลหาไพบูลย์. (2542). *แนวการสอนวิทยาศาสตร์(ฉบับปรับปรุง)*. กรุงเทพฯ: ไทยวัฒนาพานิช.
- ราชบัณฑิตยสถาน. (2551). *พจนานุกรมศัพท์ศึกษาศาสตร์*. กรุงเทพฯ.
- โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาวัชร อุปถัมภ์). (2562). *ผลการทดสอบทางการศึกษาระดับชาตินี้ขั้นพื้นฐาน(O-NET) ปีการศึกษา 2560*. สระบุรี : โรงเรียนวัดโนนสภาราม(นารถ วาจาวัชร อุปถัมภ์).
- ลักขณา ศรีวัฒน์. (2557). *จิตวิทยาสำหรับครู*. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรินติ้ง เฮ้าส์.
- วรรณิ ธรรมโชติ. (2550). *หลักการคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ภาพพิมพ์.
- วัชรรา เล่าเรียนดี. (2554). *รูปแบบและกลยุทธ์การจัดการเรียนรู้ เพื่อพัฒนาทักษะการคิด*. นครปฐม: คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.
- วัฒนาพร ระงับทุกข์. (2541). *การจัดการเรียนการสอนที่เน้นผู้เรียนเป็นศูนย์กลาง*. กรุงเทพฯ: เลิฟแอนด์ลิฟเพรส.
- วิญญา วิศาลภรณ์. (2540). *การวิจัยทางการศึกษา: หลักการและแนวทางการปฏิบัติ*. กรุงเทพฯ: คอมแพคท์พริ้นท์ จำกัด.
- วิชัย เสวกงาม. (2557). *ความสามารถในการให้เหตุผล ความสามารถที่จำเป็นสำหรับผู้เรียนในศตวรรษที่ 21*. วารสารครุศาสตร์, 42(2), 207-223.
- วิสุทธิ คงถวัลย์. (2558). *Math League เทคนิคการสอนรูปแบบใหม่ที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียนได้เป็นอย่างดี*. กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วีณา ประชากุล และประสาธ เนืองเฉลิม. (2553). *รูปแบบการเรียนการสอน*. มหาสารคาม: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย

มหาสารคาม.

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2554). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์*. เอกสารคำสอนวิชา 410541. ภาควิชาการ
จัดการเรียนรู้ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา. ชลบุรี.

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2555). *ครบเครื่องเรื่องควรรู้สำหรับครูคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ: จรัสสินิ
วงศ์สนิทวงศ์การพิมพ์.

เวชฤทธิ์ อังคนะภัทรขจร. (2557). *การศึกษามโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนิสิต วิชาเอกคณิตศาสตร์ มหาวิทยาลัย
บูรพา, ชลบุรี*.

ศศิธร แม้นสงวน. (2556). *พฤติกรรมการสอนคณิตศาสตร์ 2* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัย
รามคำแหง.

ศศิธร เวียงวะลัย. (2556). *การจัดการเรียนรู้* (พิมพ์ครั้งที่ 2). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.

สกุล มูลแสดง. (2554). *สัมมนาการสอนวิทยาศาสตร์*. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยรามคำแหง.

สถาบันทดสอบทางการศึกษา. (2563). *รายงานผลการทดสอบทางการศึกษาขั้นพื้นฐาน(O-NET) มัธยมศึกษาปีที่ 3 ปี
การศึกษา 2560-2562*. เข้าถึงได้จาก <https://www.niets.or.th/>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2547). *การให้เหตุผลในวิชาคณิตศาสตร์*. กรุงเทพฯ: ราก
ขวัญ.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2550). *การจัดกระบวนการเรียนรู้แบบวัฏจักรการสืบเสาะหา
ความรู้ 5 ขั้นตอน เพื่อพัฒนากระบวนการคิดระดับสูง*. นิตยสาร สสวท, 35(147), 56-58.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2553). *หนังสือเรียนรายวิชาพื้นฐานคณิตศาสตร์ เล่ม 1 ชั้น
มัธยมศึกษาปีที่ 2 กลุ่มสาระคณิตศาสตร์ ตามหลักสูตรแกนกลางการศึกษาขั้นพื้นฐาน พุทธศักราช 2551*.
กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ สกสค.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555). *ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่
1). กรุงเทพฯ: ส.เจริญการพิมพ์.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ก). *การวัดและประเมินผลคณิตศาสตร์* (พิมพ์ครั้งที่ 3).
กรุงเทพฯ: 3-คิว มีเดีย.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2555ข). *ครูคณิตศาสตร์มืออาชีพ เส้นทางสู่ความสำเร็จ*.
กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2556). *ผลการประเมิน PISA 2012 คณิตศาสตร์ การอ่าน และ
วิทยาศาสตร์ บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*. กรุงเทพฯ: แอดวานซ์ ฟรินดิง เซอร์วิส จำกัด.

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2560). *กรอบโครงสร้างการประเมินผลนักเรียนโครงการ
PISA 2015*. เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/0BwqFSkq5b7zSdDBwVVoyTHdIQIU/view>

สถาบันส่งเสริมการสอนวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี. (2562). *ผลการประเมิน PISA 2018 : บทสรุปสำหรับผู้บริหาร*.
เข้าถึงได้จาก <https://drive.google.com/file/d/11xU3cWrvQ91JnBqDflrZ-EEHJayMxshA/view>


สมเดช บุญประจักษ์. (2551). *หลักการคณิตศาสตร์*. เอกสารประกอบการสอนรายวิชา. คณะวิทยาศาสตร์และ
เทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนคร. กรุงเทพฯ.

- สมบัติ การจนารักพงศ์. (2547). นวัตกรรมการศึกษา ชุด 29 เทคนิคการจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่หลากหลาย : การเรียนแบบร่วมมือ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์ธารอักษร จำกัด.
- สมพร พลจันทร์. (2556). การวิเคราะห์ห้มนโนทัศน์ที่คลาดเคลื่อนทางการเรียนคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2. วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 7(2), 183.
- สำนักงานเลขาธิการสภาการศึกษา. (2556). รายงานการวัดผลและประเมินผลสัมฤทธิ์ทางการศึกษา (*Measure of Achievement*). กรุงเทพฯ.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2558). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่...เพื่อพัฒนาทักษะของผู้เรียนในศตวรรษที่ 21. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุคนธ์ สินธพานนท์. (2560). ครูยุคใหม่กับการจัดการเรียนรู้สู่การศึกษา 4.0. กรุงเทพฯ: ห้างหุ้นส่วนจำกัด 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุคนธ์ สินธพานนท์ และจินตนา วีระเกียรติสุนทร. (2556). การจัดการเรียนรู้ของครูยุคใหม่สู่ประชาคมอาเซียน. กรุงเทพฯ: 9119 เทคนิควิธีคิด.
- สุรางค์ ไคว์ตระกูล. (2553). จิตวิทยาการศึกษา (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์.
- สุวิทย์ มูลคำ. (2554). การจัดการกิจกรรมการเรียนรู้ที่เน้นการคิด. กรุงเทพฯ: อี เก บู้คส์.
- สุวิทย์ มูลคำ และอรทัย มูลคำ (2553). 21 วิธีจัดการเรียนรู้: เพื่อพัฒนากระบวนการคิด (พิมพ์ครั้งที่ 9). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์ภาพพิมพ์.
- สิริพร ทิพย์คง. (2545). หลักสูตรและการสอนคณิตศาสตร์. กรุงเทพฯ: สถาบันพัฒนาคุณภาพวิชาการ.
- อัมพร ม้าคอง. (2552). รายงานการวิจัยเรื่องการพัฒนา นวัตกรรมทางคณิตศาสตร์ โดยใช้โมเดลการได้มาซึ่งมโนทัศน์และคำถามระดับสูง (พิมพ์ครั้งที่ 1). กรุงเทพฯ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2553). ทักษะและกระบวนการทางคณิตศาสตร์: การพัฒนาเพื่อพัฒนาการ. กรุงเทพฯ: สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อัมพร ม้าคอง. (2557). คณิตศาสตร์สำหรับครูมัธยม. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมการพัฒนานวัตกรรม ตำราและเอกสารทางวิชาการ คณะครุศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2550). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 4). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- อาภรณ์ ใจเที่ยง. (2553). หลักการสอน (พิมพ์ครั้งที่ 5). กรุงเทพฯ: โอเดียนสโตร์.
- Abdulkadir TUNA. (2013). *The effect of 5E learning cycle model in teaching trigonometry on students' academic achievement and the permanence of their knowledge. International Journal on New Trends in Education and Their Implications*, 4(1), 73.
- Ardiyani, S. M., Gunarhadi, G. Riyadi, R. (2019). *The impact of think pair share model on mathematics learning in elementary schools. Journal of Education and Learning*, 13(1), 93-97.
- Ausubel, P. D. (1968). *Education psychology: A cognitive view*. New York: Rinehart and Winston.
- Bybee et al. (2006). *The BSCS 5E instructional model: Origins and Effectiveness*. Colorado Springs: CO:BSCS.
- Byerley, R. A. (2002). *Using multimedia and "Active learning" techniques to "Energize" An introductory engineering thermodynamics class: Frontiers in Education Conference*.

- Cooney, T. J., Davis, E. J. & Henderson, K. B. (1975). *Dynamics of teaching secondary school mathematics*. Boston: Houghton Mifflin.
- De Cecco, J. P. (1968). *The psychology of learning and instruction: Educational psychology*. Boston: Houghton Mifflin.
- Eggen & Kauchak. (2001). *Strategies for teacher : teaching content and thinking skills* (4 ed). Boston: Allyn and Bacon.
- Good. (1973). *Dictionary of education* (3). New York: McGraw-Hill Book.
- Kadarisma, G. (2016). *Improving Students' Logical Thinking Mathematic Skill Through Learning Cycle 5E and Discovery Learning. Proceeding Of 3rd International Conference on Research Implementation Education Of Mathematics and Science. UNY*.
- Kagan. (2558). เทคนิคการจัดการเรียนรู้แบบร่วมมือ. วิสุมิ คงกัลป์, *Math League เทคนิคการสอนรูปแบบใหม่ที่ช่วยกระตุ้นการเรียนรู้ของผู้เรียน ได้เป็นอย่างดี* (67-72). กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- Krulik & Rudnick J. A. (1993). *Reasoning and problem solving: A handbook for elementary school teacher*. Massachusetts: Allyn and Bacon.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont: Wadsworth.
- Lyman, F. (1981). *Think-Pair-Share: An expanding teaching technique. MAA - CIE Cooperative News*.
- Millis & Cottell. (1998). *Cooperative learning for higher education faculty*. U.S.A. Phoenix: Oryx Press.
- NCTM. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM.
- O' Daffer, P. D. (1990). Activities: Inductive and Deductive reasoning. *Mathematics Teacher*, 84(5), 378-384.
- Okafor, C. F. (2017). *Effect of 5e-Learning Cycle Model on Senior Secondary School Students' Achievement and Retention in Geometry*.
- Selma, P. (2009). *Impact of 5E learning cycle on sixth grade students' mathematics achievement on and attitudes toward mathematics*. <http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12611235/index.pdf>
- Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning: Theory, research and practice* (2). Boston: Allyn and Bacon.



ภาคผนวก

The logo of Burapha University is a large, circular emblem in the background. It features a central five-pointed star with a smaller star inside it. The Thai text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' is written along the top inner edge, and 'BURAPHA UNIVERSITY' is written along the bottom inner edge. The entire logo is rendered in a light yellow/gold color.

ภาคผนวก ก

- รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ
- สำเนาหนังสือขอความอนุเคราะห์ในการตรวจสอบความเที่ยงตรงของเครื่องมือ
- สำเนาเอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา
- สำเนาหนังสือขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

รายชื่อผู้เชี่ยวชาญ

1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาคร สุวรรณโพธิ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์
ภาควิชาการจัดการเรียนรู้
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ อาจารย์ประจำสาขาวิชาคณิตศาสตร์
ภาควิชาคณิตศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
3. อาจารย์พัฒนา ฉายลัม ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาคม จังหวัดชลบุรี
4. อาจารย์นฤมล น้อยจ่ายสิน ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาคม จังหวัดชลบุรี
5. อาจารย์หนึ่งฤทัย เข้มทิส ครู วิทยฐานะชำนาญการพิเศษ
กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
โรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาคม จังหวัดชลบุรี

(สำเนา)



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๒๘๗๖

วันที่ ๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ผลาดร สุวรรณโพธิ์ คณะศึกษาศาสตร์

ด้วย นางสาวนัฐธิดา มุสิกชาติ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๔๒๐๐๗๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี ดร.คมสัน ตรีใหญ่ชัย เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในงานนี้บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(สำเนา)



บันทึกข้อความ

ส่วนงาน มหาวิทยาลัยบูรพา บัณฑิตวิทยาลัย โทร. ๒๗๐๐ ต่อ ๗๐๕, ๗๐๗

ที่ อว ๘๑๓๗/๒๘๗๗

วันที่ ๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สาธิตี เลิศประไพ คณะวิทยาศาสตร์

ด้วย นางสาวนัฐธิดา มุสิกชาติ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๔๒๐๐๗๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี ดร.คมสัน ตรีใหญ่กุล เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

เนื่องจากท่านเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างดียิ่ง ในกรณีบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเชิญท่านเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(สำเนา)



ที่ อว ๘๑๓๗/๑๒๑๓

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๒๙ ถ.สิงหนาทบางแสน ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๑๕ มิถุนายน พ.ศ. ๒๕๖๔

เรื่อง ขอเชิญเป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนสุรศักดิ์วิทยาكم จังหวัดชลบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. คำโครงการวิทยานิพนธ์
๒. เครื่องมือวิจัย

ด้วย นางสาวรัฐธิดา มุสิกชาติ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติคำโครงการวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและเมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี ดร.คมสัน ศรีใหญ่ลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการเตรียมเครื่องมือการวิจัย นั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขอเรียนเชิญบุคลากรในสังกัดของท่าน คือ

๑. คุณพัฒนา ฉายลิม ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
๒. คุณนฤมล น้อยจ่ายสิน ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์
๓. คุณหนึ่งฤทัย เข้มทิส ครูชำนาญการพิเศษ กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

ซึ่งเป็นผู้มีความเชี่ยวชาญ เกี่ยวกับการวิจัยดังกล่าวอย่างยิ่ง เป็นผู้ทรงคุณวุฒิตรวจสอบความตรงตามเนื้อหาของเครื่องมือการวิจัย ดังเอกสารแนบ

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา จะเป็นพระคุณยิ่ง

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

สำเนาเรียน ๑. คุณพัฒนา ฉายลิม
๒. คุณนฤมล น้อยจ่ายสิน
๓. คุณหนึ่งฤทัย เข้มทิส

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๓๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๔, ๗๐๗
อีเมลล์ grd.buu@go.buu.ac.th

สำเนา

ที่ IRB4-276/2564



เอกสารรับรองผลการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์
มหาวิทยาลัยบูรพา

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาโครงการวิจัย

รหัสโครงการวิจัย : G-HU216/2564

โครงการวิจัยเรื่อง : ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับ เทคนิค Think-Pair-Share
ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

หัวหน้าโครงการวิจัย : นางสาวรัฐธิดา มุสิกชาติ

หน่วยงานที่สังกัด : คณะศึกษาศาสตร์

คณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา ได้พิจารณาแล้วเห็นว่า โครงการวิจัยดังกล่าวเป็นไปตามหลักการของจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ โดยที่ผู้วิจัยเคารพสิทธิและศักดิ์ศรีในความเป็นมนุษย์ไม่มีการล่วงละเมิดสิทธิ สวัสดิภาพ และไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่ตัวอยางการวิจัยและผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย

จึงเห็นสมควรให้ดำเนินการวิจัยในขอบข่ายของโครงการวิจัยที่เสนอได้ (ดูตามเอกสารตรวจสอบ)

1. แบบเสนอเพื่อขอรับการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ ฉบับที่ 2 วันที่ 12 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564
2. เอกสารโครงการวิจัยฉบับภาษาไทย ฉบับที่ 1 วันที่ 20 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564
3. เอกสารชี้แจงผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 12 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564
4. เอกสารแสดงความยินยอมของผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 2 วันที่ 12 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564
5. เอกสารแสดงรายละเอียดเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยซึ่งผ่านการพิจารณาจากผู้ทรงคุณวุฒิแล้ว หรือชุดที่ใช้เก็บข้อมูลจริงจากผู้เข้าร่วมโครงการวิจัย ฉบับที่ 1 วันที่ 20 เดือน กันยายน พ.ศ. 2564
6. เอกสารอื่น ๆ (ถ้ามี) ฉบับที่ วันที่ เดือน พ.ศ.

วันที่รับรอง : วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2564

วันที่หมดอายุ : วันที่ 25 เดือน ตุลาคม พ.ศ. 2565

ลงนาม นางสาวพิมพ์พรณ เลิศล้ำ

(นางสาวพิมพ์พรณ เลิศล้ำ)

ประธานคณะกรรมการพิจารณาจริยธรรมการวิจัยในมนุษย์ มหาวิทยาลัยบูรพา

ชุดที่ 4 (กลุ่มมนุษยศาสตร์และสังคมศาสตร์)



(สำเนา)



ที่ อว ๘๑๓๗/๒๐๑๔

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
๑๖๙ ถ.สิงหาคบวงแสง ต.แสนสุข
อ.เมือง จ.ชลบุรี ๒๐๑๓๑

๒๗ ธันวาคม ๒๕๖๔

เรื่อง ขออนุญาตเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัย

เรียน ผู้อำนวยการโรงเรียนวัดโนนสภาราม (นารถ วาจาวุฑฒ อุบลรัตน์) จังหวัดสระบุรี

สิ่งที่ส่งมาด้วย ๑. เอกสารรับรองจริยธรรมการวิจัยของมหาวิทยาลัยบูรพา
๒. เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัย

ด้วยนางสาวนัฐธิดา มุสิกชาติ รหัสประจำตัวนิสิต ๖๒๙๒๐๐๗๒ นิสิตหลักสูตรการศึกษามหาบัณฑิต สาขาวิชาการสอนคณิตศาสตร์ คณะศึกษาศาสตร์ ได้รับอนุมัติเค้าโครงวิทยานิพนธ์ เรื่อง “ผลการจัดการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ ๕ ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think-Pair-Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒” โดยมี ดร.คมสัน ตรีไพบูลย์ เป็นประธานกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์ และเสนอหน่วยงานของท่านในการเก็บข้อมูลเพื่อดำเนินการวิจัยนั้น

ในการนี้ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา จึงขออนุญาตให้นิสิตตั้งรายนามข้างต้นดำเนินการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ ๒ ปีการศึกษา ๒๕๖๔ จำนวน ๒๖ คน ในระหว่างวันที่ ๑ - ๒๙ ธันวาคม พ.ศ. ๒๕๖๔ ทั้งนี้ สามารถติดต่อนิสิตตั้งรายนามข้างต้นได้ที่หมายเลขโทรศัพท์ ๐๙๑-๕๓๖-๘๑๘๖ หรือที่ E-mail: nutnututti@gmail.com

จึงเรียนมาเพื่อทราบและโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

(รองศาสตราจารย์ ดร.นุจรี ไชยมงคล)
คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย ปฏิบัติการแทน
อธิการบดีมหาวิทยาลัยบูรพา

บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยบูรพา
โทร ๐๓๘ ๑๐๒ ๗๐๐ ต่อ ๗๐๑, ๗๐๕, ๗๐๗
E-mail: grd.buu@go.buu.ac.th

The logo of Burapha University is a large, circular emblem in the background. It features a central wheel-like design with a flame-like shape at the top. The Thai text 'มหาวิทยาลัยบูรพา' is written along the top inner edge, and 'BURAPHA UNIVERSITY' is written along the bottom inner edge.

ภาคผนวก ข

- ตัวอย่างแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

แผนการจัดการเรียนรู้ที่ 3

กลุ่มสาระการเรียนรู้คณิตศาสตร์

รายวิชา คณิตศาสตร์ 3 (ค22102)

ชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2

ภาคเรียนที่ 2

หน่วยการเรียนรู้ที่ 2 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

เวลา 2 ชั่วโมง

มาตรฐานการเรียนรู้

มาตรฐาน ค 1.1 เข้าใจถึงความหลากหลายของการแสดงจำนวน ระบบจำนวน การดำเนินการของจำนวนผลที่เกิดขึ้นจากการดำเนินการ และนำไปใช้

ตัวชี้วัด

ค 1.1 ม.2/2 เข้าใจจำนวนจริงและความสัมพันธ์ ของจำนวนจริง และใช้สมบัติของ จำนวนจริงในการแก้ปัญหา คณิตศาสตร์และปัญหาในชีวิตจริง

จุดประสงค์การเรียนรู้

ด้านความรู้ทางคณิตศาสตร์ (K)

1. นักเรียนสามารถอธิบายความหมายของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้
2. นักเรียนสามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวน

อตรรกยะ

3. สามารถเขียนโครงสร้างของระบบจำนวนจริงได้

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

1. นักเรียนสามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ

ด้านทักษะและกระบวนการ (P)

1. นักเรียนมีความมุ่งมั่นในการเรียน

สาระสำคัญ

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

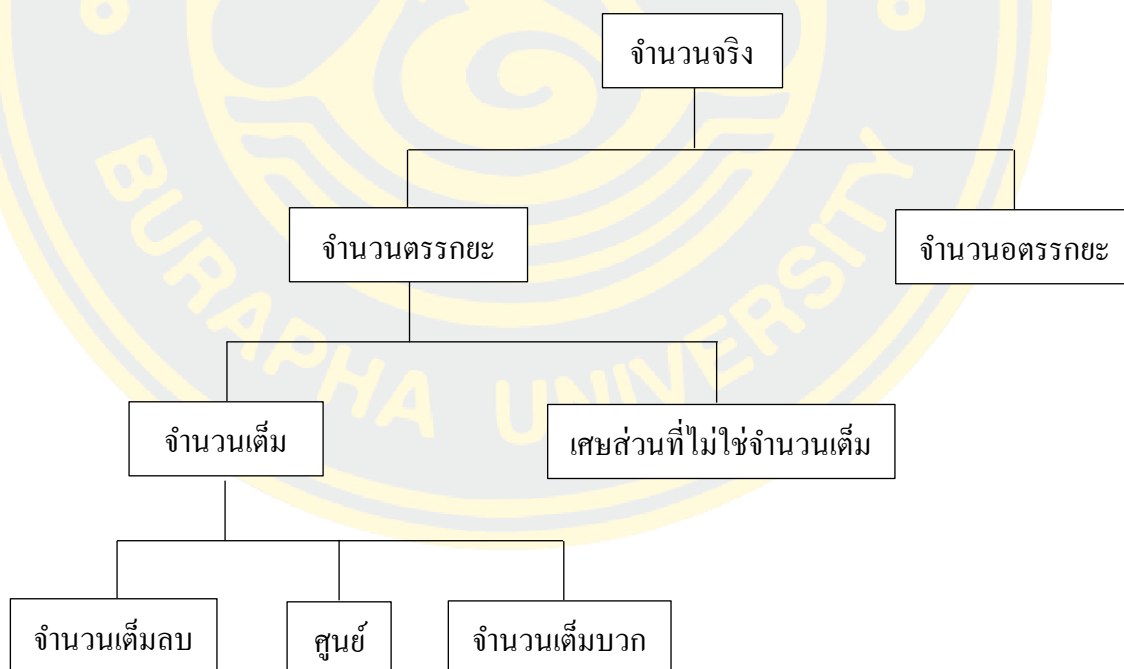
จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

สาระการเรียนรู้

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ เช่น $2, -7, 2.5, \frac{5}{10}, 1.215$ เป็นต้น

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ เช่น $6.21213214\dots, 0.223222322223\dots, 3.1415926535\dots$ เป็นต้น

นอกจากนี้เมื่อนำจำนวนตรรกยะมารวมกันจะเรียกว่า “จำนวนจริง” ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนชนิดต่าง ๆ ได้ดังแผนผังต่อไปนี้



กิจกรรมการเรียนรู้

ชั่วโมงที่ 1

ขั้นสร้างความสนใจ

1. ครุ นำเสนอปัญหา ดังนี้

$$2, -7, 0, 2.5, \frac{5}{10}, 0.3, 2.333..., 6.21213214...$$

จากนั้นครูใช้คำถาม ดังนี้

“จากจำนวนข้างต้นเป็นจำนวนประเภทใดบ้าง เช่น จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ เศษส่วน ทศนิยมซ้ำ ทศนิยมไม่ซ้ำ เป็นต้น และทุกจำนวนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ทุกจำนวนหรือไม่”

ขั้นสำรวจและค้นหา

2. ครูให้นักเรียนทำใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ ตอนที่ 1 ให้นักเรียนพิจารณาว่า จำนวนต่อไปนี้เป็นจำนวนประเภทใด โดยเลือกประเภทของจำนวนมาเติมในช่องว่าง และแต่ละจำนวนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่ ถ้าเขียนได้นักเรียนมีวิธีเขียนได้อย่างไร

3. ครูให้นักเรียนคิด(Think) ซึ่งครูจะกระตุ้นให้นักเรียนคิดหาคำตอบด้วยตนเองจากใบกิจกรรม เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ ตอนที่ 1 จนเกิดข้อค้นพบจากการสังเกต ให้นักเรียนสังเกตลักษณะที่เหมือนกันของจำนวนตรรกยะ และจำนวนอตรรกยะ จากนั้นให้นักเรียนตอบคำถาม ตอนที่ 2 โดยพิจารณาจากตอนที่ 1 ดังนี้

1. จำนวนตรรกยะมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากจำนวนอตรรกยะอย่างไร

จงอธิบาย

2. เศษส่วนนั้น ตัวส่วน เป็นศูนย์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ครูยกตัวอย่างให้นักเรียนพิจารณา เช่น $\frac{3}{0}, \frac{0}{0}$

3. สามารถสรุปนิยามของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ อย่างไร

ขั้นอธิบาย

4. ให้นักเรียนจับคู่กับเพื่อน(Pair) ตามที่ครูได้กำหนดไว้ พูดยุทธ์เกี่ยวกับคำตอบของแต่ละคนที่ได้มา เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของคำตอบ

5. ให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อสรุปที่ได้ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบ(Share)ของแต่ละคู่ให้เพื่อนในชั้นฟัง จากทำใบกิจกรรม เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ พร้อมแสดงเหตุผลแนวคิดในคำตอบของตนเอง จากนั้นให้เพื่อนในชั้นร่วมกันพิจารณาว่าได้คำตอบเหมือนกันหรือแตกต่างกันหรือไม่ โดยครูให้คำแนะนำ

6. ให้นักเรียนช่วยกันสรุปความหมายของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ จนได้ข้อสรุปว่า จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

7. ครูอธิบายเพิ่มเติมว่า จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ นั้นหาก $b = 0$ จะทำให้หาค่าไม่ได้

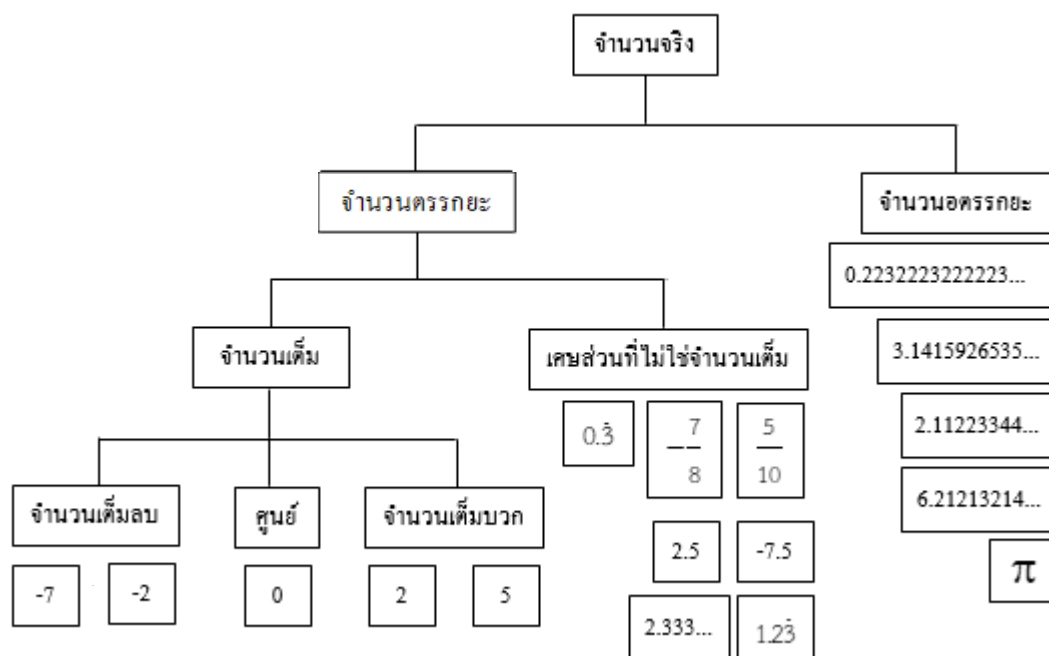
ชั่วโมงที่ 2

ขั้นขยายความรู้

8. ครูอธิบายว่าจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะเรียกว่าจำนวนจริง ให้นักเรียนร่วมกันสรุปเป็นแผนผังจำนวนจริงแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนประเภทต่าง ๆ บนกระดาน โดยครูแจกบัตรคำให้นักเรียนแต่ละคน ดังนี้

จำนวนจริง	จำนวนตรรกยะ	จำนวนอตรรกยะ	จำนวนเต็มบวก		
จำนวนเต็มลบ	ศูนย์	เศษส่วนที่ไม่ใช่จำนวน			
2	-7	0	2.5	2.333...	0.2232223222223...
-7.5	$0.\dot{3}$	$1.2\dot{3}$	6.21213214...	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{10}$
3.1415926535...	2.11223344...	π	5	-2	

9. ครูและนักเรียนช่วยกันตรวจสอบความถูกต้อง จนได้แผนผังจำนวนจริงแสดงความสัมพันธ์ของจำนวนประเภทต่าง ๆ ดังนี้



10. ให้นักเรียนทำแบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ ให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ ในช่อง พร้อมให้เหตุผลประกอบว่าเป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะเพราะเหตุใด

ขั้นประเมิน

11. ครูและนักเรียนร่วมกันเฉลยแบบฝึกหัด และร่วมกันอภิปรายถึงวิธีการและคำตอบที่ได้

12. ครูตรวจสอบความรู้ของนักเรียนโดยใช้คำถาม ดังนี้

- จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะต่างกันอย่างไร (จำนวนตรรกยะจะเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ แต่จำนวนอตรรกยะจะ

ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

- ให้อยกตัวอย่างจำนวนตรรกยะและอตรรกยะ พร้อมให้เหตุผลประกอบว่าจำนวนใดเป็นจำนวนตรรกยะและอตรรกยะเพราะเหตุใด (พิจารณาจากคำตอบของนักเรียน)

สื่อ อุปกรณ์ และแหล่งเรียนรู้

1. ใบกิจกรรมที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
2. แบบฝึกหัดที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ
3. บัตรคำ

การวัดและประเมินผลการเรียนรู้

สิ่งที่ต้องการวัด	วิธีการวัด	เครื่องมือการวัด	เกณฑ์
1. สามารถอธิบายความหมายของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้	การตรวจใบกิจกรรม	ใบกิจกรรม	นักเรียนทำใบกิจกรรมได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
2. สามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ	การตรวจใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	ใบกิจกรรมและแบบฝึกหัด	นักเรียนทำใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
3. สามารถให้เหตุผลประกอบคำตอบอย่างสมเหตุสมผลได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ	การตรวจแบบฝึกหัด	แบบฝึกหัด	นักเรียนทำแบบฝึกหัดได้ถูกต้อง ร้อยละ 70 ขึ้นไป
4. มีความมุ่งมั่นในการเรียน	การสังเกตพฤติกรรม การมีความมุ่งมั่นในการเรียน	แบบสังเกตพฤติกรรมด้านความมุ่งมั่นในการเรียน	มีผลการสังเกตอยู่ในระดับพอใช้ขึ้นไป

บันทึกหลังการจัดการเรียนรู้

1. ผลการจัดการเรียนรู้

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถอธิบายความหมายของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ แต่มีนักเรียนส่วนน้อยยังสรุปความหมายของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะได้ถูกต้องเพียงบางส่วน เช่น จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนด้วยเศษส่วนได้ และจำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนด้วยเศษส่วนไม่ได้ ครูจึงให้นักเรียนแต่ละกลุ่มนำข้อสรุปที่ได้ออกมาแลกเปลี่ยนคำตอบของแต่ละกลุ่มให้เพื่อนในชั้นฟัง และให้เพื่อนในชั้นร่วมกันพิจารณาแสดงความคิดเห็น จนได้ข้อสรุปความหมายของจำนวนตรรกยะและอตรรกยะได้ถูกต้อง

นักเรียนส่วนใหญ่สามารถบอกได้ว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ แต่ยังมีนักเรียนส่วนน้อยที่บอกจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะไม่ถูกต้อง เช่น $3.112111211112\dots$ เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะทศนิยมซ้ำ เนื่องจากนักเรียนขาดความรอบคอบและคำนวณสรุป

นักเรียนสามารถเขียนโครงสร้างของระบบจำนวนจริงได้ถูกต้องและสนุกกับการใช้สื่อบัตรคำ

2. ปัญหา/อุปสรรค

ในช่วงแรกนักเรียนบางส่วนไม่กล้าแสดงความคิดเห็นของตนเองกับเพื่อนที่จับคู่กัน อีกทั้งนักเรียนยังไม่คุ้นชินกับการเขียนอธิบายให้เหตุผล ทำให้ครูต้องคอยแนะแนวทางในการเขียนเพื่อให้นักเรียนสามารถเขียนได้ถูกต้องมากยิ่งขึ้น

3. ข้อเสนอแนะ/แนวทางแก้ไข

ครูคอยชี้แนะให้นักเรียนได้แสดงความคิดเห็นกับเพื่อนที่จับคู่กันเพื่อตรวจสอบคำตอบของตนเองและช่วยกันคิดเพื่อให้ได้คำตอบที่ถูกต้อง และคอยแนะนำให้นักเรียนนำความรู้ที่ได้ไปใช้ในการทำแบบฝึกหัดได้อย่างถูกต้อง

ลงชื่อ.....นัฐธิดา.....มุสิกชาติ.....ผู้ใช้แผนการจัดการเรียนรู้

(นางสาวนัฐธิดา มุสิกชาติ)

เกณฑ์การให้คะแนนความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

คะแนน/ความหมาย	ความสามารถในการให้เหตุผล
4 / ดีมาก	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
3 / ดี	-ตอบคำถามถูกต้อง และมีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลบางส่วน -ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผล
2 / พอใช้	-ตอบคำถามไม่ถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง สมเหตุสมผลบางส่วน
1 / ปรับปรุง	-ตอบคำถามถูกต้อง แต่มีการอธิบายแนวคิด โดยใช้หลักการ ข้อสนับสนุน ข้อเท็จจริงทางคณิตศาสตร์ ประกอบการตัดสินใจอย่าง ไม่สมเหตุสมผล -ตอบคำถามถูกต้อง แต่ไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการตัดสินใจ
0 / ต้องปรับปรุง	- ตอบคำถามไม่ถูกต้อง และไม่มีการอธิบายแนวคิดประกอบการ ตัดสินใจ -ไม่มีการเขียนใด ๆ

ชื่อ..... ชั้น ม.2/..... เลขที่

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกประเภทของจำนวนต่อไปนี้ไปเติมในช่องว่าง พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน

ศูนย์	จำนวนเต็มบวก	จำนวนเต็มลบ	เศษส่วน	ทศนิยมซ้ำ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ
ข้อ	จำนวน	ประเภทของจำนวน	ประเภทของจำนวน	เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน	
1	2	จำนวนตรรกยะ			
2	-7	จำนวนตรรกยะ			
3	0	จำนวนตรรกยะ			
4	2.5	จำนวนตรรกยะ			
5	6.21213214...	จำนวนอตรรกยะ			
6	$\frac{5}{10}$	จำนวนตรรกยะ			
7	$\frac{7}{8}$	จำนวนตรรกยะ			
8	0.223222322223...	จำนวนอตรรกยะ			
9	-7.5	จำนวนตรรกยะ			
10	$0.\dot{3}$	จำนวนตรรกยะ			
11	3.1415926535...	จำนวนอตรรกยะ			
12	$1.2\dot{3}$	จำนวนตรรกยะ			
13	2.333...	จำนวนตรรกยะ			
14	2.11223344...	จำนวนอตรรกยะ			
15	π	จำนวนอตรรกยะ			

ตอนที่ 2 คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้โดยพิจารณาจากตอนที่ 1

1. จำนวนตรรกยะมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากจำนวนอตรรกยะอย่างไร จงอธิบาย

จำนวนตรรกยะ มีลักษณะ.....

.....

จำนวนอตรรกยะ มีลักษณะ.....

.....

2. เศษส่วนนั้น ตัวส่วน เป็นศูนย์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

.....

เพราะ

.....

3. สามารถสรุปนิยามของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ ดังนี้

จำนวนตรรกยะ คือ.....

.....

.....

.....

.....

จำนวนอตรรกยะ คือ.....

.....

.....

.....

.....

ชื่อ..... ชั้น ม.2/..... เลขที่

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. $1\frac{7}{9}$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

2. $\frac{6+7}{6-7}$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

3. $\frac{2}{5} + \frac{3}{5}$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

4. $\frac{1.5}{3.4}$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

5. $0.2222\dots$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

6. $0.5 + 1.2$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

7. $3.112111211112\dots$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

8. $3.1234\dots - 0.1234\dots$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

9. $\pi + 5$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

10. $1.41421\dots$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ.....

ตอนที่ 2 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่ ทำเครื่องหมาย ✓ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. จำนวนนับทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

จริง ไม่จริง

เพราะ.....
.....
.....

2. ผลบวกของจำนวนตรรกยะกับจำนวนตรรกยะ เป็นจำนวนตรรกยะ

จริง ไม่จริง

เพราะ.....
.....
.....

3. ทศนิยม ทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

จริง ไม่จริง

เพราะ.....
.....
.....

4. จำนวนตรรกยะทุกจำนวนเป็นจำนวนเต็ม

จริง ไม่จริง

เพราะ.....
.....
.....

5. จำนวนที่เขียนได้ด้วยทศนิยมไม่ซ้ำ เป็นจำนวนอตรรกยะ

จริง ไม่จริง

เพราะ.....
.....
.....

เฉลยใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนระบุประเภทของจำนวนต่อไปนี้ พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน

ศูนย์ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ เศษส่วน ทศนิยมซ้ำ ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ

ข้อ	จำนวน	ประเภทของจำนวน	ประเภทของจำนวน	เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน
1	2	จำนวนตรรกยะ	จำนวนเต็มบวก	$\frac{2}{1}$
2	-7	จำนวนตรรกยะ	จำนวนเต็มลบ	$-\frac{7}{1}$
3	0	จำนวนตรรกยะ	จำนวนเต็มศูนย์	$\frac{0}{1}$
4	2.5	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{25}{10}$
5	6.21213214...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	-
6	$\frac{5}{10}$	จำนวนตรรกยะ	เศษส่วน	$\frac{5}{10}$
7	$-\frac{7}{8}$	จำนวนตรรกยะ	เศษส่วน	$-\frac{7}{8}$
8	0.223222322223...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	-
9	-7.5	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$-\frac{75}{10}$
10	$0.\dot{3}$	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{3}{9}$
11	3.1415926535...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	-
12	$1.2\dot{3}$	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{123}{90}$
13	2.333...	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{23}{9}$
14	2.11223344...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	-
15	π	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	-

ตอนที่ 2 คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้โดยพิจารณาจากตอนที่ 1

1. จำนวนตรรกยะมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากจำนวนอตรรกยะอย่างไร จงอธิบาย

แนวคำตอบ จำนวนตรรกยะมีลักษณะ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้

จำนวนอตรรกยะมีลักษณะไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้

2. เศษส่วนนั้น ตัวส่วน เป็นศูนย์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่ได้ เพราะไม่สามารถหาค่าได้

3. สามารถสรุปนิยามของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ ดังนี้

แนวคำตอบ จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็น

จำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็น

จำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

เฉลยแบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. $1\frac{7}{9}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

2. $\frac{6+7}{6-7}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $\frac{6+7}{6-7} = \frac{13}{-1}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

3. $\frac{2}{5} + \frac{3}{5}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $\frac{2}{5} + \frac{3}{5} = \frac{5}{5}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

4. $\frac{1.5}{3.4}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ $\frac{15}{34}$ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

5. 0.2222...

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นทศนิยมซ้ำ และสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ $\frac{2}{9}$ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

6. $0.5 + 1.2$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $0.5 + 1.2 = 1.7$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ $\frac{17}{10}$ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

7. $3.112111211112\dots$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ ซึ่งไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

8. $3.1234\dots - 0.1234\dots$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $3.1234\dots - 0.1234\dots = 3$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ $\frac{3}{1}$ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

9. $\pi + 5$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ ซึ่งไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

10. $\sqrt{2} \approx 1.41421\dots$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ ซึ่งไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

ตอนที่ 2 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. จำนวนนับทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

แนวคำตอบ จริง เพราะ จำนวนนับทุกจำนวนสามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

2. ผลบวกของจำนวนตรรกยะกับจำนวนตรรกยะ เป็นจำนวนตรรกยะ

แนวคำตอบ จริง เพราะ จำนวนตรรกยะเป็นจำนวนที่สามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์ ดังนั้น ผลบวกของจำนวนตรรกยะกับจำนวนตรรกยะ จึงเป็นเศษส่วนที่สามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

3. ทศนิยม ทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

แนวคำตอบ ไม่จริง เพราะ ทศนิยมซ้ำ เท่านั้นที่เป็นจำนวนตรรกยะ สามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

แนวคำตอบ ไม่จริง เพราะ ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ เป็นจำนวนอตรรกยะ ซึ่งไม่สามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

4. จำนวนตรรกยะ ทุกจำนวนเป็นจำนวนเต็ม

แนวคำตอบ ไม่จริง เพราะ นอกจากจำนวนเต็มที่เป็นจำนวนตรรกยะ มีเศษส่วนที่ไม่ใช่จำนวนเต็มสามารถเขียนแทนเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์ เป็นจำนวนตรรกยะ

5. จำนวนที่เขียนได้ด้วยทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ เป็นจำนวนอตรรกยะ

แนวคำตอบ จริง เพราะ จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$

และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$

แบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

- 1) $\frac{13}{0}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 2) 2.74 เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 4) รากที่สองของ $\frac{8}{9}$ คือ $\frac{4}{3}$ ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 5) จะสามารถเขียนจำนวน $\sqrt{2}$ ด้วยจุดบนเส้นจำนวนจริงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

- 6) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงหรือเท็จเพราะเหตุใด

(A) $\sqrt{5 \times 3 \times 5 \times y} = 15$ จะได้ว่า $y = 5$

(B) ค่าประมาณเป็นจำนวนเต็มของ $\sqrt{30}$ มีค่ามากกว่า 6

ตอบ.....

7) $\sqrt{\frac{1}{4}} < \frac{1}{3}$ เป็นจริงหรือไม่เพราะเหตุใด

ตอบ.....

8) รากที่สามของ 3 คือ 1 ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

9) $\sqrt[3]{-216} = \sqrt[3]{(-3) \times (-2) \times (-3) \times (-3) \times A \times A}$ และ $\sqrt[3]{64} = \sqrt[3]{B \times B \times B \times B \times B \times B}$
แล้ว A x B มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

ตอบ.....

10) $\sqrt[3]{0.027} > 0.027$ เป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

ตอบ.....

เฉลยแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

- 1) $\frac{13}{0}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

เพราะ $\frac{13}{0}$ ซึ่งนำ 0 ไปหาร 13 จะหาค่าไม่ได้

- 2) 2.74 เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้

เพราะ 2.74 เขียนในรูปเศษส่วนจะได้ $\frac{274 - 27}{90} = \frac{247}{90}$

- 3) $\sqrt[3]{64}$ เป็นจำนวนตรรกยะหรือจำนวนอตรรกยะ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เป็นจำนวนตรรกยะ เพราะ $\sqrt[3]{64} = 4$ ซึ่งสามารถหาค่ารากได้ เป็นจำนวนเต็ม

- 4) รากที่สองของ $\frac{8}{9}$ คือ $\frac{4}{3}$ ใช่หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่ใช่ เพราะ $\frac{4}{3}$ ยกกำลังสองแล้วได้ $\frac{16}{9}$

- 5) จะสามารถเขียนจำนวน $\sqrt{2}$ ด้วยจุดบนเส้นจำนวนจริงได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ สามารถเขียนจำนวน $\sqrt{2}$ ด้วยจุดบนเส้นจำนวนจริงได้ เพราะ $\sqrt{2}$ เป็นจำนวนอตรรกยะ ซึ่งจำนวนอตรรกยะทุกจำนวนสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนจริงได้

- 6) พิจารณาข้อความต่อไปนี้ว่าเป็นจริงทั้งสองข้อหรือไม่เพราะเหตุใด

$$A \sqrt{5 \times 3 \times 5 \times y} = 15 \text{ จะได้ว่า } y = 5$$

B ค่าประมาณเป็นจำนวนเต็มของ $\sqrt{30}$ มีค่ามากกว่า 6

แนวคำตอบ ไม่จริงทั้งสองข้อ เพราะ ข้อ A $\sqrt{5 \times 3 \times 5 \times y} = 15$ จะได้ว่า $y = 3$ ส่วนข้อ B

ค่าประมาณจำนวนเต็มของ $\sqrt{30}$ คือ 5 ซึ่ง 5 มีค่าน้อยกว่า 6

7) $\sqrt{\frac{1}{4}} < \frac{1}{3}$ เป็นจริงหรือไม่เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ ไม่จริง เพราะจากสมบัติของกรณฑ์ที่สอง $\frac{\sqrt{a}}{\sqrt{b}} = \sqrt{\frac{a}{b}}$ จะได้ $\sqrt{\frac{1}{4}} = \frac{\sqrt{1}}{\sqrt{4}}$ ซึ่ง

$$\frac{\sqrt{1}}{\sqrt{4}} = \frac{1}{2} \text{ ดังนั้น } \frac{1}{2} > \frac{1}{3}$$

8) รากที่สามของ 3 คือ 1 ใช่หรือไม่

แนวคำตอบ ไม่ใช่ เพราะ ไม่มีจำนวนจริงที่ยกกำลังสามแล้วได้ 3

9) $\sqrt[3]{-216} = \sqrt[3]{(-3) \times (-2) \times (-3) \times (-3) \times A \times A}$ และ $\sqrt[3]{64} = \sqrt[3]{B \times B \times B \times B \times B \times B}$

แล้ว A x B มีค่าเท่าใด เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ -4 เพราะ $\sqrt[3]{-216} = \sqrt[3]{(-3) \times (-2) \times (-3) \times (-3) \times (-2) \times (-2)}$ จะได้

A = -2 และ $\sqrt[3]{64} = \sqrt[3]{2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2}$ จะได้ B = 2 ดังนั้น A x B = -2 x 2 = -4

10) $\sqrt[3]{0.027} > 0.027$ เป็นจริงหรือไม่ เพราะเหตุใด

แนวคำตอบ เป็นจริง เพราะ $\sqrt[3]{0.027} = 0.3$ และ $0.3 > 0.027$

แบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ชื่อ..... ชั้น..... เลขที่.....

คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. จงอธิบายว่า $\frac{a}{b}$ จะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่

ตอบ.....

2. จงอธิบายว่า ทศนิยมทุกจำนวนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่

ตอบ.....

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง จำนวนตรรกยะและอตรรกยะ

ตอบ.....

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

ตอบ.....

5. จงอธิบายว่า จำนวนอตรรกยะสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้หรือไม่

ตอบ.....

6. จงอธิบายว่า $\sqrt{(-a)^2} < \sqrt{a^2}$ จริงหรือไม่

ตอบ.....

7. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนจริงใด ๆ แล้วรากที่สามของ a จะมีค่าบวกเสมอ ใช่หรือไม่

ตอบ.....

8. จงอธิบายว่า ถ้า $a > 0$ และ $0 > b$ แล้วรากที่สามของ a จะมากกว่า b เสมอ ใช่หรือไม่

ตอบ.....

เฉลยแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

1. จงอธิบายว่า $\frac{a}{b}$ จะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้หรือไม่

แนวคำตอบที่ 1 สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

เพราะ หาก $b \neq 0$ แล้ว $\frac{a}{b}$ สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

แนวคำตอบที่ 2 ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

เพราะ หาก $b = 0$ แล้ว $\frac{a}{b}$ ไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปทศนิยมซ้ำได้

2. จงอธิบายว่า ทศนิยมทุกจำนวนสามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้หรือไม่

แนวคำตอบ ทศนิยมทุกจำนวนไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ เพราะ ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำจะไม่สามารถเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้

3. จงอธิบายความแตกต่างระหว่าง จำนวนตรรกยะและอตรรกยะ

แนวคำตอบ จำนวนตรรกยะสามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวน

เต็มที่ $b \neq 0$ ได้ แต่จำนวนอตรรกยะจะไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b

เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$ ได้

4. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบ แล้วจะสามารถหารากที่สองของ a ได้หรือไม่

แนวคำตอบ ไม่สามารถหารากที่สองของ a ได้

เพราะ ไม่มีจำนวนจริงใด ที่ยกกำลังสองแล้วได้จำนวนเต็มลบ

5. จงอธิบายว่า จำนวนอตรรกยะสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้หรือไม่

แนวคำตอบ จำนวนอตรรกยะสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้ เพราะ จำนวนอตรรกยะเป็นจำนวนจริงซึ่งสามารถเขียนแทนด้วยจุดบนเส้นจำนวนได้

6. จงอธิบายว่า $\sqrt{(-a)^2} < \sqrt{a^2}$ จริงหรือไม่

แนวคำตอบ ไม่จริง เพราะ $(-a)^2 = a^2$ แล้ว $\sqrt{(-a)^2} = \sqrt{a^2}$

7. จงอธิบายว่า ถ้า a เป็นจำนวนจริงใด ๆ แล้วรากที่สามของ a จะมีค่าบวกเสมอ ใช่หรือไม่

แนวคำตอบ ไม่ใช่ เพราะ ถ้า a เป็นจำนวนเต็มลบแล้วรากที่สามของ a จะมีค่าเป็นลบ

8. จงอธิบายว่า ถ้า $a > 0$ และ $0 > b$ แล้วรากที่สามของ a จะมากกว่า b เสมอ ใช่หรือไม่

แนวคำตอบ ใช่ เพราะ ถ้า $a > b$ แล้ว $\sqrt[3]{a} > \sqrt[3]{b}$

ภาคผนวก ค

- ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้คณิตศาสตร์แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง สำหรับนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์
- ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์
- คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1
- คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1

ตารางที่ 22 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 1 เรื่อง การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมซ้ำ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
5. สาระการเรียนรู้	5	3	4	4	5	4.20	0.84	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.53	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 22 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.53$ และ $s = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 23 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 2 เรื่อง การเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	3	4	5	5	4.40	0.89	มาก
5. สาระการเรียนรู้	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.53	0.41	มากที่สุด

จากตารางที่ 23 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด (\bar{X} = 4.53 และ s = 0.41) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 24 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 3 เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	3	5	4	4	4.20	0.84	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นขยายความรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.68	0.45	มากที่สุด

จากตารางที่ 24 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.68$ และ $s = 0.45$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 25 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 4 เรื่อง การหารากที่สองโดยใช้บทนิยาม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นขยายความรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.62	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 25 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.62$ และ $s = 0.38$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 26 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 5 เรื่อง การหารากที่สองโดยการแยกตัวประกอบและการประมาณค่า

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
5. สาระการเรียนรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	4	5	4.40	0.55	มาก
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.47	0.32	มาก

จากตารางที่ 26 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.47$ และ $s = 0.32$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมาก

ตารางที่ 27 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 6 เรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณ์ที่ที่สอง

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	4	3	5	4	4	4.00	0.71	มาก
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.57	0.39	มากที่สุด

จากตารางที่ 27 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.57$ และ $s = 0.39$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 28 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 7 เรื่อง การหารากที่สามโดยใช้บทนิยาม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	5	5	4	4.40	0.55	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	4	4	4	5	5	4.40	0.55	มาก
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	5	4	4	4.20	0.45	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.67	0.36	มากที่สุด

จากตารางที่ 28 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.67$ และ $s = 0.36$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 29 ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 8 เรื่อง การหารากที่สามโดยการแยกตัวประกอบ

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	4	5	4	4	4.40	0.55	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
6.4 ขั้นขยายความรู้	5	4	4	4	4	4.20	0.45	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	4	4	5	4.40	0.55	มาก
7. สื่อการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.58	0.42	มากที่สุด

จากตารางที่ 29 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$ และ $s = 0.42$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 30 ค่าความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ แผนที่ 9 เรื่อง การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณ์ที่สาม

รายการประเมิน	ผู้เชี่ยวชาญ					\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
	1	2	3	4	5			
1. มาตรฐานการเรียนรู้	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
2. ตัวชี้วัด	5	5	5	5	5	5.00	0.00	มากที่สุด
3. จุดประสงค์การเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
4. สาระสำคัญ	5	4	5	5	4	4.60	0.55	มากที่สุด
5. สาระการเรียนรู้	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
6. กิจกรรมการเรียนรู้								
6.1 ขั้นสร้างความสนใจ	5	3	4	4	4	4.00	0.71	มาก
6.2 ขั้นสำรวจและค้นหา	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
6.3 ขั้นอธิบาย	4	4	4	5	4	4.20	0.45	มาก
6.4 ขั้นขยายความรู้	4	4	4	4	4	4.00	0.00	มาก
6.5 ขั้นประเมิน	5	4	5	5	5	4.80	0.45	มากที่สุด
7. สื่อการเรียนรู้	4	4	5	5	5	4.60	0.55	มากที่สุด
8. การวัดและประเมินผล	5	4	5	4	5	4.60	0.55	มากที่สุด
ค่าเฉลี่ย						4.55	0.38	มากที่สุด

จากตารางที่ 30 ค่าเฉลี่ยความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.55$ และ $s = 0.38$) และเมื่อพิจารณาความเหมาะสมรายข้อ พบว่าทุกรายการประเมินอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด

ตารางที่ 31 ความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้	เรื่อง	\bar{X}	s	ระดับความเหมาะสม
1	การเขียนเศษส่วนในรูปทศนิยมซ้ำ	4.53	0.45	มากที่สุด
2	การเขียนทศนิยมซ้ำในรูปเศษส่วน	4.53	0.41	มากที่สุด
3	จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ	4.68	0.45	มากที่สุด
4	การหารากที่สองโดยใช้ขั้นตอนวิธี	4.62	0.38	มากที่สุด
5	การหารากที่สองโดยการแยกตัวประกอบและการประมาณค่า	4.47	0.32	มาก
6	การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สอง	4.57	0.39	มากที่สุด
7	การหารากที่สามโดยใช้ขั้นตอนวิธี	4.67	0.36	มากที่สุด
8	การหารากที่สามโดยการแยกตัวประกอบ	4.58	0.42	มากที่สุด
9	การเปรียบเทียบจำนวนที่อยู่ในรูปกรณฑ์ที่สาม	4.55	0.38	มากที่สุด
	ค่าเฉลี่ย	4.58	0.40	มากที่สุด

จากตารางที่ 31 ผลการประเมินความเหมาะสมของแผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้ โดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 คน พบว่า แผนการจัดกิจกรรมการเรียนรู้แบบสืบเสาะหาความรู้ 5 ขั้นตอน (5Es) ร่วมกับเทคนิค Think - Pair – Share ที่มีต่อความสามารถในการให้เหตุผลและมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง มีค่าเฉลี่ยอยู่ในระดับเหมาะสมมากที่สุด ($\bar{X} = 4.58$ และ $s = 0.40$)

ตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
11	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
12	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
13	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
17	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
18	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
19	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
20	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 32 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผล เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง จำนวน 20 ข้อ พบว่า ในแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80-1.00 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 33 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.61	0.48	ใช้ได้	คัดเลือก
2	0.63	0.42	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
3	0.51	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.61	0.39	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
5	0.60	0.42	ใช้ได้	คัดเลือก
6	0.63	0.36	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
7	0.68	0.53	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.71	0.19	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก
9	0.61	0.39	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
10	0.60	0.42	ใช้ได้	คัดเลือก
11	0.53	0.39	ใช้ได้	คัดเลือก
12	0.57	0.36	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
13	0.58	0.56	ใช้ได้	คัดเลือก
14	0.46	0.48	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
15	0.68	0.31	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
16	0.56	0.44	ใช้ได้	คัดเลือก
17	0.68	0.47	ใช้ได้	คัดเลือก
18	0.57	0.42	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
19	0.54	0.58	ใช้ได้	คัดเลือก
20	0.68	0.19	ใช้ไม่ได้	ไม่คัดเลือก

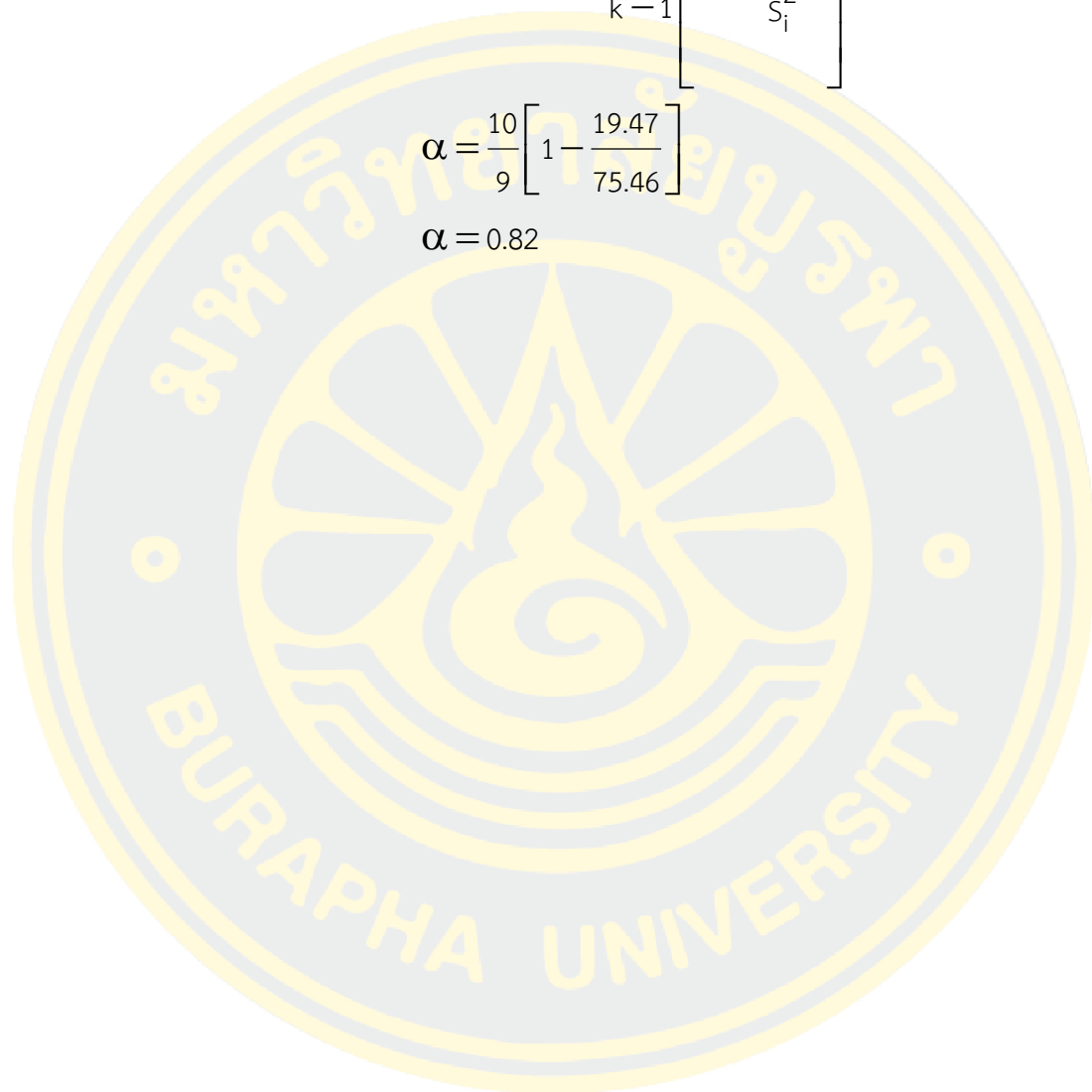
จากตารางที่ 33 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ จำนวน 10 ข้อ จากทั้งหมด 20 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .51- .68 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .39 -.58

ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์

จากสูตร
$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_i^2} \right]$$

$$\alpha = \frac{10}{9} \left[1 - \frac{19.47}{75.46} \right]$$

$$\alpha = 0.82$$



ตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อ	คะแนนความคิดเห็นของผู้เชี่ยวชาญ					ค่า IOC	ผลการวิเคราะห์
	คนที่ 1	คนที่ 2	คนที่ 3	คนที่ 4	คนที่ 5		
1	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
2	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
3	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
4	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
5	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
6	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
7	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
8	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
9	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
10	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
11	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
12	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
13	1	0	1	1	1	0.8	ใช้ได้
14	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
15	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้
16	1	1	1	1	1	1	ใช้ได้

จากตารางที่ 34 ค่าดัชนีความสอดคล้อง (IOC) ของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 16 ข้อ พบว่า ในแต่ละข้อมีค่าดัชนีความสอดคล้องตั้งแต่ .80-1.00 จากผลการวิเคราะห์ พบว่า ข้อสอบทุกข้อสามารถนำไปใช้ได้

ตารางที่ 35 ค่าความยากง่าย (p) ค่าอำนาจจำแนก (r) และค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

ข้อที่	ค่าความยากง่าย	ค่าอำนาจจำแนก	ผลการพิจารณา	ผลการคัดเลือก
1	0.48	0.59	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
2	0.47	0.61	ใช้ได้	คัดเลือก
3	0.59	0.52	ใช้ได้	คัดเลือก
4	0.63	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
5	0.61	0.56	ใช้ได้	คัดเลือก
6	0.65	0.33	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
7	0.72	0.48	ใช้ได้	คัดเลือก
8	0.67	0.37	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
9	0.72	0.41	ใช้ได้	คัดเลือก
10	0.61	0.33	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
11	0.65	0.48	ใช้ได้	คัดเลือก
12	0.61	0.33	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
13	0.67	0.44	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก
14	0.53	0.61	ใช้ได้	คัดเลือก
15	0.67	0.44	ใช้ได้	คัดเลือก
16	0.72	0.26	ใช้ได้	ไม่คัดเลือก

จากตารางที่ 35 ผู้วิจัยทำการคัดเลือกแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ จำนวน 8 ข้อ จากทั้งหมด 16 ข้อ ซึ่งมีค่าความยาก (p) ตั้งแต่ .47- .72 และค่าอำนาจจำแนก (r) ตั้งแต่ .41 -.61 ค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์

$$\text{จากสูตร} \quad \alpha = \frac{k}{k-1} \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_i^2} \right]$$

$$\alpha = \frac{8}{7} \left[1 - \frac{7.64}{23.93} \right]$$

$$\alpha = 0.78$$

ตารางที่ 36 คะแนนแบบทดสอบวัดความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1

คนที่	คะแนนความสามารถ		ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
	ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ	
1	30	75.00	ผ่านเกณฑ์
2	31	77.50	ผ่านเกณฑ์
3	33	82.50	ผ่านเกณฑ์
4	28	70.00	ผ่านเกณฑ์
5	34	85.00	ผ่านเกณฑ์
6	28	70.00	ผ่านเกณฑ์
7	24	60.00	ไม่ผ่านเกณฑ์
8	28	70.00	ผ่านเกณฑ์
9	28	70.00	ผ่านเกณฑ์
10	30	75.00	ผ่านเกณฑ์
11	29	72.50	ผ่านเกณฑ์
12	32	80.00	ผ่านเกณฑ์
13	33	82.50	ผ่านเกณฑ์
14	31	77.50	ผ่านเกณฑ์
15	27	67.50	ไม่ผ่านเกณฑ์
16	24	60.00	ไม่ผ่านเกณฑ์
17	29	72.50	ผ่านเกณฑ์
18	26	65.00	ไม่ผ่านเกณฑ์
19	34	85.00	ผ่านเกณฑ์
20	33	82.50	ผ่านเกณฑ์
21	31	77.50	ผ่านเกณฑ์
22	30	75.00	ผ่านเกณฑ์
23	30	75.00	ผ่านเกณฑ์
24	32	80.00	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 36 (ต่อ)

คนที่	คะแนนความสามารถ ในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 40 คะแนน)		คิดเป็นร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
25	29	72.50	ผ่านเกณฑ์	
26	28	70.00	ผ่านเกณฑ์	
เฉลี่ย	29.69			
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	2.74			

จากตารางที่ 36 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ เรื่อง ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับจำนวนจริง ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ 29.69 คะแนน และ ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 2.74 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 22 คน

ตารางที่ 37 คะแนนแบบทดสอบวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2/1

คนที่	คะแนนวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70
1	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
2	19	79.17	ผ่านเกณฑ์
3	19	79.17	ผ่านเกณฑ์
4	15	62.50	ไม่ผ่านเกณฑ์
5	20	83.33	ผ่านเกณฑ์
6	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
7	14	58.33	ผ่านเกณฑ์
8	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
9	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
10	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
11	15	62.50	ไม่ผ่านเกณฑ์
12	19	79.17	ผ่านเกณฑ์
13	19	79.17	ผ่านเกณฑ์
14	19	79.17	ผ่านเกณฑ์
15	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
16	16	66.67	ไม่ผ่านเกณฑ์
17	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
18	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
19	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
20	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
21	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
22	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
23	18	75.00	ผ่านเกณฑ์
24	19	79.17	ผ่านเกณฑ์

ตารางที่ 37 (ต่อ)

คนที่	คะแนนวัดมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ (คะแนนเต็ม 24 คะแนน)	คิดเป็นร้อยละ	ผ่านเกณฑ์ ร้อยละ 70
25	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
26	17	70.83	ผ่านเกณฑ์
เฉลี่ย	17.54		
ส่วนเบี่ยงเบน มาตรฐาน	1.42		

จากตารางที่ 37 พบว่า คะแนนเฉลี่ยของมโนทัศน์ทางคณิตศาสตร์ ของนักเรียนชั้นมัธยมศึกษาปีที่ 2 คือ 17.54 คะแนน และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน คือ 1.42 โดยมีนักเรียนที่ผ่านเกณฑ์ร้อยละ 70 จำนวน 23 คน



ภาคผนวก ง

- ผลการวิเคราะห์ข้อมูลการวิจัยโดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample ดังภาพที่ 17

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	26	29.6923	2.73889	.53714

One-Sample Test

	Test Value = 28					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	3.151	25	.004	1.69231	.5860	2.7986

ภาพที่ 17 ผลการวิเคราะห์ความสามารถในการให้เหตุผลทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample

ผลการวิเคราะห์หัมโนทศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่าง ซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample ดังภาพที่ 18

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00002	26	17.5385	1.42073	.27863

One-Sample Test

	Test Value = 16.8					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00002	2.650	25	.014	.73846	.1646	1.3123

ภาพที่ 18 ผลการวิเคราะห์หัมโนทศน์ทางคณิตศาสตร์ของนักเรียนกลุ่มตัวอย่างซึ่งได้จากการทำแบบทดสอบ โดยวิเคราะห์ด้วยสถิติ t-test for one sample



ภาคผนวก จ

- ตัวอย่างใบกิจกรรมและแบบฝึกหัดของนักเรียน

ชื่อ... อ.ส. ชนิธา ไชยประภว

ชั้น ม.2/... เลขที่ 6

ใบกิจกรรมที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง : ให้นักเรียนเลือกประเภทของจำนวนต่อไปนี้ไปเติมในช่องว่าง พร้อมทั้งเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน

ศูนย์ จำนวนเต็มบวก จำนวนเต็มลบ เศษส่วน ทศนิยมซ้ำ ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ

ข้อ	จำนวน	ประเภทของจำนวน	ประเภทของจำนวน	เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วน
1	2	จำนวนตรรกยะ	จำนวนเต็มบวก	$\frac{2}{1}$
2	-7	จำนวนตรรกยะ	จำนวนเต็มลบ	$-\frac{7}{1}$
3	0	จำนวนตรรกยะ	ศูนย์	$\frac{0}{1}$
4	2.5	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{25}{10}$
5	6.21213214...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	—
6	$\frac{5}{10}$	จำนวนตรรกยะ	เศษส่วน	$\frac{5}{10}$
7	$-\frac{7}{8}$	จำนวนตรรกยะ	เศษส่วน	$-\frac{7}{8}$
8	0.223222322223...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	—
9	-7.5	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$-\frac{75}{10}$
10	0. $\bar{3}$	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{3}{9}$
11	3.1415926535...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	—
12	1.2 $\bar{3}$	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{123}{90}$
13	2.333...	จำนวนตรรกยะ	ทศนิยมซ้ำ	$\frac{23}{9}$
14	2.11223344...	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	—
15	π	จำนวนอตรรกยะ	ทศนิยมที่ไม่ใช่ทศนิยมซ้ำ	—

ตอนที่ 2 คำชี้แจง : ให้นักเรียนตอบคำถามดังนี้โดยพิจารณาจากตอนที่ 1

1. จำนวนตรรกยะมีลักษณะอย่างไร แตกต่างจากจำนวนอตรรกยะอย่างไร จงอธิบาย

จำนวนตรรกยะเขียนเป็นเศษส่วนได้ แต่จำนวนอตรรกยะเขียนเป็นเศษส่วนไม่ได้

2. เศษส่วนนั้น คิวส่วน เป็นศูนย์ได้หรือไม่ เพราะเหตุใด

ไม่ได้ เพราะขนาดไม่ได้

3. สามารถสรุปนิยามของจำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะได้ดังนี้

จำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่เขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่

$b \neq 0$

จำนวนอตรรกยะ คือ จำนวนที่ไม่สามารถเขียนแทนได้ด้วยเศษส่วน $\frac{a}{b}$ เมื่อ a และ b เป็นจำนวนเต็มที่

$b \neq 0$

ชื่อ ๑.๗ จณิตา โสภระทอ

ชั้น ม.2/1 เลขที่ 6

แบบฝึกหัดที่ 3

เรื่อง จำนวนตรรกยะและจำนวนอตรรกยะ

ตอนที่ 1 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาว่าจำนวนที่กำหนดให้เป็นจำนวนตรรกยะหรืออตรรกยะ โดยให้ทำเครื่องหมาย ✓ พร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. $1\frac{7}{9}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เลขนี้เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

2. $\frac{6+7}{6-7}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $\frac{13}{-1}$ เลขนี้เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

3. $\frac{2}{5} + \frac{3}{5}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $\frac{5}{5}$ เลขนี้เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

4. $\frac{1.5}{3.4}$

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เลขนี้เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

5. 0.2222...

จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ $\frac{2}{5}$ เลขนี้เขียนอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

6. $0.5 + 1.2$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะเพราะ $\frac{17}{10}$ เป็นผลบวกในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

7. $3.112111211112...$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นทศนิยมซ้ำไม่ลงตัว และไม่มีจุดทศนิยมซ้ำ

8. $3.1234... - 0.1234...$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะเพราะ $\frac{3}{10}$ เป็นผลบวกในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

9. $\pi + 5$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นผลบวกในรูปเศษส่วนไม่ได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

10. $1.41421...$

 จำนวนตรรกยะ จำนวนอตรรกยะ

เพราะ เป็นผลบวกในรูปเศษส่วนไม่ได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

ตอนที่ 2 คำชี้แจง ให้นักเรียนพิจารณาข้อความต่อไปนี้ เป็นจริงหรือไม่ จงอธิบายพร้อมให้เหตุผลประกอบ

1. จำนวนนับทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

จริง เพราะจำนวนนับอยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์

2. ผลบวกของจำนวนตรรกยะกับจำนวนตรรกยะ เป็นจำนวนตรรกยะ

จริง เพราะจำนวนตรรกยะเขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ ผลบวกตรรกยะกับจำนวนตรรกยะ

เขียนให้อยู่ในรูปเศษส่วนได้ โดยที่ตัวส่วนไม่เท่ากับศูนย์ เป็นจำนวนตรรกยะ

3. ทศนิยม ทุกจำนวนเป็นจำนวนตรรกยะ

จริง เพราะทศนิยมทุกตัวใช้ทศนิยมซ้ำ เป็นจำนวนตรรกยะ

4. จำนวนตรรกยะทุกจำนวนเป็นจำนวนเต็ม

จริง เพราะจำนวนตรรกยะทุกตัวเขียนเป็นจำนวนตรรกยะ

5. จำนวนที่เขียนได้ด้วยทศนิยมไม่ซ้ำ เป็นจำนวนตรรกยะ

จริง เพราะจำนวนตรรกยะ คือ จำนวนที่ใส่ราหัดเป็นเศษส่วน $\frac{a}{b}$ และเมื่อ a

และ b เป็นจำนวนเต็มที่ $b \neq 0$